

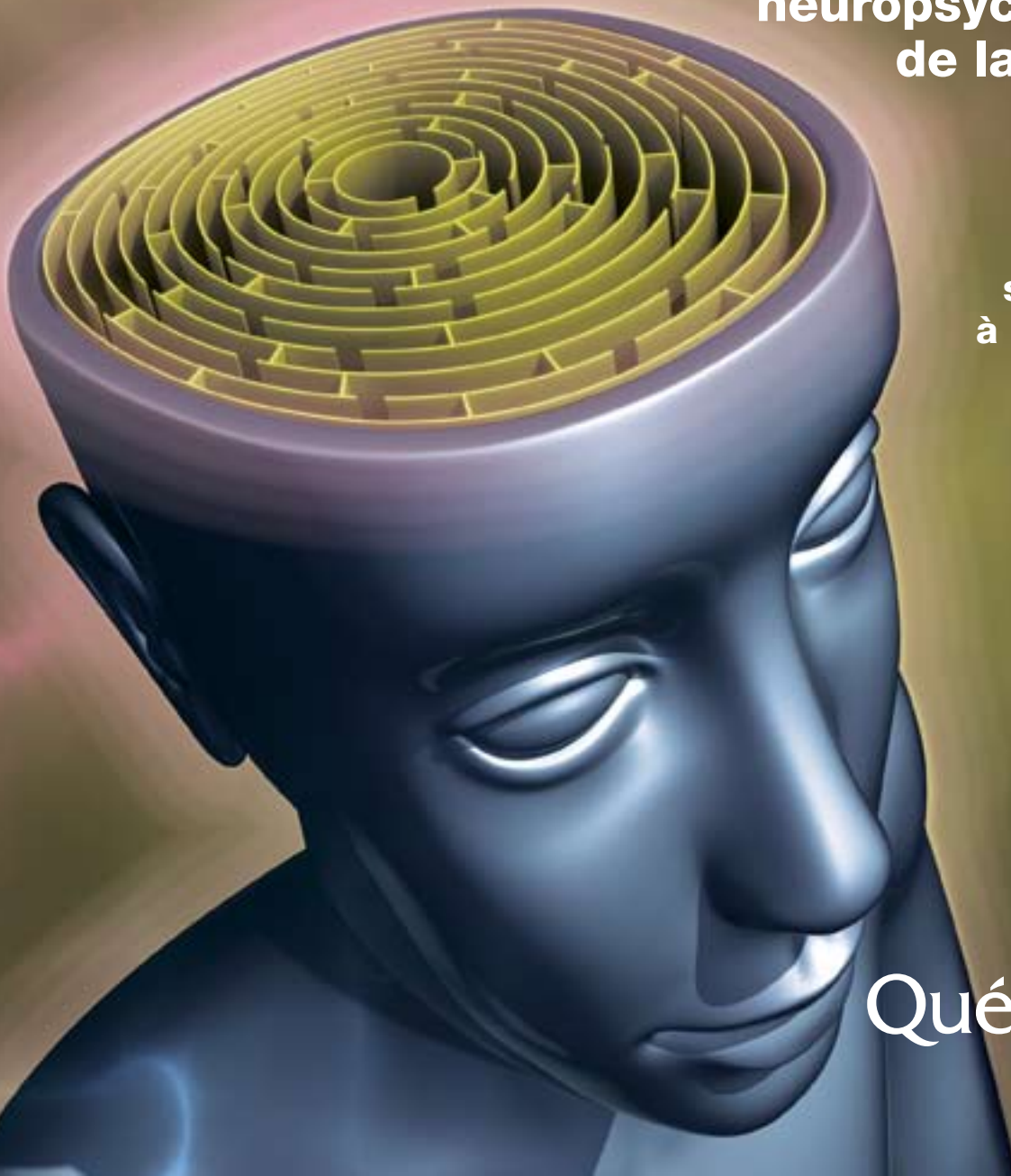
# Recherche en santé

Revue publiée par le  
FONDS DE  
LA RECHERCHE  
EN SANTÉ DU QUÉBEC

NUMÉRO 44 • MARS 2010

**DOSSIER**  
**Le CERNEC:**  
**à la croisée de la**  
**neuropsychologie et**  
**de la cognition**

**Éditorial**  
**Aider nos**  
**chercheurs à**  
**se positionner**  
**à l'international**



Québec    
 

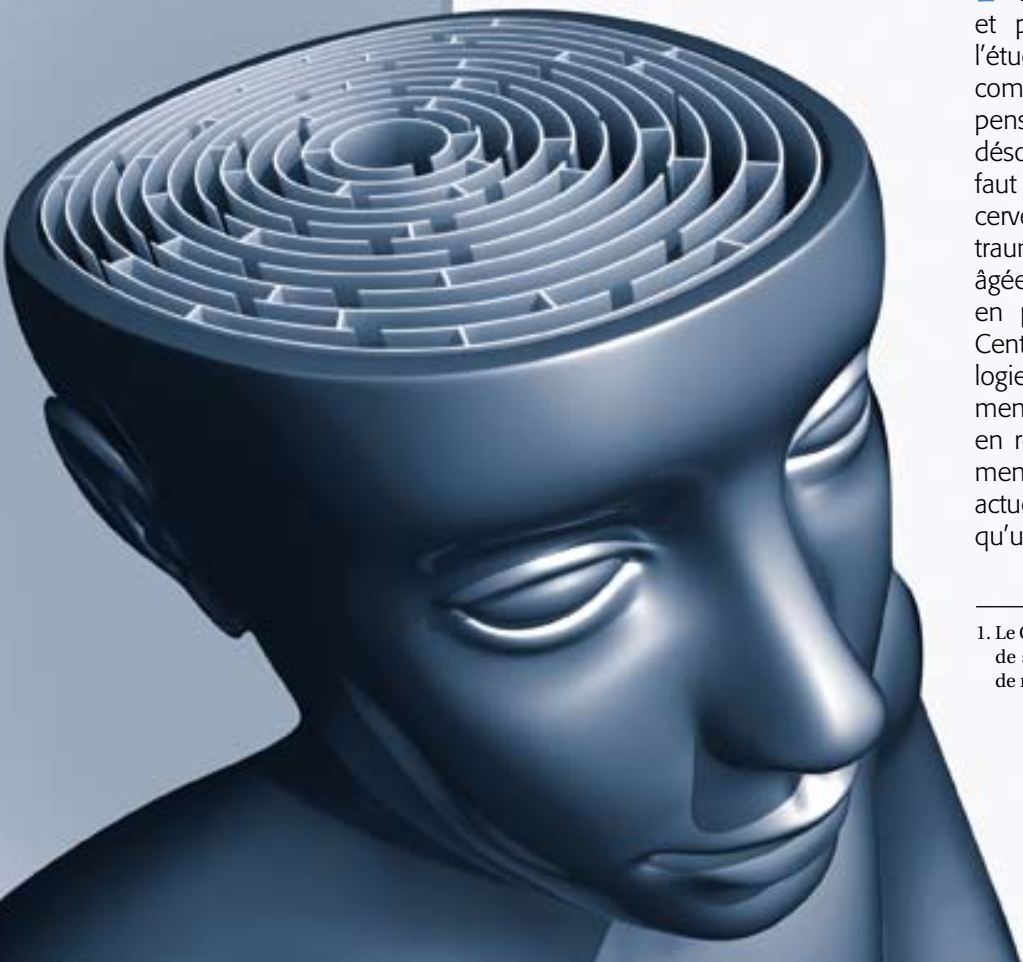
# LE CERNEC : À LA CROISÉE DE LA NEUROPSYCHOLOGIE ET DE LA COGNITION

par **Luc Dupont**, journaliste scientifique

Photos :  
CERNEC  
Université de Montréal  
Shutterstock

« L'avenir de la neuropsychologie est désormais protéiforme à l'image de la complexité du cerveau [...] socle biologique de l'humanité. »

— ROGER GIL, NEUROPSYCHOLOGIE CLINIQUE ET NEUROLOGIE DU COMPORTEMENT, PUM/MASSON, 2005



**P**our percer les mystères du cerveau et pousser aussi loin que possible l'étude des mécanismes extrêmement complexes des facultés supérieures – penser, parler, se souvenir –, c'est désormais à la neuropsychologie qu'il faut s'en remettre. Qu'il s'agisse du cerveau de l'enfant, du toxicomane, du traumatisé crânien ou de la personne âgée, rien n'échappe à cette discipline en pleine explosion. Au Québec, le Centre de recherche en neuropsychologie et cognition (CERNEC<sup>1</sup>) est sûrement l'un des groupes les plus qualifiés, en recherche tant clinique que fondamentale, pour ouvrir aux chercheurs, actuels et futurs, la fenêtre protéiforme qu'une telle science exige.

1. Le CERNEC est soutenu par le FRSQ dans le cadre de son programme de subventions aux groupes de recherche

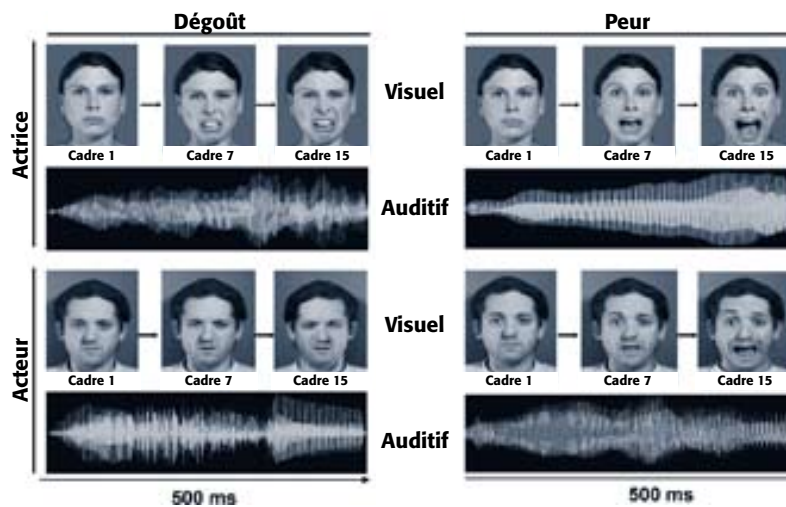
**A**pparue dans les années 1930-1940 et en expansion vertigineuse depuis la décennie 1990-2000, instituée «decade of the brain» par le président américain Bush-père, la neuropsychologie connaît aujourd'hui son âge d'or. Elle entre en jeu dès que l'on parle de tumeurs intracérébrales ou d'ablation de foyers épileptiques résistants à la pharmacologie, de dyslexie chez l'enfant ou d'aphasie chez l'adulte, et même, de plus en plus aujourd'hui, quand vient le temps d'examiner en profondeur le cerveau cérébrolésé d'athlètes (footballeur, hockeyeur) en proie à des commotions cérébrales à répétition.

