



# Cerveau & Psycho

**LA NOUVELLE OBSESSION  
DE LA NOURRITURE :  
L'ORTHOSEXIE**

## NEUROÉDUCATION

# CONNAÎTRE SON CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE

### RÉSILIENCE

CES OBJETS QUI FONT  
SURMONTER UN TRAUMA

### MÉMOIRE

COMMENT LES  
ÉMOTIONS FORGENT  
NOS SOUVENIRS

### NEUROCHIRURGIE

DES PATIENTS VIVENT  
LEUR OPÉRATION  
DU CERVEAU EN DIRECT

### IMAGERIE CÉRÉBRALE

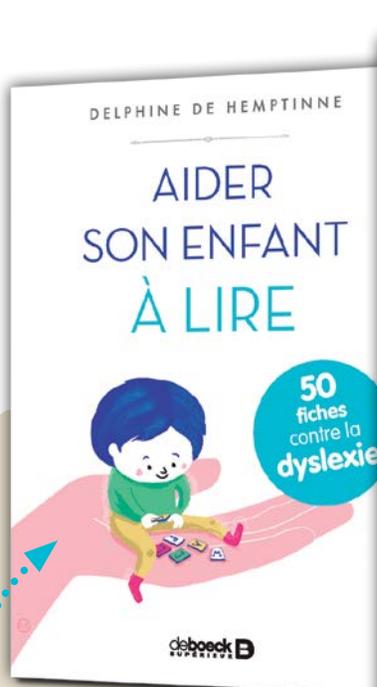
SUSPICION SUR LA VALIDITÉ  
DE MILLIERS D'ÉTUDES



# PARENTS, PERDUS FACE AUX « DYS » ?

## CES OUVRAGES SONT FAITS POUR VOUS !

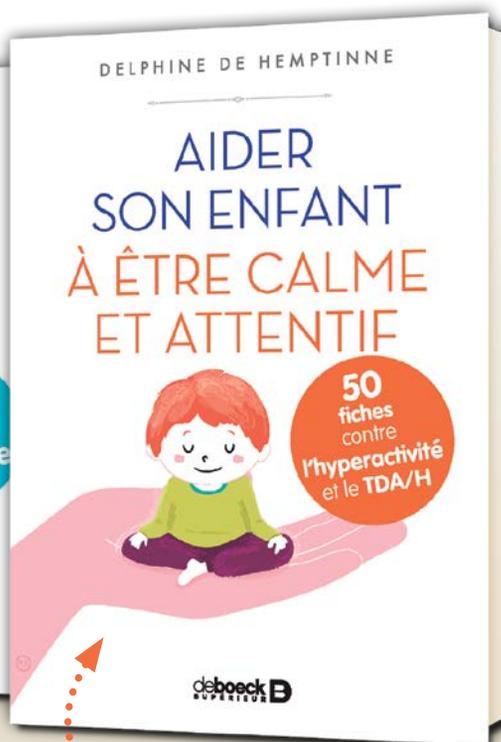
L'AUTEURE RÉPOND,  
DANS UN LANGAGE SIMPLE  
ET AVEC DES CONSEILS  
PRACTIQUES, À TOUTES  
LES QUESTIONS  
DES PARENTS !



### AIDER SON ENFANT À LIRE

50 fiches contre  
la dyslexie

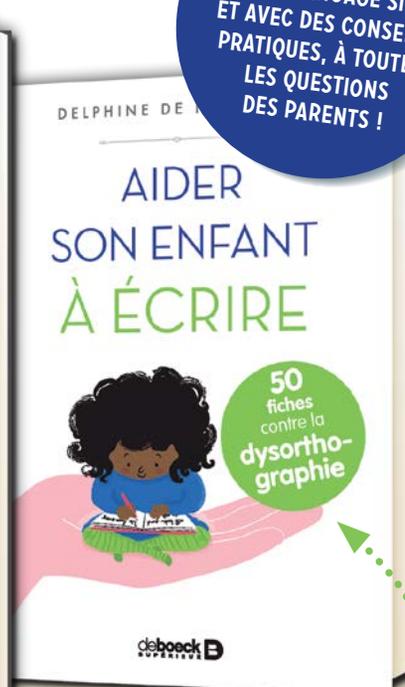
Delphine de Hemptinne  
9782353273386 - Septembre 2016  
12,90 €



### AIDER SON ENFANT À ÊTRE CALME ET ATTENTIF

50 fiches contre  
l'hyperactivité et le TDA/H

Delphine de Hemptinne  
9782353273447 - Septembre 2016  
12,90 €



### AIDER SON ENFANT À ÉCRIRE

50 fiches contre  
la dysorthographe

Delphine de Hemptinne  
9782353273607 - Septembre 2016  
12,90 €

**Delphine de Hemptinne** est orthophoniste spécialisée dans l'aide aux enfants « dys » et l'accompagnement des parents et des enseignants.

Elle est également l'une des responsables de [www.jouonsmalin.com](http://www.jouonsmalin.com), une plateforme d'information et d'analyse à propos des jeux et des jouets.

deboeck **B**  
SUPÉRIEUR

En librairie et sur [www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)

Suivez-nous sur   

## NOS CONTRIBUTEURS



p. 14-19

**Hugues Duffau**

Neurochirurgien, directeur de recherche à l'unité 1051 de l'Inserm et directeur du département de chirurgie du CHU de Montpellier. Il a obtenu l'équivalent du prix Nobel en neurochirurgie pour ses opérations à cerveau ouvert chez des patients éveillés.



p. 38-43

**Olivier Houdé**

Professeur de psychologie à l'université Paris-Descartes et directeur du LaPsyDÉ (CNRS), ce spécialiste du développement de l'intelligence chez l'enfant et des apprentissages étudie comment les connaissances sur le cerveau peuvent bénéficier à la pédagogie.



p. 74-81

**Romina Rinaldi**

Neuropsychologue clinicienne et docteure en psychologie, chef de service paramédical au sein du Grand Hôpital de Charleroi, ses thèmes de recherche portent sur les thérapies cognitives et comportementales, les troubles du sommeil et de l'humeur.



p. 82-87

**Francis Eustache**

Neuropsychologue spécialiste de la mémoire et de ses liens avec les émotions et le sens du soi, il dirige l'unité de recherches U1077 de l'Inserm à Caen, ainsi que la plateforme d'imagerie Cycéron, et préside le conseil scientifique de l'Observatoire B2V des mémoires.

## ÉDITORIAL



**SÉBASTIEN  
BOHLER**

*Rédacteur en chef*

# Couteau, râteau ou cerveau ?

**I**l n'y a que le mauvais ouvrier qui a de mauvais outils. Le bon boucher a un bon couteau, le jardinier un bon râteau, et l'élève qui apprend... un bon cerveau. Car c'est son outil de travail. L'instrument par excellence de l'apprentissage. Connaître cet instrument est la base de sa réussite. Comment pourrait-il en être autrement ?

Dans les classes, dispenser aux enfants une instruction sur ce qu'est l'outil qu'ils utiliseront huit heures par jour est un prérequis de base. Et le plus étonnant n'est peut-être pas que cela fonctionne, mais que les élèves apprécient. Comme si le simple fait de se pencher sur cette machine donnait envie de la faire fonctionner. Eric Gaspar, prof de maths passionné de neurosciences, met ainsi en application les découvertes de neuroscientifiques éminents comme Stanislas Dehaene, du Collège de France. Au programme : qu'est-ce que l'attention, la concentration, le raisonnement, la mémoire ? Et application directe... sur les bancs de l'école.

Pourquoi ne l'avons-nous pas fait plus tôt ? Il a fallu attendre d'en savoir assez sur le fonctionnement de ces trois livres de graisse et ces 100 milliards de neurones que renferme notre boîte crânienne. Le temps des moissons est arrivé : Olivier Houdé nous explique comment le cerveau apprend à raisonner, et nous livre des pistes pour déjouer les erreurs de logique en classe. Gary Stix nous parle des découvertes sur les premières étapes de l'acquisition du nombre et du langage ; Didier Tricot passe le numérique à la moulinette des neurosciences pour savoir s'il fait tant de bien que cela aux cerveaux des enfants. Ce n'est que le début. Vous n'avez pas fini d'entendre parler de la neuroéducation... ●

# SOMMAIRE

N° 81 OCTOBRE 2016

● p. 37-62  
● **Dossier**



p. 6-35

## DÉCOUVERTES

p. 6 **ACTUALITÉS**

- Vers un nouveau traitement de la sclérose en plaques
- Un cerveau de chanteur
- Les oméga-3 réduisent le stress
- Lire pour vivre plus longtemps
- Aux origines de l'orgasme féminin

p. 12 **FOCUS**

### IRM fonctionnelle : un taux d'erreurs alarmant

Une étude révèle une proportion insoupçonnée de « faux positifs ».

Michel Desmurget

p. 14 **NEUROLOGIE**

### Le renouveau de la chirurgie éveillée

Rester conscient avec un cerveau ouvert : un avantage pour opérer les tumeurs.

Hugues Duffau

p. 20 **NEUROBIOLOGIE**

### On a perdu le ciment de la mémoire

Les protéines « ciment » qu'on supposait à la base des souvenirs ne seraient en fait pas si indispensables...

Georges Chapouthier

p. 22 **CAS CLINIQUE**

### Un hyperactif dans la lune

Étonnant, mais vrai : un cas de trouble de l'attention *sans* hyperactivité...

Grégory Michel

p. 28 **INFOGRAPHIE**

### Face à la peur

Les réactions de notre corps, en images.

Elena Bernard et Martin Müller

p. 30 **QUESTION DU MOIS**

### Pourquoi le temps accélère-t-il avec l'âge ?

La réponse de notre expert.

James Broadway

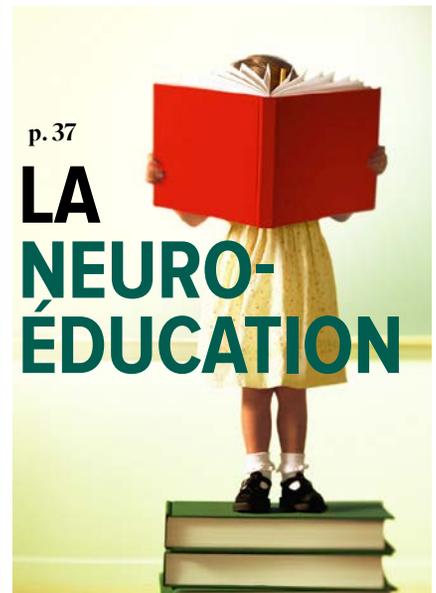
p. 32 **GRANDES EXPÉRIENCES DE PSYCHOLOGIE**



DANIELA OVADIA

### Les atroces expériences sur l'amour maternel

Bien que cruelles, les expériences de Harry Harlow ont réhabilité le rôle de la tendresse dans les rapports filiaux.



p. 37

## LA NEURO-ÉDUCATION

p. 38 **NEUROSCIENCES**

### CONNAÎTRE SON CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE

Étudier le fonctionnement des neurones aide à mieux raisonner et mémoriser.

Olivier Houdé, Arnaud Cachia, Grégoire Borst

p. 44 **INTERVIEW**

### « PARLER DU CERVEAU AUX ÉLÈVES CHANGE TOUT »

Un neuropédagogue livre son expérience.

Eric Gaspar

p. 50 **DÉVELOPPEMENT CÉRÉBRAL**

### BIENTÔT DE MEILLEURS ÉLÈVES ?

Les mécanismes de la lecture et des maths permettront d'améliorer la réussite scolaire.

Gary Stix

p. 58 **NEURO-PÉDAGOGIE**

### LE NUMÉRIQUE À L'ÉCOLE, UNE AUTRE COGNITION ?

Pour réussir ce tournant, les élèves devront mieux maîtriser les compétences de base.

André Tricot



p. 64-73

## ÉCLAIRAGES

p. 64 **RETOUR SUR L'ACTUALITÉ**

### Anonymiser les terroristes: une fausse bonne idée

Cette mesure ne prend pas en compte les mécanismes de contagion de la violence.  
Laurent Bègue

p. 68 **A MÉDITER**



**CHRISTOPHE ANDRÉ**

### Pourquoi nous avons besoin de héros

Les actes héroïques nous reboostent le moral! Même si les héros ont bien changé...

p. 70 **UN PSY AU CINÉMA**



**SERGE TISSERON**

### Ma vie de Courgette: la résilience par les objets

Quand un cerf-volant aide à surmonter la mort d'un père, on découvre le rôle restructeur des objets-souvenirs.



p. 74-91

## VIE QUOTIDIENNE

p. 74 **TROUBLES ALIMENTAIRES**

### L'orthorexie, nouvelle obsession du manger sain

N'ingérer que des graines de tournesol, refuser tous les aliments cuits: l'orthorexie est-elle une maladie mentale?  
Romina Rinaldi

p. 82 **MÉMOIRE**

### Comment les émotions forgent nos souvenirs

Pourquoi nous rappelons-nous tous où nous étions le soir du Bataclan?  
F. Eustache, B. Desgranges, B. Giffard et B. Guillery-Girard

p. 88 **LES CLÉS DU COMPORTEMENT**



**NICOLAS GUÉGUEN**

### Le syndrome de la tête de mule

Tout nier en bloc en se cramponnant à ses opinions: c'est la tête de mule. Et un peu nous tous, à cause d'un drôle de biais cognitif.



p. 92-98

## LIVRES

p. 92 **LIVRES**

- Motiver ses élèves grâce aux intelligences multiples
- Qui suis-je?
- Psychologie Comparée
- Le Grand Livre de la négociation
- Sommeil, rythmes et psychiatrie
- Bouddha au temps des neurosciences

p. 94 **NEUROSCIENCES ET LITTÉRATURE**



**SEBASTIAN DIEGUEZ**

### Gaspard de la nuit

Ce recueil de poésies du XIX<sup>e</sup> siècle préfigurait les grandes découvertes des neurosciences sur les rêves, au XX<sup>e</sup>.

## Actualités

Par la rédaction

## MÉDECINE

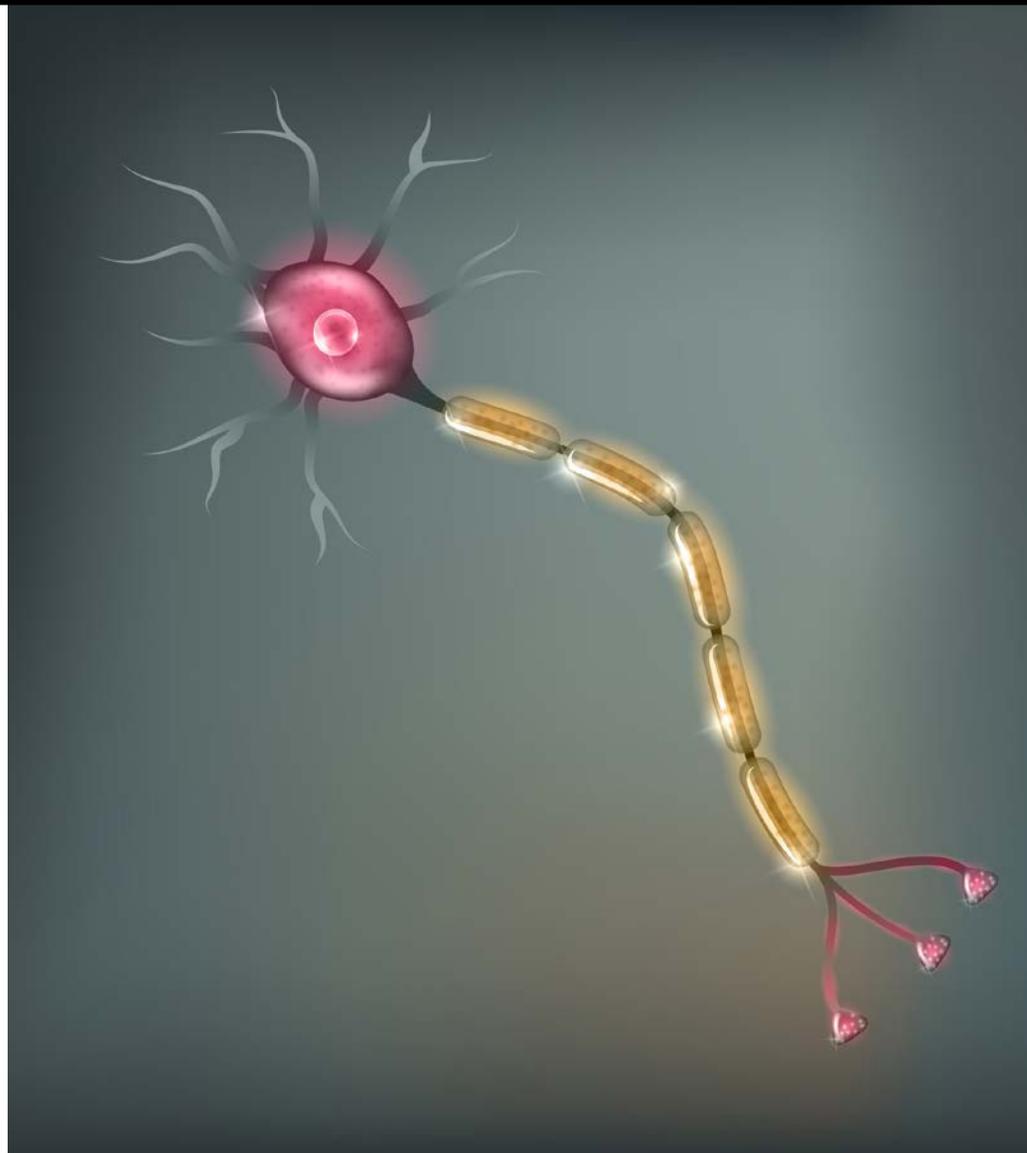
# Vers un nouveau traitement de la sclérose en plaques ?