«La neuropsychologie prise au sens large, c'est l'examen de la relation entre l'activité psychologique et la condition cérébrale correspondante, écrit Bruno Cardu, professeur de neuropsychologie à ses débuts au Département de psychologie, dans un livre somme<sup>2</sup> sur le sujet. [...] La neuropsychologie clinique mesure et analyse chez les humains les changements dans les capacités intellectuelles, perceptuelles, émotionnelles, mnésiques et les modifications de la personnalité qui font suite à un trouble cérébral. [...] Quant à la neuropsychologie cognitive, elle vise surtout à comprendre comment, à partir de la désintégration psychologique de la lésion, on peut définir l'organisation psychologique normale.»

Le CERNEC, fondé en 1989, a d'abord été subventionné par le FCAR, puis, depuis 2003, par le FRSQ. Il est logé au sein du Département de psychologie de la Faculté des arts et des sciences (FAS) de l'Université de Montréal, qui l'a désigné centre universitaire.

«On ne peut pas faire de neurosciences au Québec sans penser à ces célèbres prédécesseurs que furent Wilder Penfield, en neurochirurgie, et, en neuropsychologie, bien sûr la grande Brenda Milner, encore très active professionnellement et sur le point d'atteindre 92 ans!, souligne d'entrée de jeu Franco Lepore, directeur actuel et fondateur du CERNEC. L'imagerie médicale, devenue si puissante

**Dans ses travaux en psychologie cognitive, le chercheur Frédéric Gosselin utilise ces images prototypiques (visages de femmes et d'hommes alignés au moyen de transformations euclidiennes : translation, rotation et homothétie) afin de comprendre le processus de catégorisation qui sous-tend la perception et la conceptualisation, le vacillement attentionnel ainsi que les comparaisons entre sexes pour divers processus cognitifs, dont la reconnaissance des visages.**



depuis quelques années, vient confirmer tous les jours des hypothèses que M<sup>me</sup> Milner avait formulées il y a 50 ans!» (voir encadré, page 46)

Le CERNEC regroupe 21 membres réguliers et 8 membres associés qui sont professeurs ou chercheurs-boursiers dans différents départements universitaires de Montréal. Cinq chaires de recherche du Canada y sont également associées. Il s'agit par définition d'une structure universitaire. «Nous croyons que sur ce plan aussi, sa pertinence mérite d'être soulignée, poursuit le Pr Lepore. Ses deux axes sont principalement coiffés par deux programmes de psychologie menant dans un cas à un diplôme de Ph. D. en recherche avec possibilité de maîtrise ès sciences (M. Sc.) et dans l'autre, à un diplôme de Ph. D. en recherche / intervention ou clinique.»

Dans l'axe neuropsychologie recherche / intervention, les chercheurs examinent la relation entre activité cérébrale et cognition, mais avec un objectif parallèle : développer des mesures afin de promouvoir l'application clinique de cette

recherche et ce, en élaborant des outils diagnostiques ou des techniques de réadaptation, et en formant des professionnels en neuropsychologie clinique.

L'axe neurosciences cognitives porte essentiellement sur l'étude de la relation entre, d'une part, l'activité cérébrale chez la personne saine ou atteinte d'un déficit d'ordre neurologique central (traumatisme crânien, lésion structurelle) ou périphérique (cécité, surdité, acouphènes) et, d'autre part, la cognition (perception, attention, émotions).

▷ **INFORMATION :**

Direction du CERNEC

Franco Lepore, Ph. D.

Tél. : 514 343-2341

[franco.lepore@umontreal.ca](mailto:franco.lepore@umontreal.ca)

2. *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement*, sous la direction de Mihai Ioan Botez, PUM/Masson, 2<sup>e</sup> éd., 1996.

## ■ AXE NEUROPSYCHOLOGIE RECHERCHE / INTERVENTION

# RECHERCHE / INTERVENTION

« Subir une commotion cérébrale<sup>3</sup>, ce n'est rien de banal médicalement, contrairement à ce qu'on a toujours cru. Aujourd'hui, avec nos équipements d'imagerie, on en arrive à détecter des microdétériorations axonales, à mesurer la variation de certains neurométabolites, tous des éléments qui jouent sur la cognition. Et même si ce ne sont que des lésions microscopiques, voire souvent indétectables par les moyens habituels quelques jours après le coup, on sait aujourd'hui que dans les pires cas, ces traumatismes nous rendent à ce point fragiles qu'ils peuvent conduire à la mort : c'est ce qu'on appelle le « syndrome du second impact », que l'on observe chez

les jeunes footballeurs de niveau scolaire. Sur YouTube, on peut voir une séquence 'avant-après' d'un jeune joueur de football qui est retourné au jeu trop tôt après avoir subi une commotion : ce n'est pas beau à voir... »

Celle qui parle ainsi d'abondance, c'est la neuropsychologue d'expérience Maryse Lassonde, responsable de cet axe au CERNEC, et LA sommité au Québec en matière de commotions cérébrales dans les sports<sup>4</sup>.

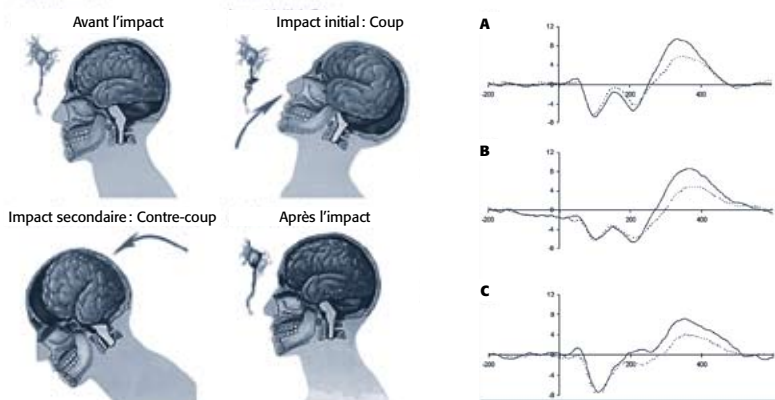
Grâce à ses travaux et à ceux de Louis de Beaumont, un étudiant qu'elle a dirigé au doctorat, on sait désormais que les commotions cérébrales au football ont des effets à long terme et même

à très long terme. Dans l'une de leurs abondantes études, les chercheurs se sont basés sur « l'observation minutieuse de 52 joueurs de football qui avaient subi au moins une commotion cérébrale durant l'été 2004. Suivis pendant plusieurs mois après les accidents, les joueurs ont passé des tests neurocognitifs et ont pris part à des séances d'imagerie médicale qui ont révélé des failles dans le fonctionnement de leur cerveau plusieurs mois après le choc, et ce même si tous les sujets paraissaient asymptomatiques selon la batterie de tests le plus couramment utilisée<sup>5</sup> ».

« Nous avons noté des déficits importants affectant le fonctionnement du système de communication interneuronal dans le cerveau des victimes de choc à la tête, résumait Louis de Beaumont dans un article paru dans le journal *FORUM* de l'UdeM. Avec Hugo Théoret, un autre membre du CERNEC, on a aussi observé des périodes corticales silencieuses (inhibitions corticales motrices) », ajoutait-il. Il s'agit certes de différences minimales à nos yeux – une quarantaine de millisecondes en moyenne entre les athlètes commotionnés et ceux qui ne l'ont pas été –, mais c'est une différence mesurable qui pourrait constituer un bon indicateur de l'importance des séquelles. »

Ce n'est toutefois pas là le pire : Louis de Beaumont, lui-même ancien « commotionné » qui a joué au hockey jusqu'au rang junior en Ontario, a réussi à convaincre d'anciens joueurs de football, âgés en moyenne de 60 ans et qui avaient eux aussi subi, il y a de cela quelque 40 ans, des commotions cérébrales, de participer à l'étude.

### BIOMÉCANIQUE DE LA COMMOTION CÉRÉBRALE ET DES RÉGIONS SUSCEPTIBLES D'EN SUBIR LES SÉQUELLES.



À droite, on peut voir les ondes électrophysiologiques enregistrées chez des individus normaux et commotionnés. A) Ondes P3b évoquées par la présentation d'une cible choisie parmi une majorité de sons distracteurs ; B) Ondes P3a évoquées par la présentation d'un son distracteur rarement ciblé et pour lequel les participants doivent inhiber une réponse motrice. Les amplitudes des ondes P3b et P3a sont toutes deux réduites chez d'anciens athlètes ayant subi leur dernière commotion cérébrale il y a plus de 30 ans en comparaison avec celles évoquées chez les anciens athlètes n'ayant jamais subi de commotions cérébrales.