Une nouvelle molécule, le Glunomab®, empêche la pénétration des globules blancs dans le cerveau des malades. Testé chez des souris, ce composé évite la destruction des neurones par ces cellules immunitaires et endigue l'évolution de la maladie.

● **R. Macrez *et al.*,**

Neuroendothelial NMDA receptors as therapeutic targets in experimental autoimmune encephalomyelitis, *Brain*, en ligne le 20 juillet 2016.

**L**il y a six ans, Claire, alors âgée de 31 ans, se réveille avec une vision trouble et une douleur à l'œil. Le trouble s'estompe, mais quelques mois après, elle ressent des picotements dans les jambes et finit par consulter un médecin. Après quelques « crises » séparées de périodes d'accalmie, le diagnostic tombe comme un couperet : elle est atteinte de sclérose en plaques, plus précisément de la forme la plus fréquente où les symptômes apparaissent, puis disparaissent, avant de refaire surface ailleurs. Comme elle, plus de 80 000 personnes sont concernées en France. La sclérose en plaques est la première cause d'invalidité neurologique chez l'adulte jeune, la maladie se déclenchant entre 15 et 50 ans. C'est dire l'espoir que suscite le médicament qui sera peut-être développé suite aux résultats de Fabian Docagne, du Centre Cyceron à Caen, de Diego Clemente, de l'Hôpital de Tolède en Espagne, et



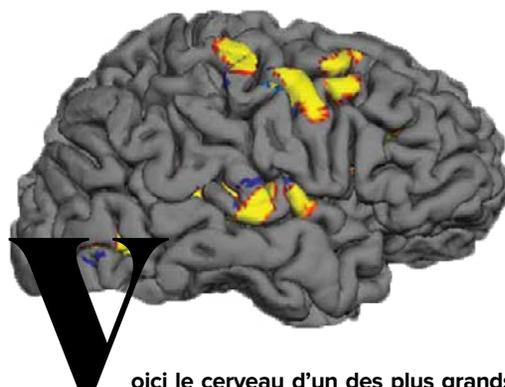
RETROUVEZ LA PAGE FACEBOOK DE CERVEAU & PSYCHO



NEUROESTHÉTIQUE

# Un cerveau de chanteur

● **D. J. Levitin et S. T. Grafton,**  
*Neurocase*, en ligne le 12 août 2016.



© Scott T. Grafton

de leurs collègues. Ce traitement, en effet, bloque la progression de la maladie chez les souris.

La sclérose en plaques est une maladie auto-immune: le système de défense de l'organisme attaque des protéines dans le cerveau et la moelle épinière comme s'il s'agissait d'agents infectieux. Or ces protéines constituent la gaine de myéline qui entoure les prolongements des neurones et facilite la transmission des messages nerveux. Dans la maladie, les soldats immunitaires, les globules blancs, détruisent la myéline dans une zone du système nerveux. Avec des symptômes variés: engourdissements, douleurs, fourmillements, maladresse, troubles de la vision... selon la région attaquée.

Mais pour s'en prendre à la gaine de myéline, les soldats doivent traverser un mur normalement quasi imprenable: la barrière hématoencéphalique, réseau très dense de cellules dites endothéliales qui entoure les vaisseaux sanguins dans le cerveau. Sans que l'on sache pourquoi, dans la sclérose en plaques, sous l'effet de la réaction immunitaire, la barrière devient perméable, ouvrant la voie aux globules blancs. La plupart des médicaments actuels ciblent la réaction immunitaire en dehors du système nerveux. Mais les effets secondaires, comme une diminution de la capacité à se défendre contre les virus, obligent souvent à l'arrêt des traitements.

Focalisant leurs efforts sur la barrière hématoencéphalique, Docagne et ses collègues ont identifié des récepteurs NMDA à la surface des cellules endothéliales. Il y a quelques années, ils avaient montré que ces récepteurs sont «suractivés» quand une enzyme nommée tPA s'y fixe et les coupe. Aujourd'hui, dans un modèle artificiel, *in vitro*, de barrière hématoencéphalique, les chercheurs établissent qu'en se liant aux récepteurs NMDA, cette protéase augmente la perméabilité du mur. Ils ont alors créé un anticorps – ils l'ont nommé Glunomab® – qui bloque l'interaction du tPA avec le récepteur NMDA.

Dans le modèle *in vitro*, le Glunomab® rétablit l'imperméabilité de la barrière: les globules blancs ne la traversent plus. Et chez des souris atteintes de sclérose en plaques, les symptômes moteurs n'évoluent plus. Dans leur cerveau, on ne trouve presque plus de globules blancs et la myéline est moins abîmée. Preuve que le Glunomab® ferme la barrière hématoencéphalique. D'où un médicament envisagé pour prévenir les poussées inflammatoires des patients, en complément des autres traitements. Un brevet est d'ores et déjà déposé. Reste à trouver les financements pour développer l'anticorps et lancer les essais cliniques. Claire aura peut-être un nouveau médicament pour combattre sa pathologie. ●

*Bénédicte Salthun-Lassalle*

## V oici le cerveau d'un des plus grands chanteurs et compositeurs de l'histoire du rock.

C'est dans le laboratoire du professeur Levitin, à l'université McGill de Montréal, que le chanteur Sting, ancien leader du groupe Police et lauréat de 16 Grammy Awards, a offert son encéphale à l'œil des scanners. L'idée était de savoir comment un musicien de premier plan entend et pense la musique. Sting a donc écouté des dizaines de morceaux de jazz, rock, tango et pop, pendant que l'IRM captait l'activité de son cerveau.

### LA MUSIQUE DANS LES NEURONES

Les scientifiques ont observé que le cerveau de Sting s'activait de façon similaire à l'écoute de certains morceaux. Parmi eux, la chanson *Girl* des Beatles et le *Libertango* d'Astor Piazzolla. Écoutez-les si vous en avez l'occasion: vous éprouverez alors un sentiment étrange. Comme si un lien aussi profond qu'invisible les unissait. Leur caractère vocal ou instrumental diffère, tout comme leur orchestration et leur ligne mélodique, mais il subsiste une parenté, inscrite comme en filigrane. C'est cette parenté que traduit l'activité cérébrale identique de Sting lorsqu'il les écoute. De telles images révèlent qu'un musicien de ce niveau fonctionne par analogies, par rapprochements de diverses mélodies et accompagnements, ces chemins de traverse lui permettant de composer des paysages sonores cohérents, à la fois nouveaux et héritiers du passé. À quand la composition assistée par IRM? ●

*Sébastien Bohler*

## •• NUTRITION

# Les oméga-3 réduisent le stress

● **Cl. Bosch-Bouju et al., Cell Reports**, vol. 16, pp. 1-6, août 2016.

**N**ous ne sommes pas égaux face aux situations stressantes. Certains réagissent bien et conservent leur calme, d'autres perdent leurs moyens et basculent dans l'anxiété. D'où viennent ces différences ? Des chercheurs de l'Inra à Bordeaux et de l'Inserm à Marseille ont identifié un mécanisme cérébral de résistance au stress chez les souris, mécanisme lié à notre consommation d'oméga-3, les « bons » acides gras que l'on trouve dans les poissons gras comme le saumon, ainsi que dans les graines de noix, de colza... et dans le régime méditerranéen.

Mais le chemin est tortueux entre notre assiette et notre moral, et croise notamment les endocannabinoïdes, des molécules proches du cannabis naturellement présentes dans le cerveau. En effet, les chercheurs avaient déjà montré en 2011 que moins des souris mangeaient d'oméga-3, moins leur cerveau produisait d'endocannabinoïdes et plus elles étaient stressées. Les mêmes chercheurs viennent d'identifier le mécanisme de cette action.

Dans leurs expériences, ils ont d'abord « stressé » des souris en les plaçant en compagnie d'un mâle très agressif. Ils ont observé que malgré le stress, environ la moitié d'entre elles, plus



résilientes que les autres, ne développaient pas de comportements « anxieux », tel le fait d'éviter d'explorer un lieu inconnu.

Puis les neurobiologistes ont analysé une zone de leur cerveau appelée noyau accumbens, qui régule les émotions et où interviennent les endocannabinoïdes. Ils ont constaté que chez les souris normales (non stressées), les endocannabinoïdes enclenchent dans tous les neurones un mécanisme de plasticité cérébrale appelé dépression à long terme (LTD). Chez les souris stressées et non anxieuses, cette plasticité ne concerne plus que 55 %, et chez les rongeurs stressés et anxieux, 11 %. Mais en stimulant la production d'endocannabinoïdes dans le noyau accumbens des souris anxieuses, les chercheurs ont rétabli la LTD, et les animaux se sont apaisés.

Les oméga-3, en augmentant la sécrétion cérébrale d'endocannabinoïdes, améliorent ainsi la résistance au stress. Ces acides gras n'ont pas fini d'être « bons » pour la santé. ● **B. S.-L.**

## Lire, pour vivre plus longtemps

L'équipe de Becca Levy, à l'université Yale, a trouvé la formule de l'élixir de jouvence : il se compose de quelques centaines de pages imprimées, à consommer régulièrement. Après avoir interrogé 3 635 personnes âgées de plus de 50 ans et observé leur survie au cours des 12 années suivantes, les chercheurs ont

trouvé une mortalité inférieure de 20 % chez ceux qui dévoraient des livres, par rapport à ceux qui n'en lisaient jamais. Et ce, indépendamment de l'influence de facteurs tels que l'âge ou le niveau d'études. Selon les chercheurs, s'immerger dans un livre entraîne un certain nombre de facultés cognitives, comme la concentration, le raisonnement ou l'empathie, ce qui protégerait les neurones et pousserait à développer une meilleure hygiène de vie. ● **Guillaume Jacquemont**

# 10 ANS

**de plus : c'est le vieillissement supplémentaire d'un cerveau d'obèse, par rapport à une personne de poids normal.**

Source: L. Ronan et al., *Neurobiology of aging*, 27/08/2016

## Aux origines de l'orgasme féminin

À quoi sert l'orgasme féminin ? Le débat fait rage parmi les spécialistes, car son intérêt reproductif est moins évident que celui de son homologue masculin, qui propulse les gamètes mâles jusqu'à destination. Mihaela Pavličev, de l'université de Cincinnati, et son collègue ont proposé une nouvelle hypothèse pour expliquer son apparition. Ils ont constaté que chez d'autres espèces de mammifères, le coït déclenche chez la femelle des décharges hormonales similaires à celles qui se produisent lors de l'orgasme humain, et que ces décharges déclenchent l'ovulation. Les chercheurs pensent que c'était aussi la fonction de l'orgasme chez nos ancêtres. L'ovulation s'en serait déconnectée par la suite... le transformant en une sorte de vestige évolutif ! ●

G. J.

## Perdons-nous la mémoire ?

L'externalisation de la mémoire est un processus exponentiel, note Benjamin Storm de l'université de Californie. Plutôt que de retenir des numéros de téléphone, des textes, des dates historiques ou des noms de capitales, nous nous habituons à l'idée que tout est stocké sur Internet ou notre ordinateur, voire notre smartphone. Selon Storm, qui a réalisé une étude sur les pratiques des étudiants de son université, cette évolution s'accélère. L'externalisation de la mémoire présenterait des caractéristiques d'une dépendance : plus nous nous fions aux supports électroniques de mémoire, plus nous avons tendance à le faire ultérieurement, et à déléster nos neurones de cette tâche. Mais sans un savoir stocké dans nos neurones, peut-on encore penser ? ●

S. B.

### PSYCHIATRIE

# Mieux traiter les psychoses

● G. Kharkwal *et al.*, *Neuron*, en ligne le 6 juillet 2016.



**L'**halopéridol, la clozapine... Ces neuroleptiques dits de première et seconde générations, encore nommés antipsychotiques, sont prescrits en cas de psychoses ou de délires chroniques, notamment la schizophrénie. Ils atténuent souvent les symptômes (hallucinations, idées délirantes, agressivité, retrait social...), mais comportent des effets secondaires, notamment des troubles moteurs proches des symptômes de la maladie de Parkinson : spasmes musculaires, perturbations des mouvements ou rigidité. Ce qui conduit parfois à un arrêt du traitement, de sorte que le patient retourne à ses « délires »... Comment réduire les effets secondaires des antipsychotiques ? En comprenant par quel biais ils les provoquent.

Les antipsychotiques bloquent dans le cerveau les récepteurs D2 de la dopamine, un neurotransmetteur impliqué dans le circuit de la récompense et dans le contrôle moteur. C'est notamment au niveau du striatum que se projettent les neurones dopaminergiques et où l'inhibition des récepteurs D2 engendre les effets « sédatifs »

et « antihallucinatoires » des antipsychotiques. Mais le striatum contient aussi une faible quantité d'interneurones cholinergiques, qui sécrètent un autre neurotransmetteur : l'acétylcholine. Or ces petits neurones possèdent également des récepteurs D2, bloqués par les antipsychotiques. Emiliana Borrelli, de l'Inserm, et ses collègues ont supposé que l'inhibition de ces récepteurs provoquait un excès d'acétylcholine dans le striatum et sa surexcitation. D'où les symptômes de « parkinsonisme ». Pour le prouver, les neurobiologistes ont créé génétiquement des souris n'exprimant plus de récepteurs D2 uniquement sur les neurones cholinergiques du striatum, puis ils leur ont administré de l'halopéridol. Résultat : les rongeurs ne souffraient plus de catalepsie (une perte de la contraction des muscles), alors que les effets antipsychotiques persistaient.

La surexcitation des interneurones cholinergiques par les antipsychotiques est donc responsable des troubles moteurs indésirables. La qualité de vie des patients serait améliorée si l'on parvenait à museler l'activité de ces neurones... ●

B. S.-L.

## ●● NEUROSCIENCES

# Le soi vient-il du cœur ?

● **M. Babo-Rebelo et al.**, Neural responses to heartbeats in spontaneous thoughts, *Journal of Neuroscience*, 27/07/2016.



**C**omment développons-nous le sentiment conscient d'être au monde, en tant qu'entité unique, nous qui sommes un assemblage hétéroclite de milliards de cellules ? Certains chercheurs pensent que le sentiment de soi repose sur un réseau cérébral qui surveille en permanence les organes internes du corps, en particulier le cœur. La conséquence serait un lien entre l'activation de ce réseau et la propension de nos pensées à se tourner vers nous-mêmes. Mariana Babo-Rebelo, Craig Richter et Catherine Tallon-Baudry, du Laboratoire de neurosciences cognitives de l'ENS, à Paris, ont mis ce lien en évidence pour la première fois.

Dans leur expérience, 20 volontaires laissaient leur esprit vagabonder aussi librement que possible. Par moments, un signal visuel les interrompait et ils devaient alors évaluer à quel point leurs pensées se rapportaient à eux. Par exemple, la phrase « j'ai soif » se situerait tout en haut de l'échelle, tandis que « il viendra me voir » serait un peu en dessous (il est question de soi, mais aussi d'un autre), et « il va pleuvoir » occuperait le bas de l'échelle.

Tout au long de ces tests, l'activité cérébrale des participants était enregistrée par magnétoencéphalographie. Les chercheurs se sont intéressés à la réponse du cerveau aux battements de cœur, constituée de sursauts d'activité caractéristiques qui se produisent quelques centaines de millisecondes après chaque contraction cardiaque, à divers endroits du cortex. Ils ont constaté que plus l'amplitude de cette réponse était importante, plus les pensées des participants se rapportaient à eux-mêmes. C'était notamment vrai dans le précunéus ventral et le cortex préfrontal ventromédian, deux régions cérébrales connues pour être impliquées dans le sentiment de soi.

À ce stade, ces résultats n'établissent qu'une corrélation, et non un lien de cause à effet. Ils apportent toutefois un premier argument expérimental en faveur de la théorie selon laquelle les contractions cardiaques peuvent allumer les réseaux cérébraux du sentiment de soi. Comme un lointain clin d'œil à Aristote, qui plaçait le siège de la conscience dans le cœur... ● **G.J.**

## Le cancre est près du radiateur

**C'**est une image d'Épinal qui méritait d'être confirmée scientifiquement : c'est près du radiateur que l'on trouve le cancre. Et le premier de classe, évidemment, siège au premier rang où il boit les paroles du maître.