- On se souviendra de la mort tragique, l'hiver dernier, de l'actrice britannique Natasha Richardson (épouse de l'acteur Liam Neeson), des suites d'une chute survenue au centre de ski de Mont-Tremblant. Ne souffrant en apparence que d'une sévère céphalée au départ, on avait cependant dû ensuite la transporter d'urgence à l'Hôpital du Sacré-Cœur à Montréal. L'autopsie révéla quelques semaines plus tard qu'il y avait bel et bien eu commotion cérébrale.
- Elle a notamment participé, en septembre 2007, à la rédaction d'un énoncé de position sur le traumatisme crâniocérébral léger du sport. Ce document était destiné aux thérapeutes du sport, aux omnipraticiens, aux neuropsychologues et aux urgentologues directement impliqués dans l'évaluation et la gestion du retour au jeu des athlètes victimes d'un tel traumatisme au cours de la pratique d'un sport de contact.
- Extrait d'une description de la recherche, parue dans le journal *FORUM* de l'UdeM.

Résultat? En comparant avec un groupe témoin, les chercheurs ont observé chez les vieux sportifs une quantité plus élevée de troubles de mémoire et d'attention, ainsi que de troubles cognitifs légers (TCL). «C'est inquiétant comme situation, car on sait que les TCL sont une voie que peut emprunter la maladie d'Alzheimer à ses débuts», explique Maryse Lassonde, ajoutant que les recherches et les suivis perdurent avec ce groupe d'anciens footballeurs, que cette conclusion a de toute évidence alarmés.

Maryse Lassonde et Louis de Beaumont ont fait paraître dans la revue *Brain* en janvier 2009 un article témoignant des résultats de cette étude, «article qui a été repris 200 fois depuis, mentionne la neuropsychologue. Je vais

bientôt aller à Brossard rencontrer le joueur du Canadien de Montréal Matt D'Agostini, pour lui faire passer des tests afin de savoir s'il est prêt à revenir au jeu.» Depuis 1997, en effet, Maryse Lassonde est la neuropsychologue attitrée du Canadien, soit depuis le moment où la Ligue nationale de hockey (LNH) a obligé chacun de ses 30 clubs à se doter d'un tel spécialiste en vue de cerner les conséquences que peuvent avoir les commotions cérébrales sur les joueurs. «Chaque fois qu'un joueur subit un tel choc, c'est moi qui l'évalue et qui avise le médecin de l'équipe, lequel prend ensuite la décision de retirer le joueur ou pas.»

Dans le cas précis de D'Agostini, son retour au jeu a été annoncé par un court entrefilet dans *La Presse* dans les jours

qui ont suivi l'entretien avec M<sup>me</sup> Lassonde: «L'entraîneur Jacques Martin a confirmé la présence dans la formation de Matt D'Agostini, qui a manqué tout le mois de novembre à la suite de la percutante mise en échec que lui a appliquée Andrew Ladd, des Black Hawks de Chicago, le 30 octobre<sup>6</sup>.»

6. Fait à noter, des athlètes contribuent maintenant volontairement à ces recherches sur les commotions : ainsi l'ex-joueur de hockey des Flyers de Philadelphie, Keith Primeau, forcé d'abrégier sa carrière à cause de commotions répétées, a fait un geste significatif: il a légué son cerveau à la science pour qu'à sa mort on puisse en étudier les structures.

## DES OUTILS DE POINTE

Les thématiques de l'axe Neuropsychologie recherche / intervention ont la particularité d'être liées directement à des problématiques bien réelles émanant du terrain. Cela explique que, des traumatismes crâniens dans les sports, on passe à ceux qu'occasionnent les accidents de la route. Le CERNEC dispose d'un simulateur de conduite, placé sous la direction de Jacques Bergeron, qui sert à étudier entre autres les facteurs pouvant causer les accidents, tels que le téléphone cellulaire, la consommation de drogue ou d'alcool ainsi que les effets du vieillissement.

L'expertise de M<sup>me</sup> Michelle McKerral, complémentaire à celle de sa collègue Maryse Lassonde, se situe plutôt dans l'étude des corrélats neurophysiologiques et favorise grandement l'identification des structures atteintes à la suite d'un accident. Cette chercheuse a réalisé la

première étude québécoise sur le retour au travail d'adultes ayant subi un traumatisme crâniocérébral léger et ayant reçu des soins en réadaptation. Ses travaux montrent la complexité de cette sous-population et l'importance de tels soins pour assurer la récupération fonctionnelle. Ils ont conduit au développement d'outils et d'approches interdisciplinaires pour guider la réadaptation, tel l'Outil interdisciplinaire multiclientèle original («Priorités d'intervention du client») permettant

l'autoévaluation du niveau de réalisation des habitudes de vie des patients et des priorités d'intervention (l'outil est utilisé actuellement au centre de réadaptation Lucie-Bruneau).

De telles investigations en profondeur ne peuvent se faire sans un appui de taille: celui des technologies d'imagerie cérébrale. C'est ainsi que le CERNEC peut compter sur l'un des quatre plus puissants magnétoencéphalographes (ou MEG) au Canada, dont le responsable est le Pr Pierre Jolicœur.

**Le CERNEC dispose d'un simulateur de conduite automobile qui permet l'étude, entre autres, des facteurs pouvant causer des accidents: l'usage du téléphone cellulaire, la consommation de drogue ou d'alcool ainsi que les effets du vieillissement.**



Contrairement à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), qui montre le fonctionnement des structures du cerveau avec un délai de 3-4 secondes, le MEG permet de voir, en temps réel, le déploiement dans les réseaux cognitifs, par exemple, de tous les aspects langagiers – langage expressif, mais aussi toutes les autres formes du langage. Grâce à ces images, on peut aussi arriver à répondre à des questions cruciales du type : où en est la latéralisation du langage au stade de développement d'un enfant épileptique qu'on se prépare à opérer ?