Le cliché est tout ce qu'il y a de plus vrai, d'après une étude menée à l'université de Salento, en Italie. Les résultats obtenus aux examens par 270 étudiants en marketing ont été mis en relation avec leur éloignement du tableau noir, et une corrélation linéaire est apparue, plus nette chez les personnalités timides et moins évidente pour les extravertis. Pour l'instant, les psychologues pensent qu'il faudrait inciter les étudiants timides à se placer plus à l'avant de la classe, car la distance les dissuade de poser leurs questions à haute voix... ● **S.B.**

## Qui préfère le bronze à l'or ?

**L**a finale du 200 mètres des Jeux olympiques a été le théâtre d'une scène étrange. Le vainqueur, Usain Bolt, avait l'air déçu. Alors que le troisième, Christophe Lemaître, était au paradis. Eh bien, si l'on en croit une récente étude de l'université de Séoul en Corée du Sud, Christophe Lemaître possède sans doute un tempérament heureux. En effet, l'étude coréenne a montré que les personnes heureuses apprécient particulièrement les médailles de bronze et d'argent aux Jeux olympiques. Certes, elles ne refusent pas l'or, mais elles se réjouissent volontiers de « petites choses ». Tout le contraire de l'ivresse des hauteurs qui aurait fait dire à Jules César : « Je préfère être premier dans mon village que deuxième à Rome. » Il devait être bien malheureux... ● **S.B.**

## NEUROSCIENCES

# Pourquoi n'entend-on plus rien en dormant ?

● **T. Andrillon *et al.***, Neural markers of responsiveness to the environment in human sleep, *Journal of Neuroscience*, 15/06/2016

**S**ouvenez-vous de la dernière fois que vous vous êtes endormi(e) sur la plage. Vous aviez vaguement conscience du bruit des vagues, d'un léger souffle de vent, de la lumière qui filtrait à travers vos paupières. Mais à mesure que vous vous assoupissiez, ces sensations se sont affaiblies. Et puis, plus rien.

Pourquoi le cerveau se déconnecte-t-il ainsi de son environnement pendant le sommeil ? C'est ce qu'ont étudié Thomas Andrillon, de l'ENS, à Paris, et ses collègues. Leurs résultats suggèrent que cet isolement vise à libérer des ressources cognitives pour consolider les souvenirs et rêver.

Les chercheurs ont enregistré l'activité cérébrale de 23 volontaires par électroencéphalographie, tandis qu'ils diffusaient avec un haut-parleur des listes de mots désignant soit un objet, soit un animal. Les sujets devaient appuyer sur un bouton situé à leur gauche dans le premier cas, à leur droite dans le second. Lorsqu'ils étaient fatigués, ils pouvaient s'endormir. Les mots continuaient alors à être diffusés.

Bien sûr, les participants qui dormaient n'appuyaient plus sur les boutons. Mais juste après leur assoupissement, leur tracé



électroencéphalographique présentait un pic caractéristique d'une préparation à l'action dans la zone du cortex moteur qui commandait la main adéquate. Autrement dit, le cerveau analysait le sens du mot et décidait d'appuyer sur le bon bouton, même s'il ne déclenchait pas le geste. Dans les phases du sommeil suivantes, le pic n'était plus observé, signe d'un plus grand isolement.

L'analyse a aussi révélé que les zones cérébrales traitant les propriétés des sons (intensité, fréquence...) s'allumaient toujours, mais que leur activité ne se propageait plus aux régions essentielles à la tâche demandée. Ces régions étaient tantôt éteintes, tantôt accaparées par les rêves. Le premier cas survenait lors d'une phase où le cerveau consolide les souvenirs – ce qui laisse penser que cette extinction optimise cette consolidation. Le second cas correspondrait à une mobilisation des ressources pour les rêves, qui ont de multiples fonctions, comme simuler les menaces ou aiguïser la compréhension des autres. ● **G.J.**

# 20 %

**de mots en moins prononcés par des enfants jouant avec des jeux électroniques, comparés à des jeux traditionnels.**

Source : A. Sosa, *JAMA Pediatrics*, vol. 170, pp. 132-137, 2016

## La sieste enrichit le vocabulaire

**P**lus un bébé fait de siestes, mieux il parlera, révèle une étude de l'université d'Oxford. Chez 246 bébés de 7 à 37 mois, les scientifiques ont mesuré la fréquence des siestes et, trois et six mois plus tard, leurs progrès en langage. Conclusion : plus ils font de siestes (d'une durée moyenne de 1 h 50), plus ils comprennent de

mots (et, dans une moindre mesure, en produisent). L'explication de ce phénomène et venue d'un constat étrange : les enfants faisant des nuits trop longues apprennent un peu moins de mots... Pour les chercheurs, cela indique que ce n'est pas la durée du sommeil qui compte, mais ses premières phases et son caractère non fragmenté. Condition que remplissent bien les siestes, qui couvrent généralement un cycle de sommeil. À partir de deux siestes par jour pour les tout-petits, les effets se font déjà sentir. ● **S.B.**



## MICHEL DESMURGET

Directeur de recherche au CNRS, unité UMR 5229,  
à l'institut des sciences cognitives  
Marc-Jeannerod, à Bron (69).



NEURO-IMAGERIE

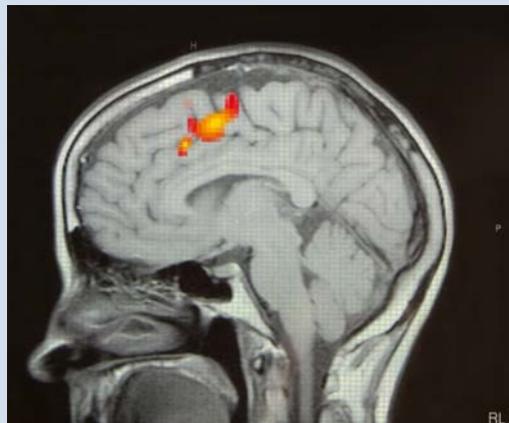
# IRM fonctionnelle: un taux d'erreurs alarmant

Un examen critique de milliers d'études d'imagerie cérébrale révèle une proportion préoccupante de « faux positifs ».

**L'**imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) constitue la base méthodologique de nombreuses études en neurosciences. Chez l'homme, cet outil permet d'étudier, de manière non invasive, les fondements cérébraux de nombreux comportements sensoriels, moteurs, émotionnels ou cognitifs. En bout de chaîne, on obtient typiquement l'image d'un cerveau dont les zones silencieuses apparaissent en gris et les zones actives en couleur. La production de cette image repose toutefois sur des traitements statistiques complexes. Pour les réaliser, les chercheurs disposent de logiciels dédiés. Curieusement, la robustesse de ces derniers n'avait, jusqu'à présent, jamais été testée en profondeur. Une lacune sur laquelle viennent de se pencher des méthodologistes suédois. L'idée : prendre un grand nombre d'examens de repos (le sujet ne fait rien), les assembler aléatoirement en groupes distincts et chercher des

différences d'activité cérébrale entre ces groupes. Sachant alors qu'aucune vraie différence n'existe et considérant une incertitude statistique de 5 %, on devrait observer au plus 5 % de différences erronées entre groupes. Or, en raison d'une modélisation inadaptée des propriétés du signal traité, les logiciels utilisés couramment dans ce domaine en ont produit bien davantage : jusqu'à 70 % !

Ce travail est essentiel à deux niveaux. Scientifiquement d'abord, il remet en cause plusieurs milliers d'études fondamentales et cliniques réalisées depuis vingt ans. Politiquement ensuite, il rappelle aux agences de financement qu'à trop négliger les bases de la recherche scientifique (et plus particulièrement les travaux méthodologiques) au profit d'annonces sensationnalistes, on s'expose à de solides déconvenues. Vérifier, tester, valider, ce n'est peut-être pas clinquant ni innovant, mais c'est tout simplement indispensable. ●



● Lorsque l'on analyse aléatoirement les données d'IRM obtenues chez des personnes au repos (ne réalisant aucune activité mentale particulière), on observe souvent une activation (*figure du dessus*) qui ne devrait pas être là (*figure du dessous*). Signe d'un problème dans le réglage des logiciels d'analyse.

## AMÉLIORER L'ANALYSE STATISTIQUE

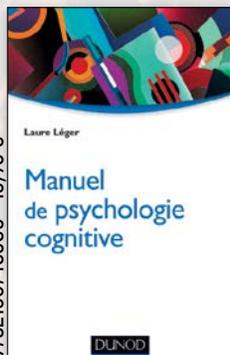
Cette étude ne condamne nullement l'IRMf en tant que telle. Elle montre « juste » que les approches statistiques standards sont beaucoup trop laxistes et que des protocoles plus rigoureux doivent être adoptés.

# À LA UNE pour la RENTRÉE UNIVERSITAIRE

## Psychologie cognitive

## Psychologie sociale

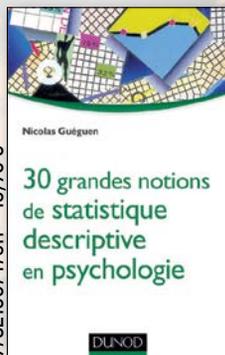
9782100743636 • 16,90 €



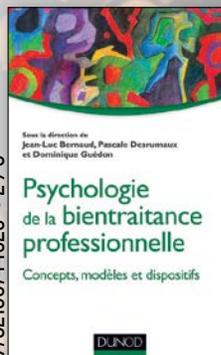
9782100720829 • 19,90 €



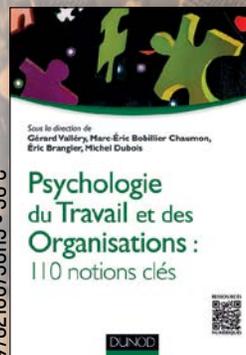
9782100747511 • 15,90 €



9782100744626 • 29 €

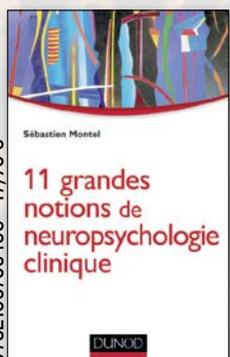


9782100738113 • 38 €

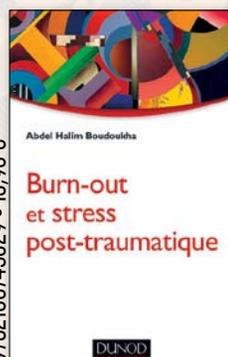


## Psychologie clinique

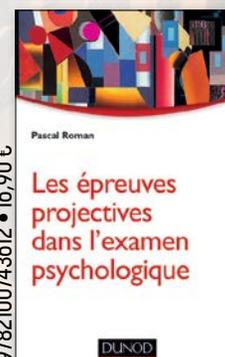
9782100706433 • 17,90 €



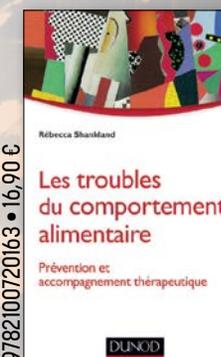
9782100743629 • 16,90 €



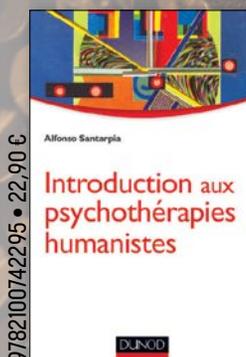
9782100743612 • 16,90 €



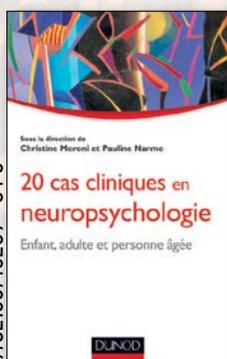
9782100720163 • 16,90 €



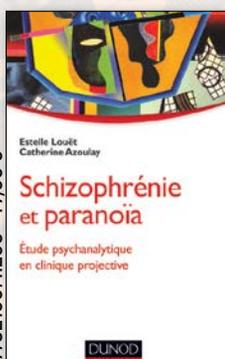
9782100742295 • 22,90 €



9782100740239 • 34 €



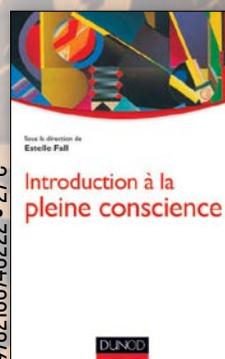
9782100711253 • 19,50 €



9782100742219 • 25 €



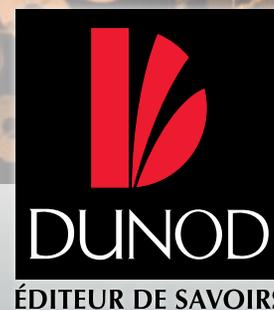
9782100740222 • 27 €



## ESPACE ENSEIGNANTS du SUPÉRIEUR



- ▶ Téléchargez la brochure Psychologie
- ▶ Réservez vos spécimens
- ▶ Contactez votre délégué pédagogique





◆  
En opérant le patient pendant qu'il est éveillé, les neurochirurgiens s'adaptent aux particularités de son cerveau. Une technique permise par l'absence de récepteurs de la douleur dans l'encéphale.

# Le renouveau de la chirurgie éveillée

Par **Hugues Duffau**, neurochirurgien et directeur de recherche à l'Inserm.

Opérer le cerveau d'un patient pendant qu'il exécute en direct des tests cognitifs : c'est le principe de la chirurgie éveillée, qui permet de retirer des tumeurs autrefois intouchables... et qui révolutionne notre conception du fonctionnement cérébral !

**L**orsque Florence entre en salle d'intervention, elle est concentrée et confiante, prête à être opérée de sa tumeur cérébrale. Celle-ci a été diagnostiquée après une crise d'épilepsie, il y a environ trois mois...

À première vue, la décision de Florence de se faire opérer pourrait surprendre. Elle ne présente aucun symptôme depuis la crise et un bilan récent n'a pas révélé de trouble cognitif notable. Sa tumeur, qualifiée de gliome de bas grade, est pré-maligne, c'est-à-dire qu'elle n'évolue qu'assez lentement. En outre, elle infiltre l'aire de Broca, une zone située à l'avant du cerveau et classiquement considérée comme essentielle à la production de la parole. Il y a vingt ans, les chirurgiens n'auraient jamais retiré une tumeur dans cette région, de peur de provoquer des troubles irréversibles du langage. Un risque d'autant plus critique pour Florence qu'elle travaille comme interprète.

## EN BREF

● Il y a quelques années, certaines tumeurs n'auraient jamais été opérées, de peur d'abimer des régions essentielles à des fonctions comme la parole ou le mouvement.

● Aujourd'hui, en opérant les patients éveillés, on dresse une cartographie de leur encéphale assez précise pour retirer les tumeurs sans provoquer de trouble majeur.

● Ces cartographies ont bouleversé notre compréhension du cerveau.

Si Florence a accepté ce type d'opération, c'est parce que trois éléments, dont nous avons longuement discuté depuis plusieurs semaines, l'ont décidée. D'abord, sa tumeur va évoluer et risque fort de susciter des problèmes neurologiques irréversibles, voire de menacer sa vie (voir l'encadré page 17). Ensuite, notre conception du système nerveux est en train de changer. D'une part, l'approche dite « localisationniste », selon laquelle une zone du cerveau réalise une fonction donnée, est remise en question, et, d'autre part, nous savons aujourd'hui que chacun a un cerveau différent, capable d'évoluer et de se réorganiser. Nous ne considérons donc plus *a priori* que des zones comme l'aire de Broca sont absolument indispensables à la parole et en conséquence inopérables.

Cela signifie aussi que pour déterminer les endroits où nous pouvons intervenir, il nous faut connaître le cerveau de chaque patient. Et c'est ●●

•• là qu'intervient le troisième élément qui a achevé de convaincre Florence. Grâce à la chirurgie éveillée, qui consiste à opérer le patient pendant qu'il est conscient, nous savons maintenant identifier précisément les zones cruciales pour les fonctions comme la motricité ou le langage, ce qui nous permet d'éviter de les endommager lors de l'ablation tumorale. Popularisée par le neurochirurgien canadien Wilder Penfield dans les années 1930, cette technique est tombée en désuétude pendant plusieurs décennies, seuls quelques médecins américains l'utilisant encore. Après l'avoir découverte auprès d'eux il y a une vingtaine d'années, je l'ai introduite en France et c'est aujourd'hui la référence pour ce type d'opération. J'ai ainsi formé quelque 350 équipes venues de plus de 50 pays différents.