Toute l'essence de la neuropsychologie moderne est illustrée dans cette situation concrète : à l'aide d'un équipement non invasif, mais néanmoins extrêmement puissant, on évite la survenue de lésions graves au cours de l'intervention chirurgicale. On s'assure, autant que faire se peut, de ne pas répéter certains accidents, autrefois nombreux en période de neurochirurgie naissante. Par exemple, on a un jour procédé à l'ablation inopinée chez un patient de la structure cérébrale que constitue l'hippocampe, sans se douter qu'on abolissait ainsi à jamais la possibilité pour cette personne de stocker des souvenirs. C'est d'ailleurs cet événement, devenu depuis « historique », qui a permis à Brenda Milner, travaillant aux côtés du D<sup>r</sup> Wilder Penfield, de mener par la suite une recherche inédite en accompagnant H.M., un patient cérébrolésé, pendant... 50 ans ! Ce faisant, M<sup>me</sup> Milner posa quelques-unes des bases fondamentales de la neuropsychologie moderne (voir encadré, page 47).

► **INFORMATION :**

Maryse Lassonde, Ph. D.

Tél. : 514 343-6959

[maryse.lassonde@umontreal.ca](mailto:maryse.lassonde@umontreal.ca)

Michelle McKerral, Ph. D.

Tél. : 514 343-2336

[michelle.mckerral@umontreal.ca](mailto:michelle.mckerral@umontreal.ca)

Jacques Bergeron, Ph. D.

Tél. : 514 343-5811

[jacques.bergeron@umontreal.ca](mailto:jacques.bergeron@umontreal.ca)



**Le magnétoencéphalogramme (MEG) est une technologie non invasive d'imagerie cérébrale qui peut être utilisée avec des humains de tous âges. Il sert à étudier l'activité cérébrale chez l'individu neurologiquement sain ou souffrant de diverses pathologies corticales – par exemple, l'épilepsie, la dyslexie, la dépression. Le Laboratoire MEG de l'Université de Montréal, inauguré en présence de nombreux dignitaires des milieux universitaire et politique, est engagé dans le développement de recherches axées sur les techniques multimodales d'imagerie (MEG et EEG, MEG et spectroscopie proche infrarouge).**



**La prothèse de substitution de la vision par audition (PSVA) est un dispositif composé d'une caméra miniature posée sur des montures de lunette permettant de capter l'information visuelle et de la transformer ensuite en un code auditif interprétable par le participant. Ici un sujet reconnaît la lettre E et la reproduit à l'aide d'éléments métalliques posés devant lui. À terme, cette prothèse vise à améliorer la qualité de vie des personnes non-voyantes en leur permettant d'interagir avec des informations visuelles auxquelles elles n'ont plus accès.**

## ■ DÉPRESSION, CHAOS MENTAL ET ONDES CÉRÉBRALES

Y a-t-il un patron d'activité cérébrale dysfonctionnelle sous-tendant le trouble dépressif majeur (TDM) et, si oui, pourrait-on le modifier par des exercices mentaux, et ainsi réduire les symptômes du mal-être? Vincent Paquette et Mario Beauregard se sont posé cette question surprenante. Ils ont effectivement observé, à partir de 30 individus souffrant de TDM, un excès d'activité bêta 3 (21-30 Hz) au niveau du cortex frontotemporal droit. Ils ont ensuite développé et testé l'effet d'un protocole de neurothérapie sur le patron d'activité cérébrale associé au TDM ainsi que sur les symptômes dépressifs.

En fait, il s'agit d'une « psychoneurothérapie », une forme d'entraînement à la méditation, qui se pratique en visualisant, sur écran, sa propre activité cérébrale, laquelle est mesurée par une série d'électrodes placées sur la tête. En 20 sessions, les participants devaient apprendre à modifier eux-mêmes leur activité cérébrale pour entrer dans un état méditatif.

« Lorsqu'on est en dépression, lorsqu'on vit de l'anxiété, notre champ de conscience est vraiment altéré par des ruminations, par des inquiétudes excessives et exagérées, expliquait l'automne dernier Vincent Paquette lors d'une émission<sup>7</sup> diffusée à Télé-Québec. Le 'bruit interne' [créé par ces ruminations] est très, très, très grand, ce qui modifie le système respiratoire et le système cardiaque. On se laisse prendre dans la chaîne des idées qui amène une idée, qui amène une idée, qui amène une idée... En diminuant

l'activité du cerveau, on réduit la quantité de ruminations, et la personne peut retrouver un état qui est beaucoup plus normal. »

L'expérience a aussi un autre effet positif: « Lorsqu'on a un trouble de santé mentale, tous les neurones ne travaillent pas à la même



vitesse, ce qui crée une espèce de cacophonie à l'intérieur du cerveau, ajoute le chercheur. Or, la psycho-neurothérapie augmente la cohérence de l'ensemble des régions cérébrales. Le cerveau communique mieux. Les neurones commencent à se synchroniser, à travailler en même temps, et la personne ressent un état d'unité. »

Trois sujets sur quatre (74 %) ont réussi l'expérience; ils ont réduit l'amplitude des fréquences très élevées, qui sont associées aux inquiétudes et aux « ruminations ».

7. M. Paquette a tenu ces propos dans le cadre de l'émission de vulgarisation scientifique Une pilule, une petite granule diffusée à Télé-Québec le 5 novembre 2009.



**Les chercheurs Vincent Paquette et Mario Beauregard ont développé et testé l'effet d'un protocole de neurothérapie sur le patron d'activité cérébrale associé au trouble dépressif majeur ainsi que sur les symptômes dépressifs. On voit ici Vincent Paquette installer un casque d'électrodes sur la tête d'une carmélite qui accepte de se livrer à cette expérience de mesure de l'activité cérébrale par EEG, et ce, en état de contemplation. L'expérience mystique est, en effet, assez révélatrice du fonctionnement du cerveau.**

## ■ AXE NEUROSCIENCES COGNITIVES

# LIÉS COMME LES DEUX BRINS DE LA DOUBLE HÉLICE

La meilleure image pour parler des liens étroits existant entre les deux axes du CERNEC – les *neurosciences cognitives* (responsable : Isabelle Peretz) et leurs applications éventuelles dans un contexte de *neuropsychologie clinique* (responsable : Maryse Lassonde) –, ce n'est pas tant d'évoquer deux ponts parallèles liés par de multiples passerelles, mais bien plutôt d'imaginer les deux axes enchevêtrés comme la double hélice de l'ADN. « Je crois qu'il n'y a personne au CERNEC qui ne collabore pas au moins avec une autre personne pour ses recherches », dit son directeur, Franco Lepore.

L'étude des systèmes sensoriels occupe une place importante dans les thématiques du second axe. On y examine

la cécité et la surdité découlant d'une atteinte des récepteurs périphériques.

Les chercheurs Franco Lepore et Dave Saint-Amour ont étudié notamment la performance des aveugles dans des tâches tactiles ou auditives, et celle des sourds porteurs d'implants cochléaires dans des tâches visuelles (Franco Lepore, Hugo Théoret). Résultat ? Les performances des « accordeurs de piano » aveugles sont remises en lumière ! Façon métaphorique de dire que les capacités supranormales chez les aveugles pour exercer ce métier existent bel et bien ; elles sont attribuables à la plasticité cérébrale résultant d'une prise en charge des structures visuelles par d'autres modalités. Cette hypothèse a d'ailleurs été corroborée par des méthodes électrophysio-

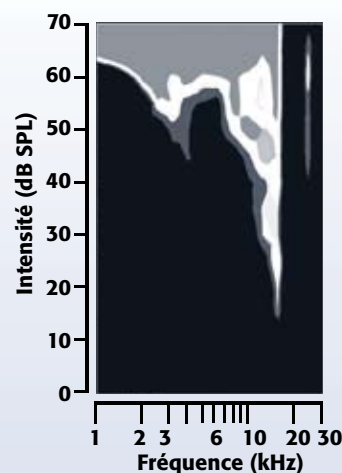


logiques de potentiels évoqués et par imagerie fonctionnelle IRMf, fruit d'une collaboration entre Franco Lepore et Maryse Lassonde.

Chez les sourds munis d'implants cochléaires, ce recrutement intermodal, démontré par l'utilisation de potentiels évoqués, affecte la performance dans la reconnaissance de la voix lorsqu'un stimulus visuel est présenté en même temps, puisque celui-ci active non seulement le cortex visuel mais aussi l'auditif, par recrutement intermodal, et interfère avec l'analyse de la voix. La nature de cette plasticité cérébrale est cernée grâce à des modèles animaux : on enregistre l'activité cellulaire intermodale chez des rats aveugles et l'intramodale chez des chats normaux (Pr Jean-Paul Guillemot).



Deux étudiants, Maggie Costa et François Prévost, discutent des effets du vieillissement sur la sensibilité spectrale auditive d'un neurone au cours d'une séance d'enregistrement électrophysiologique de l'activité neuronale auditive chez les rats âgés. À droite, on note que les effets du vieillissement sur les mécanismes nerveux centraux responsables de la perte de la représentation de l'espace sonore ainsi que de la détérioration de la sensibilité spectrale sont visibles.



## Autour des implants cochléaires

L'un des autres grands thèmes de recherche du Pr Lepore et de Hugo Théoret est le potentiel de réorganisation cérébrale chez des individus ayant reçu un implant cochléaire, et ce en fonction de leur âge lors de l'implantation.

« Les problèmes qu'éprouvent souvent les personnes avec implants cochléaires touchent les capacités de discrimination fréquentielle, poursuit le chercheur. Des difficultés sur ce plan entraînent souvent une compréhension difficile de la parole,

principalement dans le bruit, ainsi qu'une mauvaise perception de la musique. » Ainsi, une meilleure connaissance des processus neurologiques de plasticité cérébrale après la restauration de l'audition par un implant permettrait de proposer certains paramètres dans le but d'optimiser les résultats de l'implantation.

« Une des choses qu'on aimerait arriver à faire, c'est de prédire, à priori, à quel individu profitera l'implant et à quel autre l'opération serait à déconseiller, explique Franco Lepore. Si l'on détecte la

surdité assez tôt chez un enfant et qu'on procède à l'implantation tôt dans sa vie, on peut penser que le problème de plasticité sera moindre que s'il avait reçu l'implant à 30 ans. La qualité de l'audition retrouvée peut fluctuer beaucoup en fonction de ces données. » Encore ici, selon des travaux menés avec Frédéric Gosselin, les mesures électrophysiologiques permettent d'accéder aux structures auditives centrales et de mesurer ainsi les capacités de discrimination d'un individu par rapport à un autre de manière objective.

## MONTRÉAL : PLAQUE TOURNANTE DES ÉTUDES EN MUSIQUE ET NEUROCOGNITION

Isabelle Peretz couvre également les champs du monde sonore et du cerveau, en digne « mère » du BRAMS (International Laboratory for Brain, Music and Sound), en français le Laboratoire international de recherche sur le cerveau, la musique et le son. Parmi les nombreux thèmes à l'étude, ce laboratoire, né en août 2003 et dirigé par M<sup>me</sup> Peretz et Robert Zatorre, de l'Institut neurologique de Montréal,

aide au rétablissement des personnes aphasiques... en les enjoignant de chanter en chœur!

Comme cela avait été le cas du temps de Wilder Penfield et de la création de l'Institut neurologique, Montréal, grâce au BRAMS notamment, revient sur la carte du monde de la recherche d'avant-garde en neurosciences, cette fois non pas par le truchement de l'épilepsie et de

la neurochirurgie, mais par celui de la musique et de la neurocognition.

« Les préoccupations principales du BRAMS consistent notamment à répondre à des questions telles que les suivantes: Pourquoi le cerveau est-il musical? Comment les structures et les fonctions de notre système nerveux nous permettent-elles d'écouter, de nous souvenir, de jouer et de réagir à la musique? »

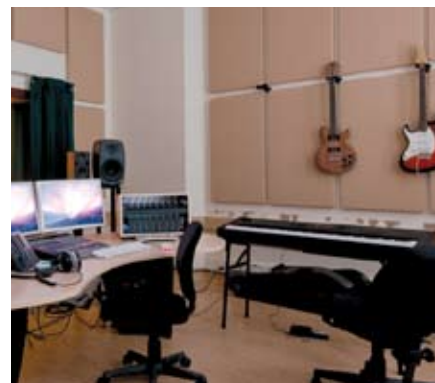


Ces fonctions sont-elles liées à d'autres sphères cognitives, telles que la compréhension de la parole ? Comment ces processus évoluent-ils au cours de notre développement, et quels changements subissent-ils en cas de maladie ? »

Situé au pavillon du 1420, boulevard du Mont-Royal, le BRAMS est à une courte distance de marche du pavillon Marie-Victorin de l'Université de Montréal, où la plupart des membres du CERNEC, tels que Sylvie Hébert et Marc Schoenwiesner ainsi que leurs étudiants, ont leurs laboratoires et bureaux. Le BRAMS présente un aspect inusité : les différents laboratoires sont logés dans un bâtiment appartenant au patrimoine bâti du 19<sup>e</sup> siècle (un ancien immeuble conventuel), alors que les équipements spectaculaires liés à sa nouvelle vocation nous plongent presque dans le 22<sup>e</sup> siècle ! Le BRAMS dispose actuellement de 10 salles de test insonorisées à la fine pointe de la technologie, d'une chambre héli-anéchoïque, d'un système TMS (stimulation magnétique transcrânienne), de cinq systèmes ERP-EEG (électro-encéphalo-graphie) et d'un studio d'enregistrement professionnel comprenant un piano Bösendorfer unique en Amérique du Nord.