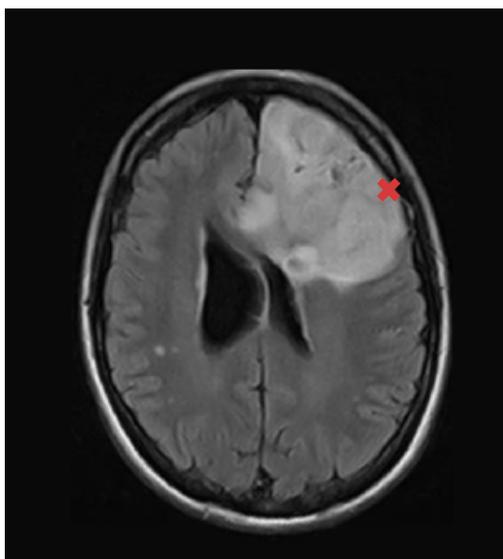
Florence a bien mesuré les enjeux, et elle a décidé de se battre maintenant pour mieux profiter de sa vie future, en continuant à faire des projets. Elle vient de s'installer sur la table d'opération. Nous l'endormons d'abord pour ouvrir sa boîte crânienne au niveau de la tumeur – ce n'est que plus tard qu'elle sera réveillée. J'incise ensuite le cuir chevelu au bistouri, puis j'ouvre le crâne avec un foret électrique. Dernière étape, je découpe les méninges, les enveloppes de tissu qui protègent le cerveau. Ce dernier est maintenant accessible.

### UNE INFILTRATION RAMPANTE

La tumeur, en revanche, n'est pas visible à l'œil nu, car elle ne forme pas une masse unique. Les gliomes sont en effet constitués de cellules gliales – les cellules de support des neurones – dysfonctionnelles, qui prolifèrent et s'infiltrent partout entre les cellules nerveuses. Ils dérèglent ainsi les réseaux cérébraux et déclenchent des crises d'épilepsie, qui finissent par être fatales. Leur infiltration complique d'ailleurs l'opération, car il est impossible de retirer uniquement le gliome : il faut extraire tout le morceau de cerveau contaminé.

Nous repérons donc notre cible avec un système d'échographie. La zone infiltrée par le gliome, plus dense, apparaît comme une masse sombre sur l'image de cerveau projetée sur un écran de contrôle.

Nous savons déjà que l'encéphale est organisé en réseaux parallèles distribués, dynamiques et interactifs (voir l'encadré page 18). Ceux-ci comprennent un nombre variable d'épicentres nerveux, de petites régions cérébrales de quelques millimètres carrés en moyenne. Ces « nœuds » du réseau sont connectés entre eux par des faisceaux de fibres (les prolongements des neurones, qui



● La tumeur de la patiente (en blanc sur cette IRM où le cerveau est vu de dessus) infiltrait tout son lobe gauche. Elle recouvrait notamment l'aire de Broca (croix rouge), classiquement considérée comme essentielle à la parole. Les neurochirurgiens ont pu la retirer sans provoquer de séquelle, preuve que cette conception est erronée.

constituent la substance blanche). Une fonction comme le langage naîtrait de leur activation simultanée ou coordonnée. Un même nœud pourrait en outre participer à plusieurs fonctions selon les aires cérébrales avec lesquelles il dialogue à un instant donné.

Lors de l'opération, nous devons éviter d'endommager les « zones éloquentes », c'est-à-dire les nœuds ou les fibres impliqués dans les fonctions majeures – motrices, sensorielles, visuospatiales, langagières, cognitives ou émotionnelles. Du moins celles dont le cerveau ne sait pas se passer. En effet, les réseaux sont redondants et capables d'activer si besoin des nœuds ou des sous-réseaux « dormants ». La destruction d'une portion d'un réseau par une tumeur ou une opération chirurgicale peut alors souvent



**Dès que l'inactivation d'une partie du réseau neural empêche Florence de parler ou de bouger, nous marquons l'endroit correspondant avec une étiquette pour éviter de le toucher lors de l'opération.**

être compensée, sans entraîner de trouble cognitif. Les réseaux se réorganisent aussi parfois à plus long terme, renforçant ou affaiblissant certaines connexions.

### CHAQUE CERVEAU EST UNIQUE

Toute la difficulté est alors de localiser les zones dont l'encéphale ne saurait pas compenser la perte. L'organisation cérébrale possède une certaine régularité, qui autorise quelques conclusions générales. Avec le neuropsychologue Guillaume Herbet, nous avons ainsi montré qu'un bouquet de fibres, disposées en éventail au niveau du cortex et qui se resserrent en plongeant dans les profondeurs du cerveau, est impliqué dans la majorité des fonctions chez tous les patients ; nous l'avons baptisé le «cerveau minimal commun». Mais nous avons aussi découvert que la localisation exacte des zones éloquentes varie fortement selon les individus, trop pour que nos modèles généraux servent de base à une opération chirurgicale. La variabilité est particulièrement grande chez les patients victimes d'une pathologie chronique et lentement évolutive, car les réseaux ont alors tout le temps de se remodeler. Dans le cas de Florence, la tumeur a probablement progressé pendant plusieurs années, suscitant une réorganisation massive. C'est aussi ce qui explique l'absence de symptômes – tandis que lors de lésions soudaines, suivant par exemple un accident vasculaire cérébral, les réseaux n'ont pas le temps de s'adapter et les séquelles sont souvent importantes.

Avant d'enlever la tumeur, nous devons donc cartographier le cerveau de Florence. L'IRM fonctionnelle permettrait *a priori* de déterminer les zones cérébrales qui s'activent lorsqu'elle effectue telle ou telle tâche, mais de nombreuses études scientifiques ont montré que les cartes obtenues par ce biais manquent de fiabilité quand les réseaux sont infiltrés par un gliome. Autre limitation, l'imagerie fonctionnelle n'indique pas quelles zones pourraient être compensées si elles étaient détruites.

C'est pourquoi nous optons pour une autre méthode de cartographie, qui nécessite la coopération active de Florence. Nous la réveillons donc. Les produits anesthésiants ont été savamment dosés, de sorte qu'elle recouvre toutes ses capacités en quelques minutes. Elle se sent bien et ne souffre pas, car le cerveau n'est muni d'aucun récepteur à la douleur.

Les tests sont choisis en fonction de chaque patient, selon les capacités cognitives menacées par la tumeur et celles qui sont particulièrement importantes pour sa qualité de vie, son métier,

### Biographie

#### Hugues Duffau

Responsable du département de neurochirurgie au CHU de Montpellier (hôpital Gui-de-Chauliac) et directeur de l'équipe Plasticité du système nerveux central, cellules souches et tumeurs gliales, au sein de l'unité Inserm 1051, à l'Institut des neurosciences de Montpellier. Il est l'auteur de L'Erreur de Broca (Michel Lafon, 2016).

ses passions, sa vie sociale. Si nous opérions un danseur, par exemple, nous testerions de façon fine la cognition spatiale. Chez Florence, nous savons que la zone infiltrée par le gliome est proche de réseaux essentiels au mouvement, au contrôle attentionnel et au langage, si crucial dans son métier. Un orthophoniste commence donc par lui demander de compter et de bouger le bras droit en même temps, pour tester ces fonctions. Pendant ce temps-là, nous envoyons de petites stimulations électriques à divers endroits de son cortex, afin de les mettre temporairement hors circuit. Les courants perturbent la synchronisation des neurones, qui n'arrivent plus à travailler ensemble. Nous créons ainsi de multiples «lésions virtuelles transitoires» dans le cerveau de Florence. Dès que nous toucherons une zone impliquée dans la tâche demandée – et dont les réseaux n'arrivent pas à compenser instantanément la perte –, notre patiente ne parviendra plus à l'effectuer correctement.

Et c'est bien ce que nous observons. Alors que les premières stimulations n'ont pas gêné Florence, elle s'arrête soudain de bouger et de

## DES ANNÉES DE VIE GAGNÉES

**L**es gliomes diffus de bas grade sont trompeurs, car leur évolution lente masque leur dangerosité. Ces tumeurs infiltrent le cerveau en migrant le long des faisceaux de substance blanche et croissent de façon régulière, leur diamètre augmentant d'environ quatre millimètres par an. Elles touchent la glie (les cellules de soutien des neurones) et dérèglent ainsi les réseaux cérébraux, déclenchant des crises d'épilepsie et des troubles cognitifs. Mais ce qui les rend si dangereuses, c'est surtout qu'elles se transforment systématiquement en tumeurs dites malignes, qui progressent beaucoup plus vite. Sans intervention, la médiane de survie – le délai au bout duquel la moitié des patients sont décédés – n'est que de 5,9 ans après le diagnostic, comme l'a montré en 2012 l'équipe d'Ole Solheim, de l'hôpital universitaire Saint-Olav, en Norvège.

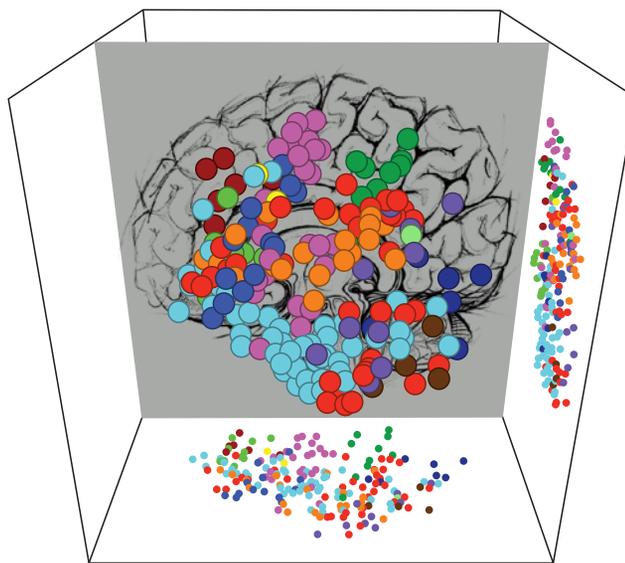
Ces chiffres ont complètement modifié la prise en charge des gliomes. D'une attitude attentiste, les médecins sont passés à une stratégie active. L'objectif est désormais d'empêcher le passage au stade malin, en extrayant la plus grosse partie possible de la tumeur par une opération chirurgicale. En 2013, les scientifiques du Réseau d'étude français des gliomes ont publié la plus importante évaluation de cette stratégie, effectuée sur plus de mille patients. La médiane de survie était alors de treize ans par rapport au premier traitement et de quinze ans par rapport au premier symptôme ! Si l'on compare aux six ans à peine de l'étude norvégienne, l'intervention fait plus que doubler la médiane de survie. Et grâce à la technique de la chirurgie éveillée, qui nous confère une précision sans égale, il devrait être possible de prolonger encore la survie des patients, sans nuire à leur qualité de vie.

- compter. Nous en déduisons que la zone inactivée est cruciale à la fois pour l'articulation et le mouvement. Nous la marquons d'une minuscule étiquette stérile, afin de la préserver lors de l'opération. Nous découvrirons plusieurs autres zones essentielles à l'une ou l'autre de ces fonctions, voire aux deux à la fois.

Classiquement, on se serait attendu à détecter ces zones dans l'aire de Broca. Mais ce n'est pas ce que nous avons observé, les régions identifiées étant plutôt situées à divers endroits autour de cette aire. L'inactivation de celle-ci n'a par ailleurs entraîné aucun trouble du langage.

De fait, l'omnipotence de l'aire de Broca pour la production de la parole est aujourd'hui remise en cause. D'abord, parce que la conception localisationniste du cerveau semble erronée, comme nous l'avons évoqué. Ensuite, car nous avons précisé les réseaux cérébraux impliqués dans la parole grâce à la technique de cartographie électrique, et que ces réseaux n'incluent qu'assez rarement l'aire de Broca. Ils comprennent en revanche de nombreuses structures cérébrales reliées par des fibres de substance blanche, comme nous l'avons montré en 2014 en moyennant les localisations observées chez 165 patients.

La même année, nous avons confirmé au bloc opératoire une hypothèse émise par certains neuroscientifiques, à savoir l'existence d'une double voie dans le langage : un réseau dorsal (sur le haut du cerveau) gère le traitement phonologique des mots, tandis qu'un groupe de deux sous-réseaux ventraux (à la base de l'encéphale) est impliqué dans l'analyse sémantique de



l'information. Ces deux voies sont bien distinctes dans les zones profondes du cerveau et convergent en partie au niveau de certaines zones corticales. C'est en s'activant de façon synchronisée que tous ces réseaux permettent la production d'un discours cohérent et porteur de sens.

Pour détecter la localisation précise des épicentres de ces réseaux chez Florence, nous faisons défiler devant ses yeux des images d'objets sur un écran d'ordinateur en lui demandant de les nommer. Pendant ce temps, nous continuons d'envoyer de petits courants électriques dans son cerveau. Et certaines stimulations finissent par entraîner des erreurs : à un moment, Florence dit

● **Les fondements cérébraux du langage, cartographiés grâce à la chirurgie éveillée, sont bien plus complexes que ce que l'on croyait. Ils se composent de multiples réseaux entrecroisés, assurant diverses fonctions, comme le traitement phonologique (points rouges) ou sémantique (points bleus). Sur l'image ci-dessus, les points sont dans le lobe gauche du cerveau, en avant de la coupe représentée.**

## UNE NOUVELLE VISION DU CERVEAU

**L**a chirurgie éveillée a révolutionné notre connaissance du cerveau, en livrant une série de cartes des zones qui sous-tendent ses différentes fonctions. Elle a en particulier contribué à remettre en cause le principe « localisationniste », selon lequel une aire remplit une fonction précise, par exemple l'aire de Broca associée à la production de la parole. Ce principe a prévalu pendant plus d'un siècle et reste souvent enseigné aujourd'hui. Pourtant, il s'accorde mal avec l'observation que de nombreux patients récupèrent de lésions dans ces zones, ainsi qu'avec les cartes obtenues grâce à la chirurgie éveillée.

Celles-ci plaident plutôt en faveur d'un modèle fondé sur la « connectomique ». Selon ce modèle, le cerveau est constitué de sous-circuits qui incluent des régions corticales et profondes – bien plus petites que les aires postulées par la théorie

localisationniste –, interconnectées par des faisceaux de substance blanche. Une fonction comme la parole naîtrait alors de l'allumage simultané ou coordonné de différents épicentres nerveux, voire de vastes sous-réseaux susceptibles de s'étendre à travers tout le cerveau.

Dans une série d'études publiées au cours des dernières années, nous avons ainsi identifié des réseaux complexes à l'origine du langage, de la cognition spatiale, des fonctions sensorimotrices, de la vision, du calcul, de la reconnaissance des images, des émotions et de l'empathie. D'autres réseaux ont été découverts pour les fonctions dites exécutives, telles que la mémoire à court terme, le contrôle cognitif, ou encore le jugement – pour n'en citer que quelques-unes. Selon les patients, les zones traditionnellement associées à ces fonctions constituaient ou pas des nœuds au sein des réseaux identifiés dans ces études.

«chat» pour «chien» (erreur sémantique), et à un autre, «girale» au lieu de «girafe» (erreur phonologique). Signe que nous nous situons au niveau de zones corticales cruciales pour les voies phonologiques et sémantiques. Nous étiquetons leur emplacement avec soin.

Une autre faculté essentielle à sauvegarder chez Florence est sa capacité de passer de l'anglais au français pour son métier. Ayant montré en 2009 que cette capacité est assurée par des réseaux particuliers, nous partons à leur recherche et demandons à nouveau à Florence de nommer les objets représentés sur des images, mais cette fois-ci en anglais. Tout va bien... jusqu'à ce que nous stimulions certains sites. Florence donne alors le nom de l'objet, mais en français. Elle se rend compte qu'elle ne fournit pas la bonne réponse, mais ne parvient plus à passer à l'anglais. Là encore, nous notons la localisation de ces zones à préserver.

Peu à peu, nous établissons ainsi la carte fonctionnelle du cortex de Florence. Au final, nous ne trouvons aucune zone essentielle au niveau de la région de Broca, que recouvre le gliome.

Nous voilà prêts à commencer l'ablation de la tumeur. Après avoir rassuré Florence, en lui disant que nous allons pouvoir enlever la majeure partie, si ce n'est la totalité, je commence à creuser dans la zone infiltrée. À cinq centimètres de profondeur, je m'arrête : j'ai retiré toute la partie de la tumeur située dans les couches superficielles de l'encéphale.

### PRÉSERVER LES VOIES DE COMMUNICATION

L'opération n'est pas terminée pour autant, car les gliomes pénètrent en profondeur dans le cerveau, en migrant le long des fibres de substance blanche. Pour la suite, nous devons avancer pas à pas. Nous stimulerons d'abord une petite zone et si cela ne déclenche aucun trouble, nous la retirerons. Puis nous répéterons l'opération un peu plus en profondeur.