L'une des recherches qui y est actuellement menée s'adresse à des personnes atteintes d'une maladie neurologique, comme l'aphasie. Pourquoi utiliser ici la musique comme outil thérapeutique ? « Parce qu'elle permet de stimuler, d'éveiller, de 'récompenser', entre guillemets, le cerveau, précise M<sup>me</sup> Peretz<sup>8</sup>. Elle lui donne une sorte de vitamine ou de 'boost' cérébral qui améliore les fonctions cognitives. »

8. M<sup>me</sup> Peretz a tenu ces propos dans le cadre de l'émission de vulgarisation scientifique *Une pilule, une petite granule*, diffusée à Télé-Québec le 29 octobre 2009. (Disponible pour visionnement sur le site Web de l'émission)



**Au Laboratoire international de recherche sur le cerveau, la musique et le son (BRAMS), on dispose actuellement de dix salles de test insonorisées à la fine pointe de la technologie, d'une chambre héli-anéchoïque, d'un système de stimulation magnétique transcrânienne (TMS), de cinq systèmes ERP-EEG (électroencéphalographie) et d'un studio d'enregistrement professionnel abritant un piano Bösendorfer unique en Amérique du Nord.**

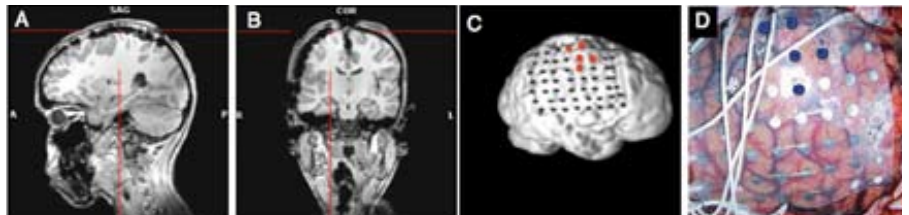
## ■ CERNEC

### Là où l'étudiant est roi !

Au cours de l'année 2008, les membres du CERNEC ont supervisé 24 post-doctorants, 84 doctorants et 30 étudiants à la maîtrise. Outre ces chiffres, soulignons le type d'encadrement des étudiants offert par les membres du CERNEC :

- Pour leur stage, les étudiants formés en neuropsychologie clinique ont accès à une clinique universitaire en neuropsychologie située dans le pavillon Marie-Victorin. Cette clinique est gérée par le Département de psychologie, qui y délègue un psychologue responsable à temps plein. Il existe en outre une clinique avec rendez-vous, où des étudiants plus avancés dans leur formation peuvent rencontrer des clients qui désirent obtenir une évaluation neuropsychologique. Il peut s'agir, par exemple, de parents souhaitant dépister précocement un possible trouble dyslexique chez leur enfant ; ou encore, d'un individu cherchant à savoir si le traumatisme crânien léger qu'il a subi lors d'une chute de vélo peut être lié à la survenue, un peu inattendue chez lui, de troubles de l'humeur, etc.
- Le programme Recherche/intervention est le seul programme de neuropsychologie clinique au Canada accrédité par la Société canadienne de psychologie. « Cela signifie que les jeunes que l'on forme sont reconnus partout au Canada, dit Maryse Lassonde, ce qui leur donne une énorme possibilité de mobilité professionnelle. » En 2008, cette accréditation a été renouvelée pour une durée exceptionnelle de sept ans.
- Des séminaires hebdomadaires (à l'un desquels participait justement en janvier dernier la grande pionnière Brenda Milner) offrent la chance aux étudiants de rencontrer des conférenciers de renommée nationale et internationale, invités à exposer leurs résultats de recherche. C'est aussi là une belle occasion, parfois, de dénicher un endroit de stage de recherche postdoctoral.

L'imagerie utilisée au CERNEC a permis de visualiser, grâce à des électrodes implantées à la surface du cortex cérébral, l'activation de certaines aires.



## Neurones miroirs

Et pourquoi faire chanter ces gens en chorale? « Parce que ça met en branle des mécanismes de synchronisation, de 'contagion', explique Isabelle Peretz. Les circuits neuronaux sont utilisés pour produire, mais aussi pour 'voir faire'. C'est ce qu'on appelle les neurones miroirs. Les mécanismes seraient facilités par le chant en chorale. » Le fait d'être en groupe stimule ainsi une fonction particulière du cerveau, mais aussi, peut-être, la confiance en soi.

On pense que la musicothérapie – l'écoute, le chant, la danse – pourrait profiter à une grande variété de personnes atteintes de différentes maladies neurologiques: Chorée de Huntington, dystonie, maladie d'Alzheimer ou démence... La preuve de son efficacité n'est pas encore faite, mais, en l'absence de tout effet secondaire, il n'y a aucun risque à tenter l'expérience... « Comme je le dis souvent, souligne Isabelle Peretz, la musique est une caresse auditive; pourquoi s'en priver? »

### INFORMATION :

Sylvie Hébert, Ph. D.

Tél. : 514 343-6111, poste 2594

[sylvie.hebert@umontreal.ca](mailto:sylvie.hebert@umontreal.ca)

Isabelle Peretz, Ph. D.

Tél. : 514 343-5840

[isabelle.peretz@umontreal.ca](mailto:isabelle.peretz@umontreal.ca)

Dave Saint-Amour, Ph. D.