Si nous procédons de la sorte, c'est qu'il est capital de ne pas endommager les fibres de substance blanche qui plongent vers l'intérieur de l'encéphale. Ces «autoroutes neuronales» sont en effet essentielles au transfert de l'information, de sorte que le cerveau n'arrive pas à compenser leur perte. Nous l'avons découvert à partir d'observations effectuées sur 231 patients lors d'opérations de chirurgie éveillée : quand nous inactivons les zones qui contenaient ces fibres, cela provoquait systématiquement des troubles fonctionnels. La préservation de ce «connectome» est donc cruciale, d'autant plus que ces fibres sont incapables de se reconstituer.



## Quelques semaines après l'intervention, Florence ne présente aucun trouble du langage, malgré l'ablation de son aire de Broca

Depuis deux heures qu'elle est éveillée, Florence commence à se sentir fatiguée. Nous devons interrompre l'opération dans quelques minutes. Bien qu'ayant retiré la totalité de la tumeur, nous continuons à enlever un peu de tissu cérébral pour limiter le risque de rechute. En effet, des cellules tumorales isolées se répandent parfois jusqu'à 2 centimètres autour de l'anomalie visible sur les appareils d'imagerie. Pour chaque patient, l'étendue de la chirurgie est le fruit d'un compromis entre la nécessité de retirer le plus de tissu cancéreux possible et

celle de préserver les zones essentielles aux diverses fonctions cérébrales. Parfois, cela implique de laisser une fraction de la tumeur. Dans d'autres cas, on choisit d'insister.

Chez Florence, nous arrivons à la limite : nos dernières stimulations des faisceaux profonds ont déclenché des troubles de langage, comme ceux que nous avons observé lors de l'extinction de certaines zones corticales (des erreurs phonologiques ou sémantiques et un passage involontaire au français). C'est le signe que nous devons nous arrêter, afin de préserver la qualité de vie de Florence. Grâce à elle, nous avons trouvé le juste milieu. C'est le moment de la rendormir pour refermer le crâne.

À son réveil, la patiente est sereine et parle sans difficulté. Quelques troubles du langage apparaissent dans les heures qui suivent, dus à un petit œdème, qui se résorbe toutefois assez vite. Il perturbera tout de même légèrement les réseaux et des séances de rééducation orthophonique intensive seront nécessaires pour parachever la réorganisation du cerveau.

Quelques semaines après l'intervention, Florence a récupéré l'ensemble de ses capacités, et ce malgré l'ablation de la région de Broca. Trois mois plus tard, elle reprendra son travail d'interprète. Par précaution, elle continuera à être surveillée toute sa vie, un examen d'imagerie cérébrale étant pratiqué tous les six mois. Quatre ans après son opération, elle forme le projet d'avoir un enfant. ●

### Bibliographie

**G. Herbet et al.**, Mapping the neuroplastic potential in brain-damaged patients, *Brain*, vol. 139, pp. 829-844, 2016.

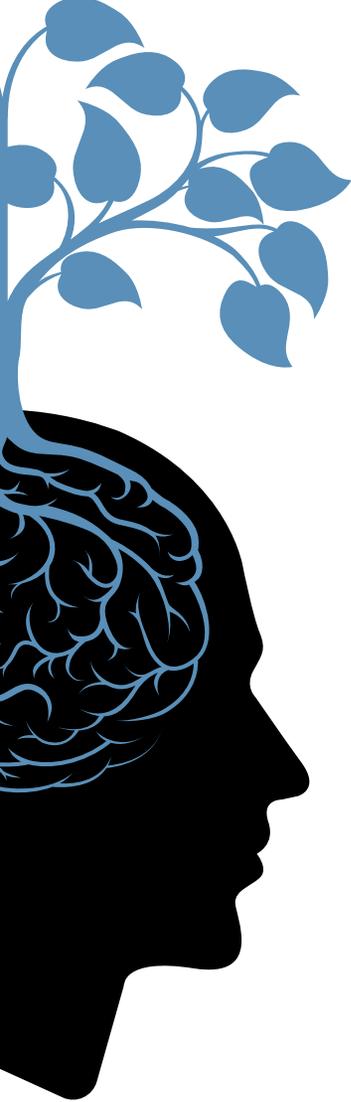
**H. Duffau**, Resecting diffuse low-grade gliomas to the boundaries of brain functions: a new concept in surgical neuro-oncology, *Journal of Neurosurgical Science*, vol. 59, pp. 361-371, 2015.

**H. Duffau**, Stimulation mapping of white matter tracts to study brain functional connectivity, *Nature Reviews Neurology*, vol. 11, pp. 255-265, 2015.

# On a perdu le ciment de la mémoire

Par **Georges Chapouthier**, neurobiologiste,  
directeur de recherche émérite au CNRS.

On pensait que nos souvenirs se forment quand nos neurones renforcent leurs connexions au moyen de protéines « ciment ». Mais des expériences viennent de montrer qu'ils continuent à apparaître si l'on bloque la synthèse de ces protéines. Qu'est-ce qui les maintient ?



## Q

**U'est-ce qui change dans notre cerveau quand nous retenons un souvenir ?** L'une des idées centrales est que le souvenir se « consolide » peu à peu et passe d'un enregistrement, temporaire et labile, sous forme d'impulsions qui circulent dans les voies nerveuses, à un stockage plus pérenne dans un réseau de connexions nerveuses cérébrales relativement stables. Pour la plupart des spécialistes de cette question, cette stabilisation, assez rigide, des connexions nerveuses fait intervenir un mécanisme essentiel à l'œuvre chez les organismes vivants : la synthèse des protéines. De fait, des expériences ont confirmé que cette synthèse a effectivement son importance, à la fois lorsque nous sommes éveillés, quand nous exerçons nos aptitudes de mémoire, et durant une phase

particulière du sommeil où nous « révisons » nos souvenirs, une phase qu'on appelle le « sommeil paradoxal », et qui est assez souvent associée au phénomène du rêve.

### ANTIBIOTIQUES ET MÉMOIRE

L'un des meilleurs outils pour cette démonstration fut l'utilisation des antibiotiques lors d'apprentissages effectués par des animaux. Les antibiotiques ont pour propriété de bloquer la synthèse des protéines. C'est la raison de leur activité thérapeutique : administrées dans le corps d'un patient, elles entravent les capacités de croissance des microorganismes pathogènes qui y sont présents, empêchent par suite leur reproduction et aident donc fortement à la guérison du malade. Mais, administrées à fortes

doses dans le cerveau de divers animaux, elles empêchent aussi la production de nouvelles protéines. Or, les pionniers qui ont entrepris ces expériences dans les années 1970 et 1980, tels Bernard Agranoff, Louis Flexner et Daniel Flood aux États-Unis, ou la neurobiologiste Arielle Ungerer en France, ont constaté que l'administration de grosses quantités d'antibiotiques dans le cerveau entraînait, chez les animaux traités, que ce soient des rongeurs de laboratoire ou même des poissons rouges, d'importantes pertes de mémoire. Les apprentissages récemment acquis semblaient oubliés... Ce qui laissait penser que la synthèse des protéines était nécessaire à la mise en mémoire. Cette idée, confortée depuis lors par de nombreux travaux ultérieurs, n'avait pas été remise en cause depuis plusieurs dizaines d'années...

C'est justement ce point fondamental que viennent de mettre en question les travaux récents d'une équipe franco-américaine animée par la chercheuse française Pascale Gisquet-Verrier, avec ses collègues du laboratoire « NeuroPSI » CNRS/université Paris-Sud, en collaboration avec des chercheurs de l'université Kent State de l'Ohio. Les chercheurs ont entraîné des rats à éviter un compartiment où ceux-ci recevaient un léger choc sur les pattes. Lorsqu'un composé bloquant la synthèse des protéines leur était administré après l'apprentissage, les rats pénétraient à nouveau dans le compartiment où ils avaient reçu la décharge électrique, comme s'ils avaient tout oublié de cette expérience déplaisante. Cependant, si on leur montrait, avant le test, « un indice de rappel » de l'apprentissage (en les replaçant brièvement dans le contexte où ils avaient appris, ce qui est en quelque sorte le rôle de la « petite madeleine de Proust »), ils évitaient le compartiment où ils avaient reçu le choc, exactement comme les animaux non traités aux antibiotiques, montrant par là qu'ils n'avaient pas vraiment oublié. Ces résultats étonnants laissaient donc penser que l'amnésie apparente des rongeurs n'était pas due à l'effacement complet et définitif de leurs souvenirs par les antibiotiques, mais probablement à des difficultés à les raviver.

#### UNE MÉMOIRE SANS PROTÉINES « CIMENT » ?

Que reste-t-il alors de l'hypothèse classique du rôle de la synthèse protéique dans la mémoire ? Il paraît peu vraisemblable que cette fonction biochimique essentielle de l'organisme ne joue aucun rôle dans la mise en mémoire. D'ailleurs, de nombreux autres arguments

#### Bibliographie

**P. Gisquet-Verrier et al.,**  
*The Journal of Neurosciences*, vol. 35,  
pp. 11623-11633, 2015.

**G. Chapouthier,**  
*Biologie de la mémoire*,  
Odile Jacob, 2006.

expérimentaux peuvent être apportés à l'appui de l'hypothèse traditionnelle, par exemple le fait que le cerveau fabrique plus de protéines durant les périodes d'apprentissage, ou même le fait que certaines d'entre elles, les peptides, jouent un rôle important dans le fonctionnement de la mémoire. Ainsi on a pu montrer l'action favorable ou défavorable sur l'apprentissage de divers peptides dérivés d'hormones ou de médiateurs cérébraux, ainsi que l'action amnésiante de certains peptides extraits de plantes. Il paraît donc probable que la synthèse protéique conserve un rôle fondamental dans la mise en mémoire. Quant aux mécanismes qui pourraient compléter son rôle dans la mémorisation, ils restent pour le moment inconnus. Les connexions entre neurones, les fameuses synapses, gagnent-elles en efficacité par d'autres mécanismes que la fabrication de ces protéines ? Peut-on, au sein de voies nerveuses redondantes, concevoir une dégénérescence sélective de certaines voies qui rendrait du coup d'autres voies plus actives ? La recherche future devra le préciser.



## Incapables de fabriquer de nouvelles protéines cérébrales, les rongeurs continuent pourtant de former de nouveaux souvenirs. Et si c'était un nouvel espoir pour le traitement des maladies de la mémoire ?

Malgré tous ces pans d'ombre, les travaux de Gisquet-Verrier et de ses collaborateurs suggèrent que certains des arguments essentiels avancés jusqu'à présent pour valider l'hypothèse traditionnelle, à savoir l'oubli produit par les antibiotiques, sont clairement à revoir. Des recherches à venir devront donc préciser les parts respectives, dans les amnésies, de la synthèse protéique et des difficultés de rappel dues à d'autres facteurs. Sur un plan plus pratique, le fait que, dans beaucoup de cas, les souvenirs ne soient pas vraiment effacés, mais seulement difficiles à rappeler, suggère que des améliorations pourraient être trouvées, dans le domaine thérapeutique, dans de nombreux cas pathologiques où l'on avait cru à une amnésie rigide et indélébile. Et l'on pense évidemment à la maladie d'Alzheimer. ●

# Un hyperactif dans la lune



© shutterstock.com/Suzanne Tucker

◆  
Est-il triste ou s'agit-il d'un autre problème ? Le premier diagnostic qui vient à l'esprit des psychiatres est la dépression. Ils sont loin du compte.



## GRÉGORY MICHEL

*Professeur de psychopathologie à l'université de Bordeaux,  
directeur adjoint de l'unité U1219 de l'Inserm.*

Triste et anxieux, Théo n'a pas d'amis. Les médecins le croient dépressif. En fait, il est dans la lune et peine à se concentrer. Il souffre du célèbre trouble de l'attention avec hyperactivité... mais sans hyperactivité ! Une pathologie dont le diagnostic met parfois des années à être posé.

**J**'ai rencontré Théo pour la première fois dans la salle d'attente de notre service de psychiatrie infantojuvénile. Je me souviens d'un garçon effacé, dont les parents paraissent tendus et nerveux. Aussitôt entrée dans mon bureau, sa mère a commencé à expliquer la situation : « Nous sommes très préoccupés par le comportement de notre fils, notamment depuis qu'il est entré au collège. » J'observe le garçon : en retrait, il semble écouter avec intérêt. C'est au tour de son père de faire la liste de ses comportements à risques : « Mon fils a toujours été casse-cou – un peu comme moi à son âge – mais lui, depuis quelque temps, prend des risques bien plus grands. » Théo pratique ainsi le skateboard à haute dose. Il s'est d'abord fracturé le poignet « en tentant de passer une figure trop dangereuse ».

### DES PROBLÈMES, RIEN QUE DES PROBLÈMES !

Puis est arrivé l'accident qui leur a donné froid dans le dos : « Théo nous a fait très peur il y a six mois. En pratiquant son Parkour (une activité de sport urbain combinant saut et escalade), il est tombé d'un garage et, par miracle, ne s'est cassé qu'une cheville. »

Parkour, skateboard, mais aussi défis physiques de plus en plus inquiétants. À la clé,

### EN BREF

- Tristesse, anxiété, isolement social, comportements limites et résultats scolaires en chute libre ? C'est une dépression !
- Sauf que dans le cas de Théo, ce diagnostic ne résout rien. En outre, il n'a pas perdu toute joie de vivre et n'est pas apathique. Alors, que lui arrive-t-il ?
- Peu à peu se fait jour une autre réalité. Théo est dans la lune, il n'arrive pas à se concentrer, ce qui crée des difficultés scolaires, une anxiété et une image de soi dégradée. Tout son mal-être en découle.



- blessures multiples, membres fracturés et hématomes au visage. Et cela ne date pas d'hier : tout petit déjà, le gamin était un habitué des urgences...

On n'arrête plus les parents sur ce chapitre. D'après la maman, les résultats scolaires de Théo sont en chute libre depuis la classe de sixième. «Tous les enseignants se plaignent de ses problèmes de comportement et d'attitude, dit-elle. C'est bien simple, Théo n'écoute pas, réagit mal aux mauvaises notes, bâcle ses devoirs et semble absent pendant le cours. Quand on le reprend, il s'énerve ou pique une colère. Pour ses enseignants, c'est vraiment un enfant agaçant.»

Alors, qu'arrive-t-il à Théo ? Je commence par consulter son dossier médical : il s'avère qu'avant d'arriver dans ma consultation, Théo a été suivi en psychothérapie entre l'âge de 9 et 11 ans, et qu'on lui a diagnostiqué une dépression.

De fait, l'enfant est souvent isolé, peu sociable, triste et abattu, il a peu d'amis à l'école et manque d'assurance. À cela s'ajouterait, d'après les médecins qui l'ont examiné, une intelligence dite limite... Une autre façon de dire qu'il n'est pas très futé, d'où ses difficultés scolaires... Ses comportements à risques ? Difficile pour l'instant de les rattacher à ce tableau...

### UNE DÉPRESSION QUI N'EN EST PAS UNE

Le cas de Théo est étrange. Je n'arrive pas, à ce stade, à déceler le fil conducteur qui relierait ses symptômes. Je propose donc de le recevoir en entretien privé, et demande aux parents de nous laisser. Je me retrouve seul avec Théo.

Je me convaincs alors que Théo souffre effectivement d'une forme de tristesse et d'anxiété. Une de ses phrases caractéristiques est : «Je me trouve nul. Je suis nul à l'école et nul aussi d'inquiéter mes parents.» Il décrit un fond continu de tristesse ainsi qu'une faible estime de lui-même. Abandonnant peu à peu sa première attitude défensive, il laisse filtrer son amertume. Retenant ses larmes, il évoque un sentiment de découragement : difficultés d'endormissement, réveils précoces liés à des inquiétudes vis-à-vis de son avenir professionnel...

En fait, Théo supporte mal l'échec et souffre d'une profonde disqualification de soi. En permanence, il craint d'être mis en difficulté et critiqué. Les remarques, les reproches, les remontrances, voire les accusations qui lui sont renvoyés sapent sa confiance en lui. Il entend toujours les mêmes remarques : «Théo travaille mal, Théo n'est pas fiable, il est maladroit, il perd ses affaires, etc.»

En classe, il s'attend évidemment à faire des erreurs, à être critiqué et sanctionné. À tel point

qu'il s'interdit d'intervenir en cours. Résultat : il n'ose plus aller vers les autres, se sentant jugé, mal aimé ! Et cette vision de lui-même et des autres provoque, par une réaction en chaîne, des comportements dits d'opposition, quand ce ne sont pas des colères. Pour ne rien arranger, son frère aîné est brillant à l'école, un vrai modèle pour ses parents !