Tél. : 514 345-4931, poste 3894

[saint-amour.dave@uqam.ca](mailto:saint-amour.dave@uqam.ca)

Marc Schoenwiesner

Tél. : 514 343-6111, poste 3181

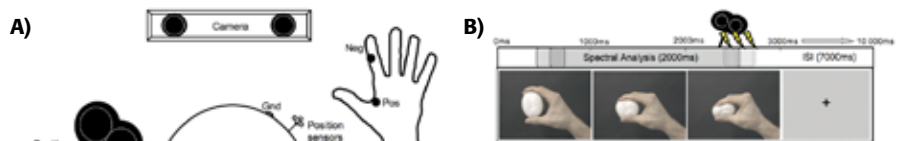
[marc.schoenwiesner@umontreal.ca](mailto:marc.schoenwiesner@umontreal.ca)

Hugo Théoret

Tél. : 514 343-6362

[hugo.theoret@umontreal.ca](mailto:hugo.theoret@umontreal.ca)

Jean-François Lepage, doctorant dans le laboratoire de H. Théoret, utilise deux approches permettant d'examiner la fonction de ces neurones.

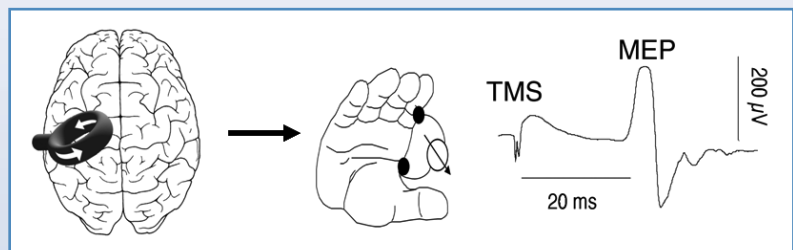


### Enregistrements intracrâniens

L'activité électroencéphalographique des régions motrices du cerveau de patients épileptiques est enregistrée à l'aide d'électrodes posées directement sur la surface corticale. Il est alors possible de démontrer que le patron d'activation résultant de l'exécution d'un mouvement est similaire à celui découlant de la simple observation du même mouvement produit par autrui.

### Stimulation magnétique transcrânienne (SMT)

La SMT du cortex moteur primaire (M1) provoque une activation de la voie corticospinale résultant en un potentiel évoqué moteur (PEM) quantifiable à l'aide de techniques électromyographiques. Lorsque l'intensité de la stimulation est gardée constante, les variations d'amplitude des PEM reflètent le niveau d'activation de M1. Ici, nous voyons que l'observation et l'exécution d'une action motrice sont associées à une augmentation de l'excitabilité corticospinale des régions motrices correspondant au muscle utilisé dans l'action.



En collaboration avec des collègues canadiens et américains, Dave Saint-Amour a mené un important programme de recherche longitudinal visant à comprendre les effets de l'exposition aux principales toxines environnementales sur le développement du cerveau des enfants inuits du nord du Québec (Nunavik). Ces travaux faisaient appel à l'électroencéphalographie. Ils ont montré que les potentiels évoqués visuels étaient altérés à la suite de l'exposition au méthylmercure et aux biphényles polychlorés (BPC), et ce, même si ces enfants étaient également exposés aux bons nutriments marins tels que les acides gras oméga-3.



## ■ HISTOIRE

# BRENDA MILNER : une pionnière



Brenda Milner et le premier ministre Jean Charest lors de sa nomination à l'Ordre national du Québec.

© Clément Allard, Assemblée nationale/François Nadeau, ONQ

Si l'on avait à déterminer le moment précis de la naissance de la neuropsychologie au Québec, on s'entendrait sûrement pour dire que ce sont les années 1940-1950, et on renverrait notamment à Wilder Penfield et à Brenda Milner. « Ces deux personnes ont fait en sorte qu'à cette époque Montréal devienne, pour un temps, avec l'INM (Institut neurologique de Montréal), la mecque des neurosciences mondiales », dit Franco Lepore, directeur et fondateur du CERNEC.

Wilder Penfield, né en 1891, est depuis décédé, mais ce n'est pas le cas de Brenda Milner, qui lui fut contemporaine durant ses dernières années de pratique. Celle qui continue toujours aujourd'hui, contre vents et marées, à se rendre à son bureau de l'INM s'apprête à fêter cette année ses 92 ans, de même que ses 60 ans à l'INM. Un an de plus et elle égalera le « record » de l'écologiste Pierre Dansereau, qui conserva son bureau à l'UQAM jusqu'à 93 ans et qui entrera, le 5 octobre prochain, dans sa 100<sup>e</sup> année.

Maryse Lassonde, qui la côtoie encore, parle d'elle comme de « la mère de la neuropsychologie » au Québec. Le Prix Nobel Éric Kandel attribué à M<sup>me</sup> Milner le fait d'avoir franchi l'étape critique de la fusion de la neurobiologie et de la psychologie, pour créer une nouvelle discipline – la neuropsychologie – qui a entraîné la formation d'une vaste organisation de recherche en cognition humaine.

Les conclusions de M<sup>me</sup> Milner étaient si subtiles et raffinées que le développement d'un modèle animal aura ensuite nécessité 25 années de travail. « Avec les équipements d'imagerie médicale puissants dont nous disposons aujourd'hui, on constate que ce qu'elle disait était rigoureusement exact! », s'exclame Franco Lepore.

### 50 ans avec H.M.

Brenda Milner a commencé son doctorat en psychophysiologie à l'Université McGill aux côtés du Pr Donald Hebb. Avec lui, elle avait obtenu du D<sup>r</sup> Wilder Penfield le privilège de pouvoir mener des recherches cliniques auprès de patients atteints d'épilepsie à qui on enlevait une partie du cerveau.

Elle poursuivra des recherches notamment auprès d'un patient – connu sous les initiales H.M. – qu'elle accompagnera pendant 50 ans. H.M. était frappé d'une profonde amnésie antérograde apparue à la suite d'une intervention chirurgicale au cerveau, intervention rendue nécessaire par une épilepsie incontrôlable. L'individu avait alors perdu la faculté de transformer l'information de sa mémoire à court terme en mémoire à long terme. « D'une fois à l'autre, il ne me reconnaissait pas, a raconté la chercheuse au *Devoir* en août 2009. Mais je voyais bien qu'il s'améliorait toujours. Il était surpris et moi, très excitée. C'est un moment que je n'oublierai jamais. »

Au cours de ces travaux, la neuropsychologue aura remarqué, élément crucial, que H.M. pouvait acquérir malgré tout des aptitudes sensorimotrices même s'il ne se rappelait pas lui-même avoir fait ces apprentissages. M<sup>me</sup> Milner établira ainsi que les humains ont plusieurs systèmes mnésiques. H.M. est décédé en 2008, mais non sans avoir beaucoup donné à la science.