Dans la suite de nos entretiens, se produit un beau jour un déclic. Sur son fauteuil, tendu, les poings serrés, Théo confesse d'une voix douce et sincère son inquiétude : «Je ne pensais pas que mes parents avaient autant peur pour moi. Moi, je ne fais rien pour ça. C'est juste que je ne me rends pas compte des conséquences de ce que je fais parfois. C'est plus fort que moi...» Je vois qu'il est très loin de la nonchalance décrite par ses parents. Il est parfaitement conscient de ce qui se passe dans l'ici et le maintenant. Et surtout il semble «agi». «Je suis curieux de tout, trop curieux», me dit-il. «J'ai tendance à zapper en permanence, pas uniquement les chaînes de télé ou Internet, non – toutes les activités.» Il y a là comme une sorte d'appétit insatiable pour toutes les sources de stimulations, au point qu'il n'arrive pas à se focaliser sur l'une d'entre elles pour

**20 %  
DES  
ENFANTS**

**ayant un trouble de l'attention sans hyperactivité présentent une forme de dépression mineure.**

## LE DÉFICIT ATTENTIONNEL SANS HYPERACTIVITÉ

**L**es perturbations de l'attention sont généralement regroupées sous l'appellation de trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDA/H). Ce dernier se définit le plus souvent comme un mélange d'impulsivité, d'hyperactivité motrice et d'inattention. Or le jeune Théo présente de forts troubles de l'attention, mais il n'est ni impulsif ni hyperactif : c'est probablement pourquoi le diagnostic de TDA/H n'a pas initialement été posé. Toutefois, la forme clinique « attentionnelle pure » de ce trouble existe aussi, même si elle est moins voyante et spectaculaire. Seuls des problèmes d'attention et de concentration la caractérisent alors.

### INATTENTIF MAIS PAS HYPERACTIF

Le TDA/H est un trouble neurodéveloppemental, ce qui signifie que son origine est essentiellement de nature neurologique. D'après François Bange, de l'hôpital Sainte-Anne, à Paris, il affecte environ 5 % des enfants d'âge scolaire. Certaines hypothèses supposent qu'un déséquilibre neurochimique affecterait le fonctionnement de certaines régions du cerveau (notamment, le cortex cingulaire dorsoantérieur) sous-tendant des fonctions cognitives essentielles dans les apprentissages, le maintien de la vigilance ou la maîtrise de soi. Pour que le diagnostic de TDA/H soit posé chez un enfant ou un adolescent, il faut que ces difficultés soient présentes depuis plusieurs années et que les symptômes aient un retentissement dans plusieurs environnements.

l'approfondir, à l'exception du skateboard et du Parkour. En classe, les conséquences sont évidemment désastreuses car Théo est soumis à bon nombre de stimulations, que ce soit celles de l'enseignant qui dispense son cours et qui requiert toute l'attention de la classe, les élèves qui chuchotent, un stylo qui tombe par terre, le bruit des voitures dans la rue... Théo n'arrive pas à écouter, à être attentif, et ce n'est ni parce qu'il est préoccupé par ses problèmes ou absorbé par sa présumée dépression, ni parce qu'il est incapable d'extraire l'information pertinente des bruits de la vie en classe. « J'ai toujours eu du mal à me concentrer, confesse-t-il, je suis beaucoup trop distrait. » Impossible pour lui de prioriser son attention, de hiérarchiser l'importance des informations auquel il est soumis, ce qui met en difficulté sa concentration, sa mémoire de travail !

Certains détails ne trompent pas. Pendant que nous parlons, Théo a les pires difficultés à garder le fil de notre conversation. Il joue avec sa montre, regarde par la fenêtre, de sorte que je dois sans arrêt reposer mes questions et reprendre le fil de mon discours. Et plus la conversation se prolonge, plus ses difficultés attentionnelles apparaissent au premier plan.

#### L'ESPRIT EN MODE ZAPPING

Le défi quotidien de Théo est de pouvoir faire abstraction des stimulations secondaires pour ne retenir que celles qui sont essentielles. De l'extérieur, l'enseignant pense que Théo est dans son monde, ou qu'il ne veut ni écouter ni participer, car cela ne l'intéresse pas. Mais en réalité, Théo n'est pas ailleurs, il veut participer. Simplement, il est trop présent, présent à tout, à tous les sons, à toutes les stimulations au point de ne pas être disponible à l'effort cognitif qui est attendu de lui à un moment précis. Ce que Théo va décrire, et qui sera concordant avec son bilan psychologique, sont plusieurs années d'importantes difficultés cognitives s'étendant de l'inattention à des problèmes de concentration, de mémorisation et de planification. Toutes ces perturbations de la sphère cognitive difficilement détectables sans bilan clinique sont très invalidantes, au premier chef sur le plan scolaire. Sans compter que son entourage se plaint de ses maladroites, de ses oublis qui conduisent souvent à des remontrances, voire à des punitions de la part de ses parents et des enseignants. Or, tout ce dont on l'accuse, il ne le souhaite pas. « Je ne le fais pas exprès », me dit-il. Tout cela affaiblit son estime de soi, causant une anxiété de fond évocatrice de dépression.

Mais de dépression, il n'est pas vraiment question. Je note soigneusement l'absence de certains symptômes caractéristiques : pas d'anhédonie – la perte globale de plaisir et de joie de vivre chez les dépressifs –, car Théo adore faire du Parkour et du skateboard ; pas d'apathie ni d'événement négatif dans sa vie qui auraient pu provoquer un changement brusque de son humeur.

Je lui propose donc un bilan psychologique pour en avoir le cœur net. Par exemple, l'épreuve dite des cubes, incluse dans le test d'intelligence de Wechsler (WISC IV) : il s'agit de reproduire à l'aide de cubes colorés des motifs visuels présentés sur des cartes. Théo a du mal. Ses capacités



## Chez Théo, les difficultés attentionnelles sont un facteur d'échec et de rupture sociale, ainsi que de dévalorisation. De là découlent son anxiété et sa tristesse

visuoconstructives et d'analyse visuospatiale sont altérées tant par son impulsivité (difficulté à penser avant d'agir) que par sa distractibilité (son attention se détourne fréquemment de la tâche). Autre facteur clé : le stress. Dès que les épreuves sont chronométrées (par exemple, des tests visuels devant être réalisés le plus rapidement possible), les difficultés de Théo redoublent. La pression du temps accentue ses problèmes d'attention et de concentration. Ses résultats s'effondrent.

#### UNE INTELLIGENCE NORMALE, MAIS DES PROBLÈMES DE CONCENTRATION

Évidemment, je mesure aussi le QI de Théo, n'ayant pas oublié ce qui avait été dit sur sa possible intelligence limite. De ce côté, aucun souci, même s'il se montre très anxieux (il a une forte anxiété de performance). Théo a un QI normal, ce n'est pas de ce côté-là qu'il faut chercher l'explication de ses résultats scolaires insuffisants. Son raisonnement perceptif et sa compréhension verbale sont satisfaisants, mais ce sont sa mémoire de travail et sa vitesse de traitement des informations, sensibles aux problèmes d'attention, qui laissent bien davantage à désirer.

Pour confirmer mon hypothèse diagnostique, je confronte mes observations cliniques à celles des parents et des enseignants à l'aide de

•• plusieurs outils dont l'échelle de Conners, qui vise à explorer les perturbations comportementales au domicile ainsi qu'à l'école telles que l'opposition, l'anxiété, les difficultés attentionnelles et l'hyperactivité. C'est en comparant les résultats de cette échelle remplie par les parents et les enseignants que je mets finalement en évidence la prédominance des troubles attentionnels tant à l'école qu'au domicile de Théo. Ces observations réalisées dans trois environnements différents (domicile, école et lors du bilan clinique) prouvent que ces difficultés attentionnelles ne sont pas situationnelles mais qu'elles sont, comme on dit, « envahissantes » : à savoir qu'elles sont une part même du fonctionnement cognitif de Théo.

Dernière étape pour affiner l'analyse : Théo va passer sur ordinateur le test de performance continue (*Continuous Performance Test*) de Conners, qui permet une investigation plus fine des processus cognitifs de l'attention. Celui-ci me confirme que Théo souffre d'une attention diffuse et d'une forte distractibilité qui se reflètent notamment par un grand nombre d'erreurs par omissions, et par des temps de réaction qui vont s'allongeant au fil de l'épreuve.

#### UN TROUBLE DE L'ATTENTION « DÉGUISÉ »

Si Théo a toujours été considéré comme un enfant rêveur, « dans la lune », et si dans la vie quotidienne il ne fait pas ce qui lui est demandé, ce n'est donc ni par provocation ni par refus ; mais parce qu'il souffre de profondes difficultés attentionnelles. Théo a un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDA/H, voir l'encadré page 24), qui était passé inaperçu parce qu'il ne présentait pas le volet le plus classique de ce trouble, l'hyperactivité, qui prend la forme d'une agitation permanente.

Chez Théo, les difficultés attentionnelles sont un facteur d'échec et de rupture sociale, ainsi que de dévalorisation. Une crise de confiance que les sports extrêmes viennent d'une certaine façon colmater. Théo le dira lui-même : il se sent valorisé par ces activités. « Avec le Parkour et le skate, j'arrive à faire des choses que les autres ne font pas. » Les sports à risques lui permettent à la fois de se sentir exister aux yeux des copains, alors qu'il se sent « nul » dans d'autres situations, notamment à l'école. Mais surtout, le TDA/H est souvent observé chez des jeunes pratiquant les sports à risques car ceux-ci apparaissent comme des moyens de canaliser l'impulsivité, voire l'hyperactivité – et globalement l'énergie débordante de ces jeunes. Des effets positifs sont ainsi notés,

dans certains cas, sur le comportement et les fonctions exécutives : par exemple, la pratique sportive apaiserait l'agitation motrice et améliorerait la concentration.

Compte tenu du caractère invalidant de ses difficultés, de ses répercussions et évolutions en termes de risque d'échec scolaire, de conduites accidentelles et d'éventuelles autres conséquences délétères, une prise en charge est proposée à Théo et ses parents. Une psychothérapie cognitivocomportementale visera à lui enseigner des stratégies cognitives utiles au quotidien grâce à des techniques d'autocontrôle du comportement, d'autorégulation de son impulsivité. Un travail sur les émotions et l'estime de



## Le trouble attentionnel de Théo était passé inaperçu parce qu'il y manquait son volet classique : l'hyperactivité

soi viendra compléter cette approche, et pour restaurer rapidement sa concentration et réduire ses difficultés attentionnelles, je propose aussi un traitement pharmacologique à base de méthylphénidate (plus connu sous le nom de Ritaline). Enfin, nous convenons qu'une série d'entretiens supplémentaires avec les parents sera la bienvenue pour leur apprendre à se montrer moins coercitifs avec leur enfant et à essayer de le soutenir et de l'encourager.

Théo est âgé aujourd'hui de 15 ans. Il pratique toujours ses sports favoris, le Parkour et surtout le skateboard dans lequel il a fait encore de gros progrès. Mais il se montre désormais beaucoup plus prudent, et à ce jour il n'a pas encore eu de nouvel accident. En outre, il a fait une croix sur les jeux de défis, et n'a pas redoublé sa classe de sixième. Il est maintenant scolarisé en classe de seconde, mène une vie sociale riche et est entouré de nombreux amis. Son anxiété n'a pas disparu, mais il parvient à la surmonter de façon autonome. Il a fallu pour cela démasquer un trouble qui cachait bien son jeu. ●

#### Bibliographie

**G. Michel**, *Dépendance aux jeux vidéo et à l'Internet. Comprendre, évaluer et traiter*, Dunod, 2012.

**G. Michel**, *Personnalité et développement. Du normal au pathologique*, Dunod, 2006.

**G. Michel**, *La prise de risque à l'adolescence. Pratique sportive et usage de substances psycho-active*, Masson, 2001.

# OFFRE DÉCOUVERTE

# ABONNEZ-VOUS À Cerveau & Psycho



1 AN - 11 N<sup>OS</sup>  
**54€** 24%  
d'économie

2 ANS - 22 N<sup>OS</sup>  
**97€** 32%  
d'économie

3 ANS - 33 N<sup>OS</sup>  
**135€** 37%  
d'économie

## BULLETIN D'ABONNEMENT

Cerveau  
& Psycho

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Cerveau & Psycho - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

**OUI, je m'abonne à Cerveau & Psycho en formule Découverte :**

- 1 an • 11 numéros • 54 € au lieu de 71,50€ (D1A54E)
- 2 ans • 22 numéros • 97 € au lieu de 143€ (D2A97E)
- 3 ans • 33 numéros • 135 € au lieu de 214,50€ (D3A135E)

### MES COORDONNÉES

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_\_\_

Ville : \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_

Pour le suivi client (facultatif)

### MON MODE DE RÈGLEMENT

Par chèque à l'ordre de Pour la Science

Par carte bancaire

N° \_\_\_\_\_

Date d'expiration \_\_\_\_\_ Clé \_\_\_\_\_

**Signature obligatoire**

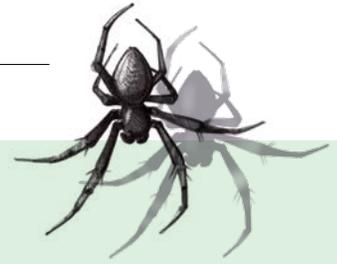


**Mon e-mail** pour recevoir la newsletter Cerveau & Psycho (à remplir en majuscule) \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_

Grâce à votre email nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement. À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à [cerveauetpsycho@abopress.fr](mailto:cerveauetpsycho@abopress.fr)

J'accepte de recevoir les informations de Cerveau & Psycho  OUI  NON et de ses partenaires  OUI  NON

Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/10/16 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site [www.cerveauetpsycho.fr](http://www.cerveauetpsycho.fr). Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Cerveau & Psycho.

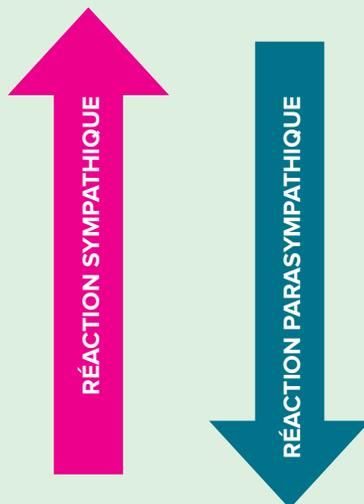


# Face à la peur : le corps sens dessus dessous

Une araignée vous grimpe sur la main et votre cœur s'emballé. La faute à des réactions automatiques héritées de nos lointains ancêtres. Toujours présentes aujourd'hui, elles comportent à la fois des aspects bénéfiques (+) et négatifs (-).

Texte : Elena Bernard / Graphisme : Martin Müller

Face à un danger, le système sympathique – une partie de notre système nerveux – entraîne un surcroît de performance qui peut être utile pour fuir ou combattre le danger. De façon concomitante, les fonctions corporelles qui ne sont pas utiles sont mises en veilleuse.



Après la réaction enclenchée par le système sympathique, son contrepoids, le système parasympathique, ramène le corps à son état normal. Il est actif aussi dès la première seconde du choc émotionnel et permet de rassembler ses forces avant de fuir ou de combattre. Si une situation semble sans échappatoire, le parasympathique reste souvent hyperactif et nous plonge dans une sorte d'état de choc avec sidération et immobilité.

## YEUX : PUPILLES ÉLARGIES, MOINS DE LIQUIDE LACRYMAL

- + Perception plus acérée
- Yeux secs

## SYSTÈME IMMUNITAIRE INHIBÉ

- + Économie d'énergie
- Risques d'infection accrus

## POUMONS : RESPIRATION RAPIDE

- + Meilleure absorption d'oxygène
- Sentiment d'oppression sur la poitrine

## CŒUR : FRÉQUENCE AUGMENTÉE, PRESSION SANGUINE ÉLEVÉE

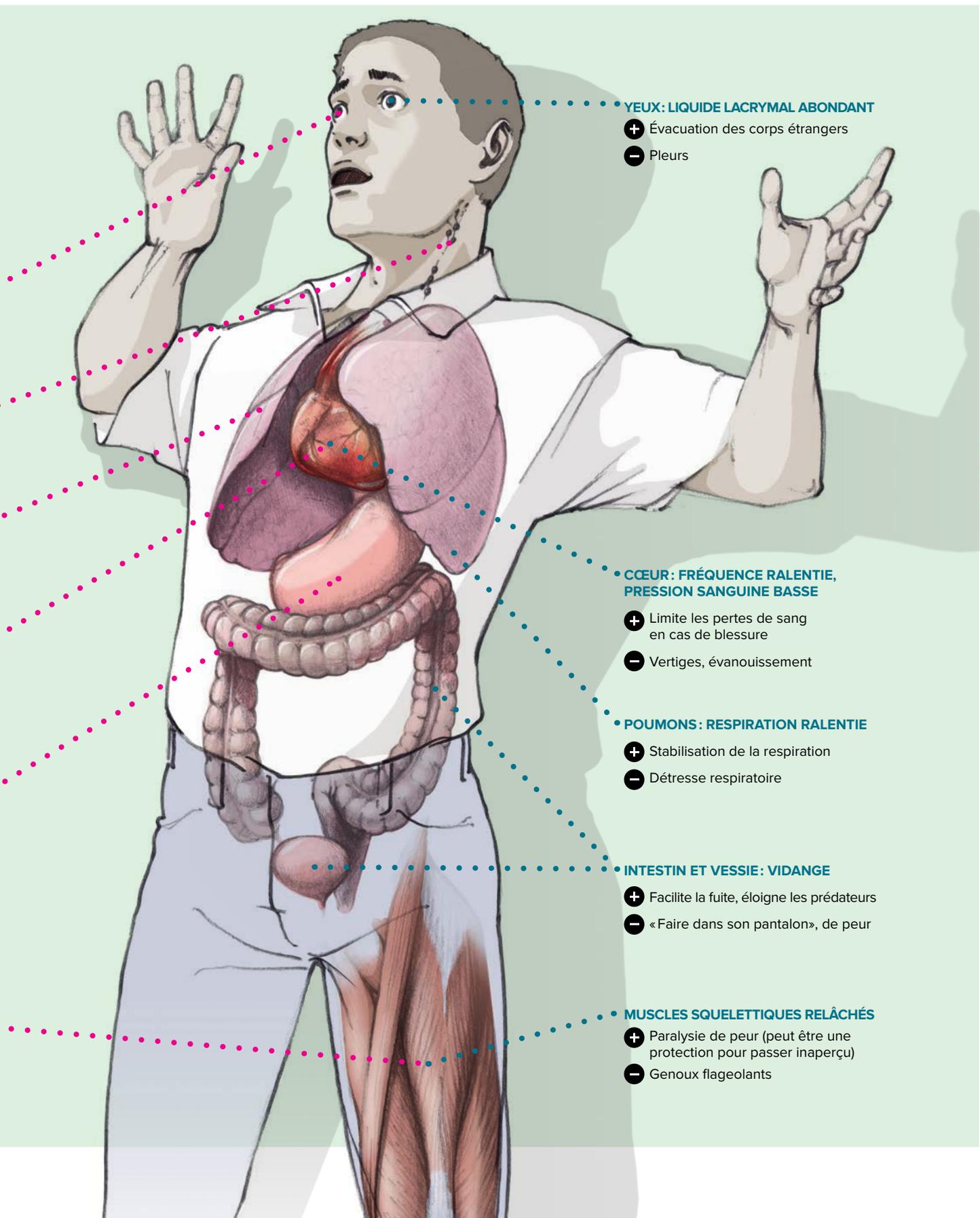
- + Meilleur apport en oxygène et glucose aux muscles
- Palpitations, bourdonnements d'oreilles, fourmis dans les jambes et les bras

## ESTOMAC : BAISSE DE L'ENZYME DIGESTIVE

- + Économie d'énergie
- Nausée

## MUSCLES SQUELETTIQUES CONTRACTÉS

- + Préparation à la fuite ou au combat
- Tremblements, crampes



**YEUX: LIQUIDE LACRYMAL ABONDANT**

- + Évacuation des corps étrangers
- Pleurs

**CŒUR: FRÉQUENCE RALENTIE, PRESSION SANGUINE BASSE**

- + Limite les pertes de sang en cas de blessure
- Vertiges, évanouissement

**POUMONS: RESPIRATION RALENTIE**

- + Stabilisation de la respiration
- Détresse respiratoire

**INTESTIN ET VESSIE: VIDANGE**

- + Facilite la fuite, éloigne les prédateurs
- «Faire dans son pantalon», de peur

**MUSCLES SQUELETTIQUES RELÂCHÉS**

- + Paralysie de peur (peut être une protection pour passer inaperçu)
- Genoux flageolants

PSYCHOLOGIE

# Pourquoi le temps passe-t-il plus vite avec l'âge ?



LA RÉPONSE DE  
**JAMES BROADWAY**

*Chercheur au département de psychologie et de neurosciences de l'université de Californie à Santa Barbara.*

**O**ù le temps est-il parti?» se demande-t-on souvent avec nostalgie, à l'aube de la cinquantaine. Peut-être avez-vous aussi l'impression que vous n'avez pas vu passer les jours, qu'ils se sont accélérés à mesure que vous preniez de l'âge. La bonne nouvelle est que les psychologues commencent à comprendre ce phénomène... et qu'il n'est pas inéluctable!

Les recherches scientifiques confirment en tout cas qu'il est très répandu. En 2005, Marc Wittmann et Sandra Lehnhoff, alors à l'université Ludwig Maximilian de Munich, ont interrogé 499 personnes âgées de 14 à 94 ans sur leur perception du temps. Plus les sujets étaient âgés, plus ils trouvaient que la dernière décennie s'était écoulée rapidement. En outre, les participants de plus de 40 ans estimaient que le temps avait suivi un rythme lent dans leur enfance, mais avait ensuite accéléré de façon constante depuis leurs années d'adolescence jusqu'à l'âge adulte.

Et pourtant, le temps présent ne paraissait pas couler beaucoup plus vite aux vieillards qu'aux adolescents. Comment expliquer ce paradoxe? Par le fait que dans ce dernier cas, nous

“

**C'est la fréquence des événements nouveaux, plus nombreux dans la jeunesse, qui fonde la perception du temps.**

évaluons les durées de façon prospective, c'est-à-dire au moment où se déroulent les événements. Or ce qui est en cause dans l'illusion d'accélération du temps, c'est une évaluation rétrospective, une fois la période terminée :

à 50 ans, nous avons l'impression que la décennie de notre quarantaine s'est écoulée bien plus vite que celle de notre vingtaine.

Une telle évaluation se fonde sur le nombre d'événements que nous avons mémorisé pendant un intervalle de temps donné. Et dans l'enfance et la jeunesse, tout est neuf! Nous vivons quantité d'expériences inédites, qui nous restent bien mieux en mémoire que des événements plus habituels, et acquérons sans cesse de nouvelles compétences. La vie d'adulte, en revanche, est plus routinière. En conséquence, nos premières années tendent à être surreprésentées – et donc rallongées – dans nos souvenirs autobiographiques.

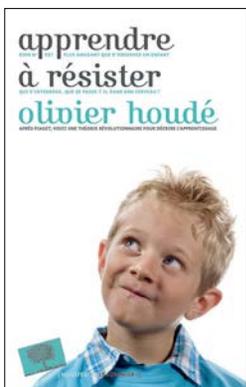
Mais l'autre conséquence est qu'il existe une façon simple d'inverser la tendance. En effet, plus nous peuplons nos journées d'événements marquants, plus elles nous sembleront longues *a posteriori*. Pour combattre le sentiment d'accélération, il nous suffit donc de continuer à construire toujours plus de souvenirs, en nous intéressant aux nouvelles idées, en développant nos compétences et en explorant le monde! ●

# La sélection de livres

## Cerveau & Psycho

## À la conquête de notre cerveau !

Des ouvrages clairs et instructifs sur les mystères du fonctionnement de notre cerveau dévoilés grâce aux neurosciences.



Comment apprend-on ? Peut-on améliorer les processus d'apprentissage? Après Piaget, Olivier Houdé a élaboré une théorie révolutionnaire pour décrire l'apprentissage, notamment chez l'enfant. À l'aide de l'apport conjugué de la psychologie et des neurosciences, il a isolé une fonction essentielle du cerveau : la résistance cognitive.

Olivier Houdé  
Éditions Le Pommier - 96 p. - 10.90 €



Beaucoup d'histoires circulent sur nos capacités cérébrales : nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau, écouter Mozart permet d'augmenter son QI, etc. La plupart sont fausses... et nous sommes particulièrement enclins à tomber dans le panneau. Ce livre explique pourquoi nous en sommes si friands et comment être plus attentifs aux pièges qui entourent la science du cerveau.

Elena Pasquinelli  
Éditions Le Pommier - 240 p. - 19 €



Un neurologue, un philosophe, une coach et un candide se rencontrent et débattent des neurosciences: que faut-il attendre ou bien refuser du cerveau ? Une entreprise apprend-elle comme un cerveau ? Nos facultés cognitives peuvent-elles résister à l'âge, voire être augmentées... ?

Jean-Michel Besnier Francis Brunelle  
et Florence Gazeau  
Éditions Le Pommier - 128 p. - 14 €



Dans cet amusant et instructif voyage aux confins de notre perception, vous découvrirez les vrais trucs des magiciens révélés par deux neuroscientifiques eux-mêmes magiciens. Mais la magie ne marche que parce que les humains ont des processus mentaux d'attention et de conscience qui peuvent être « piratés ». Un bon magicien ne fait ainsi que manipuler notre cerveau et retourner à son profit son fonctionnement même !

Stephen L. Macknick,  
Susana Martinez-Conde et Sandra Blakeslee  
Éditions Belin - 336 p. - 21€



# Belin:



Tous ces livres  
sont disponibles  
en librairie.

# Les insoutenables l'amour



FAB  
BRJ

# expériences sur maternel

Par **Daniela Ovadia**, codirectrice du laboratoire Neurosciences et société de l'université de Pavie, en Italie, et journaliste scientifique.

Bien que discutables éthiquement, les expériences de Harry Harlow ont apporté la preuve que la tendresse est essentielle au développement d'un enfant, bouleversant les préceptes pédagogiques de son époque.



**Quelle est la nature de l'amour ? Qu'est-ce qui le détermine dès les premiers jours de la vie ? Comment étudier ce sentiment de façon expérimentale ?** Le psychologue américain Harry Harlow, dans les années 1950, s'est attaché à répondre à toutes ces questions, de façon originale mais peu scrupuleuse. Né en 1905 et mort en 1981, Harlow a une vie instable et complexe. Ses parents, Alonzo Harlow Israel et Mabel Israel, appartiennent à la petite bourgeoisie de l'Iowa, un État américain très agricole. Son père, qui aurait voulu devenir médecin, n'est qu'un petit « inventeur du dimanche ». Sa mère, qu'il décrit comme une femme froide, s'occupe néanmoins des quatre garçons.

Harry étudie à Stanford dans le laboratoire de Lewis Terman, un psychologue qui travaille sur le quotient intellectuel des enfants et sur le développement du test de Stanford-Binet, un des instruments les plus célèbres pour mesurer l'intelligence. Terman suggère alors à Harlow d'abandonner son nom de famille, Israel, qui évoque des origines juives que Harlow ne possède pas, et lui conseille d'accepter un poste d'enseignant à l'université du Wisconsin à Madison.

Harlow s'installe là-bas en 1930 avec l'intention de mener ses expériences sur des rats, mais le

## EN BREF

● **Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, on pensait qu'une mère n'avait pour seule fonction que de nourrir sa progéniture...**

● **Mais en plaçant des bébés macaques avec des mères artificielles, Harry Harlow a montré que les contacts et les jeux sont essentiels au développement harmonieux des petits.**

● **Sans amour, les bébés souffrent de graves troubles psychiques.**

● **Dès lors, la conception de la maternité a changé. Il ne suffit pas de nourrir son enfant ; il faut aussi le cajoler et l'aimer.**

laboratoire ne dispose que de singes – des macaques. C'est ainsi qu'il entre dans le monde de la primatologie, à laquelle il doit son succès, mais aussi sa réputation d'expérimentateur peu attentif à l'éthique et aux droits des animaux...

À l'époque, on s'intéresse beaucoup à la nature du lien entre une mère et son enfant, et à ce qui le rend à la fois inévitable et essentiel. Mandaté par l'Organisation mondiale de la santé, le psychologue britannique John Bowlby enquête sur les enfants « abandonnés » après la Seconde Guerre mondiale. Il valide ainsi la théorie de l'attachement : un lien solide entre mère et enfant est nécessaire au développement normal de ce dernier. Mais quelle est sa nature ?

## DES ENFANTS EN MANQUE D'AMOUR

À la même période, un autre psychologue britannique, James Robertson, tourne un court documentaire sur les effets immédiats et dévastateurs observés chez un enfant âgé de 2 ans séparé de sa mère. Le film reprend les théories d'un des élèves de Sigmund Freud, le psychanalyste américain d'origine hongroise René Spitz, qui avait déjà décrit dans les années 1930, chez des enfants placés en orphelinat, les symptômes de la dépression « anaclitique » et de l'« hospitalisme », deux graves

- psychoses liées à la privation de la figure maternelle. Mais ce point de vue ne fait alors pas l'unanimité. Certains pensent que le lien mère-enfant repose sur la fonction nourricière de la mère et n'a rien à voir avec l'amour ou les sentiments. Ce serait un pur instinct animal, qui viserait à satisfaire le besoin physiologique de se nourrir.

On comprend que les années 1930 à 1950 ne sont pas toujours roses pour les enfants... Les experts considèrent que l'éducation doit surtout porter sur l'apprentissage de la discipline ; il ne faut pas prendre dans ses bras un bébé qui pleure pour éviter de le gâter ; et il faut le coucher et le nourrir à horaires réguliers pour le préparer à devenir un individu fort dans un monde difficile. Le psychologue américain John Broadus Watson écrit même, dans son manuel d'éducation : « Ne les gâtez pas. Ne les embrassez pas pour leur souhaiter une bonne nuit. Faites une petite inclinaison du buste et serrez-leur la main avant d'éteindre la lumière. » Heureusement, les résultats des expériences de Harlow avec les macaques vont renverser toutes ces idées.

#### DES MÈRES DE SUBSTITUTION EN CHIFFON

À l'université du Wisconsin, les colonies de macaques sont nombreuses et pleines de vitalité, plusieurs singes naissent chaque année et grandissent en général dans le même lieu que leur mère. Mais pour comprendre l'attachement des bébés à leurs mères, Harlow isole les nouveau-nés dans des cages où il leur propose deux mères « artificielles » de substitution. La première est un mannequin doux et chaud, doté d'une fausse mamelle totalement vide. La seconde est une machine, une sorte de boîtier métallique muni d'une tétine qui permet aux petits de se nourrir. Si le besoin de s'alimenter détermine l'attachement, les singes devraient rester auprès de la mère en métal qui allaite.

“

## Harlow montre qu'une demi-heure d'interaction sociale par jour avec un enfant lui évite de graves psychoses

● **Un bébé macaque – ou humain – qui grandit sans contact avec sa mère ou tout autre adulte lui procurant de l'amour et de l'attention souffrira, à l'âge adulte, de troubles psychiques, et risque de ne pas être un parent attentionné.**

Or ce n'est pas le cas. Les bébés macaques passent le plus clair de leur temps nichés dans les « bras » de la poupée en chiffon et ne s'approchent de la boîte en métal que pour manger. Et ce comportement est précédé de plusieurs journées de souffrance : les mamans naturelles hurlent et désespèrent ; les nouveau-nés, seuls dans leur cage avec les mères artificielles, présentent des signes d'anxiété, cherchent sans relâche leur vraie maman et ne se résignent à approcher les mères de substitution qu'au bout de quelques jours.

Harlow triomphe : ce n'est pas la nourriture qui détermine l'attachement, mais le toucher, qui véhicule le besoin d'amour des petits et les soins maternels. « Nous ne sommes pas surpris de découvrir que le contact est une variable importante et nécessaire à l'affection et à l'amour, mais nous ne nous

attendions pas à ce qu'il supplante de façon aussi absolue la variable de la nourriture », précise-t-il.

Mais le toucher n'explique probablement pas tout. Un autre facteur, lié à la vue, intervient certainement. Les mères artificielles ont un visage stylisé, avec deux boutons pour les yeux et un trait pour la bouche. Que se passe-t-il si on le remplace par la tête d'un vrai singe ? D'où la deuxième expérience de Harlow : il demande à un collègue de fabriquer un masque de singe réaliste. Cependant, le petit macaque destiné à cette expérience naît plus tôt que prévu et le masque n'est pas prêt. Les scientifiques le placent alors dans une cage avec une mère artificielle sans visage. Quand ils fixent enfin le masque sur la poupée de chiffon, la réaction du petit singe surprend tout le monde : paniqué, il détruit la tête du mannequin pour tenter de retrouver sa maman sans visage. Le deuxième déterminant de l'attachement, la vue, dépend donc de ce que le nouveau-né voit au cours des premiers instants de sa vie, un phénomène connu sous le nom d'empreinte.

Les travaux de Harlow commencent alors à être jugés trop cruels, même par ses pairs : les prises cinématographiques qu'il tourne lui-même sont éloquentes et suscitent des élans d'empathie envers les macaques brutalement arrachés aux soins de leur mère. Mais cela fait aussi émerger quelque chose de nouveau et puissant : la démonstration



que le nouveau-né a des besoins bien plus complexes que la simple faim, et que la nécessité d'aimer quelqu'un le conduit à s'attacher même à une marionnette de chiffon privée d'expression.

Dans le laboratoire de Harlow, après l'euphorie des premières années, on commence à relever les conséquences néfastes, sur le long terme, d'une privation sociale précoce. On est à la fin des années 1950 et les premiers petits macaques ont grandi. Les animaux présentent alors tous les signes de graves troubles psychiques, en particulier d'une psychose autistique, avec automutilation : les visiteurs découvrent de pauvres bêtes, repliées sur elles-mêmes, qui se mordent les doigts jusqu'à se les arracher. Lorsque Harlow décide de vérifier le comportement des femelles une fois devenues mères, il ne réussit pas à les faire s'accoupler : elles refusent tout contact avec les mâles et se révèlent extrêmement agressives.

### L'EXPÉRIENCE DU VIOL

Après plusieurs tentatives infructueuses, Harlow prend alors une décision très contestée : il attache les femelles afin que les mâles puissent s'accoupler avec elles. Il baptise le protocole : expérience du viol. Dès lors, ces femelles sont des mères terribles : certaines tuent leur petit à la naissance, d'autres le maltraitent ou l'ignorent totalement. De toute évidence, la présence de mamans artificielles n'est pas suffisante pour que les macaques deviennent des adultes équilibrés.

Harlow découvre ensuite un troisième déterminant de l'attachement, après le toucher et la vue : le mouvement. Il répète ses expériences avec des mannequins capables de se balancer ; l'état des macaques s'améliore alors. Et s'il ajoute également 30 minutes de contact et de jeux avec un vrai singe, les petits grandissent normalement. Ainsi, une demi-heure d'interaction sociale par jour évite les psychoses les plus graves. La nouvelle se répand comme une traînée de poudre, notamment dans les institutions pour l'enfance comme les écoles et les orphelinats. Nourrir, loger et blanchir les enfants ne suffit pas à en faire des adultes sains ; il faut aussi les « câliner » et surtout, jouer avec eux.

Aujourd'hui, aucun comité d'éthique n'accepterait ces expériences de privation maternelle. Harlow déclarait n'éprouver aucun sentiment pour ses animaux... Mais il souffrit toute sa vie de graves épisodes dépressifs et fut même soumis à des électrochocs pour tenter de guérir. Pourtant, nous lui devons l'idée selon laquelle même les mécanismes psychologiques primordiaux peuvent et doivent être étudiés expérimentalement. Son intuition permit de démanteler une vision de la maternité qui modelait toute la société occidentale.

## LE MOUVEMENT « ANIMALISTE »

**C**haque année, les mouvements « animalistes » américains se donnent rendez-vous devant le Centre de recherche sur les primates de l'université du Wisconsin à Madison – la structure où Harlow menait ses expériences – pour un *sit-in* un peu particulier. Il s'agit d'une cérémonie de Shiv'ah, empruntée au rite funéraire juif, en présence de dizaines de singes en peluche. L'objectif de l'*Animal Liberation Front* est de dénoncer la recherche sur les animaux, les primates en particulier.

Harlow est en partie responsable de la naissance du mouvement animaliste, notamment à cause de sa façon peu diplomatique de conduire et de décrire ses expériences. Il nommait par exemple ses cages d'isolement les « puits du désespoir », et les dispositifs de contention des femelles forcées à se reproduire, les « râteliers à viol ». Aujourd'hui, la recherche sur les primates, avec lesquels nous partageons 94 à 99 % de notre génome selon les espèces, est sérieusement encadrée. Le laboratoire de Harlow est encore actif, mais aucun nouveau-né n'est plus séparé de sa mère pour être condamné aux soins peu chaleureux d'une boîte en fer-blanc...

En 1958, à la fin de son discours devant le président de l'Association psychologique américaine, Harlow projette les films de ses petits singes aux prises avec leurs mères en chiffon et en métal. Voici le texte accompagnant les images et publié ensuite par *l'American Psychologist* : « Les besoins socioéconomiques du présent et les défis socioéconomiques du futur ont conduit les femmes américaines à remplacer, ou du moins, à menacer de remplacer, les hommes américains dans la science et l'industrie. Si la situation perdure, la question de l'éducation des enfants se posera inévitablement. »

### LES HOMMES AUSSI PEUVENT MATERNER

« Il est rassurant, étant donné la tendance sociale actuelle, de constater que l'homme américain est physiquement doté de tout ce qui est réellement nécessaire pour lui permettre de faire jeu égal avec la femme américaine dans une activité essentielle : l'éducation de leurs enfants. Nous savons que les femmes des classes laborieuses ne doivent pas nécessairement demeurer à la maison en raison de leur nature de mammifère ; il est possible que, dans un futur proche, l'allaitement du nouveau-né ne soit plus considéré comme une nécessité, mais comme un luxe, une forme de consommation coûteuse, peut-être réservée aux familles les plus aisées. Mais quel que soit le cours que prendra l'Histoire, il est réconfortant de savoir que nous sommes désormais conscients de la nature de l'amour. » ●

# Difficultés pour apprendre ? Besoin d'une remise à niveau ?



Découvrez la plateforme d'évaluation et de remédiation cognitives [www.igerip.fr](http://www.igerip.fr)

## RICHESSE DE L'OFFRE

101 logiciels et plus de 15 000 exercices vous permettent de disposer d'une grande richesse de contenus classés par domaine : évaluation, phonologie, langage oral, langage écrit, perception, troubles cognitifs, neurologie, surdité, voix, remise à niveau scolaire, tests psychotechniques... Des logiciels spécifiques et sur-mesure pour tous les âges, de l'enfant au senior.

## VALIDATION

La plateforme a été conçue en collaboration avec des professionnels de santé et des laboratoires de recherche (Inserm/CNRS). Des orthophonistes reconnus ont également collaboré avec notre équipe de R & D pour développer les logiciels de cette plateforme de remise à niveau.

## SATISFACTION DES UTILISATEURS

Selon une enquête menée fin 2015 auprès de nos abonnés, 92 % sont satisfaits ou très satisfaits d'iGerip.

## ESSAYEZ GRATUITEMENT

Inscrivez-vous sur la plateforme [www.igerip.fr](http://www.igerip.fr)  
iGerip ne nécessite aucune installation, une simple connexion à internet suffit.  
L'accès se fait à partir de n'importe quel ordinateur ou tablette connectée.



**remise immédiate de 15 % avec code promo CV15 à  
valoir sur [www.gerip.com](http://www.gerip.com) offre valable jusqu'au 30 10 2016**

## SOMMAIRE

- p. 38  
**Connaître son cerveau pour mieux apprendre**
- p. 44  
**« Parler du cerveau aux élèves change tout »**
- p. 50  
**Bientôt de meilleurs élèves ?**
- p. 58  
**Le numérique à l'école, vers une nouvelle cognition ?**

# LA NEUROÉDUCATION

## « Il sait bien sa leçon, mais le jour du contrôle il ne comprend pas l'énoncé. »

Ou encore : « J'avais tout compris en classe, mais maintenant je ne sais pas faire l'exercice. » Et parfois : « Je ne comprends pas, j'ai du mal à me concentrer. » Elle est longue, la liste des incompréhensions et des blocages qui peuvent se dresser sur le chemin d'une scolarité réussie.

Or ces trois exemples décrivent des problèmes qu'une bonne connaissance du cerveau peut résoudre. Ainsi, comprendre l'énoncé, c'est savoir établir une connexion entre cet énoncé et ce que l'on a appris. Un geste mental qui repose sur le mécanisme d'inférence, bien étudié par des neuroscientifiques comme Stanislas Dehaene.

Ne pas savoir faire l'exercice alors qu'on a compris vient du fait que le cerveau a besoin de plus de temps pour mémoriser un savoir que pour le comprendre.

Et les problèmes de concentration découlent souvent du fait qu'on ignore ses propres fluctuations attentionnelles. Savoir tout cela (et bien d'autres choses encore) modifie la posture de l'élève face à l'apprentissage : au lieu d'être spectateur des pièges de son cerveau, il en devient l'expert. Et ça, ça change tout.

Sébastien Bohler ●●

# CONNAÎTRE SON CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE

Par Olivier Houdé, Arnaud Cachia et Grégoire Borst.

- Les scientifiques décortiquent le fonctionnement du cerveau et commencent à en informer les professeurs et les élèves. Ils livrent des outils précieux pour mieux apprendre et mieux enseigner.

**T**ous les organes du corps imposent leurs lois à notre santé. C'est le rôle de la médecine expérimentale de les découvrir. De même, le cerveau, organe de la pensée et de l'apprentissage, impose ses lois à l'éducation. C'est le rôle des « nouvelles sciences de l'éducation » de les découvrir, en lien avec l'imagerie cérébrale et la psychologie expérimentale du développement. Le cerveau est « l'organe qui apprend ». Ce sont des millions de cerveaux qui, chaque jour, vont à l'école. Or, l'angle mort de l'Éducation nationale reste encore le cerveau des élèves ! Mieux connaître ses lois et les

## EN BREF

- Pour compter et lire, l'enfant doit savoir inhiber certains automatismes mentaux.
- Une partie du cerveau, le cortex préfrontal, remplit cette fonction. Sa forme diffère d'un enfant à l'autre à la naissance, mais des techniques éducatives permettent de le muscler.
- En connaissant les « lois » du cerveau, les enseignants espèrent proposer de meilleures stratégies d'apprentissage, adaptées à chaque enfant.



## CONNAÎTRE SON CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE

- contraintes individuelles permettrait aux enseignants de comprendre pourquoi certaines situations d'apprentissage sont efficaces, alors que d'autres ne le sont pas.

C'est ce qui manque aujourd'hui pour lutter contre l'échec scolaire. Les « dispositifs sociaux » ne suffisent pas. On éduque encore en 2016 « en aveugle », c'est-à-dire en manipulant les entrées (pédagogies en classe) et les sorties (résultats aux évaluations), sans connaître les mécanismes internes du cerveau humain qui apprend.

## DES ÉLÈVES AU LABORATOIRE

Les progrès en la matière sont toutefois très récents. En France, notre équipe a publié la toute première recherche d'imagerie cérébrale réalisée avec des jeunes volontaires des écoles maternelles et élémentaires en 2011. Il s'agissait d'explorer ce qui change dans le cerveau des enfants, âgés de 5 à 10 ans, quand ils apprennent le principe de conservation du nombre.

Pourtant, tout a commencé au XX<sup>e</sup> siècle avec la théorie des stades de l'intelligence de Jean Piaget (1896-1980), qui a profondément marqué la psychologie, le monde de l'éducation et le grand public. Pour tester la conservation du nombre, Piaget plaçait l'enfant devant deux rangées de jetons de même nombre (7 par exemple),

## Biographie

**Olivier Houdé, Arnaud Cachia et Grégoire Borst**

Professeurs de psychologie à l'université Paris-Descartes et chercheurs au Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (LaPsyDÉ), au CNRS. Olivier Houdé dirige ce laboratoire.

mais plus ou moins écartés spatialement dans chaque ligne. Jusqu'à l'âge de 7 ou 8 ans, l'enfant considère qu'il « y a plus de jetons là où c'est plus long » (rangée la plus écartée), ce qui est une erreur d'intuition perceptive. La réussite après l'âge de 7 ans (« même nombre de jetons dans les deux rangées ») traduisait selon Piaget le passage du stade perceptif prélogique au stade de la pensée logicomathématique concrète.

Nous avons repris cette tâche en enregistrant par imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) l'activité cérébrale de jeunes volontaires des écoles (âgés de 5 à 10 ans). Les résultats ont révélé que l'exercice mobilisait non seulement les régions du cerveau dédiées au nombre (le cortex pariétal), mais aussi celles du cortex préfrontal dédiées à l'inhibition des automatismes : ici, l'automatisme cognitif est que, en général, la longueur varie avec le nombre (voir l'encadré ci-dessous). D'où une révision de la théorie de Piaget, qui pensait que seul le « nombre » (à savoir le cortex pariétal) évoluait d'un stade à l'autre : il faut ajouter le rôle clé de l'inhibition cognitive préfrontale comme mécanisme du développement de l'intelligence chez l'enfant.

D'autres exemples d'exercices scolaires, étudiés en laboratoire, corroborent cette loi d'apprentissage par l'inhibition. Ils sont issus d'un

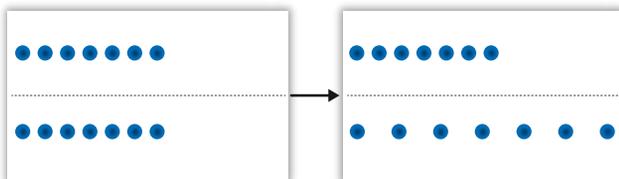
## À QUEL ÂGE L'ENFANT SAIT-IL INHIBER UNE PENSÉE ?

**D**ans la tâche dite de conservation du nombre, les enfants doivent indiquer dans quelle rangée il y a le plus de jetons, sachant que la longueur totale des lignes varie, mais pas le nombre de jetons. Seuls ceux âgés de plus de 7 ans en moyenne y parviennent, car ils savent

inhiber l'automatisme appris selon lequel « plus c'est long, plus il y en a ». En enregistrant leur activité cérébrale pendant qu'ils réalisent l'exercice, les auteurs ont montré que le cortex préfrontal des enfants qui ne font pas d'erreur s'active davantage que celui des plus jeunes.

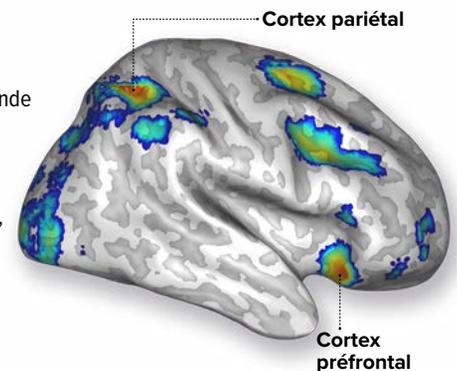
### La tâche de conservation du nombre

Dans cette expérience, on demande à l'enfant s'il y a autant de jetons au-dessus et au-dessous de la ligne noire. À gauche, c'est un simple constat d'égalité, sans piège. À droite, les jetons sont espacés : pour répondre correctement, l'enfant doit inhiber l'association automatique entre longueur et nombre.



### L'activité cérébrale des enfants

Les jeunes âgés de plus de 7 ans en moyenne, qui réussissent cette seconde tâche, par rapport à ceux qui se trompent, activent davantage leur cortex pariétal, dédié au nombre, et leur cortex préfrontal, dédié à l'inhibition.



aller-retour du laboratoire à l'école. Par exemple, une erreur importante observée à l'école élémentaire concerne les problèmes dits « additifs » à énoncé verbal : « Louise a 25 billes. Elle a 5 billes de plus que Léo. Combien Léo a-t-il de billes ? » La bonne réponse est la soustraction :  $25 - 5 = 20$ .

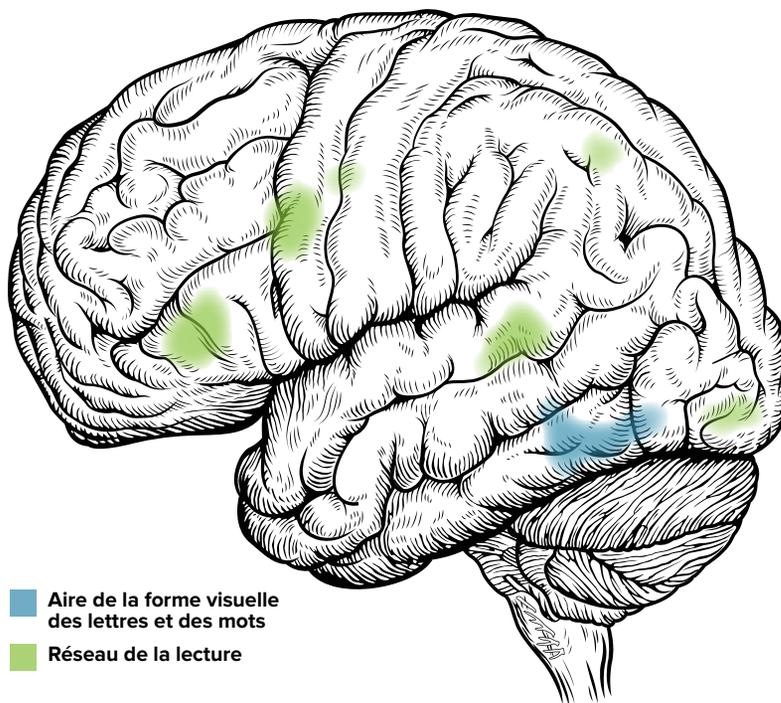
Mais souvent les élèves ne parviennent pas à inhiber l'automatisme d'addition déclenché par le « plus que » dans l'énoncé, d'où leur réponse fautive :  $25 + 5 = 30$ . On a confirmé expérimentalement cette loi d'apprentissage par l'inhibition en mesurant les temps de réaction (en millisecondes) des enfants. Le principe est celui de l'amorçage négatif où les jeunes doivent activer l'automatisme, juste après l'avoir inhibé. En d'autres termes, s'ils réussissent l'exercice ci-dessus, ils auront dû inhiber l'automatisme de l'addition et mettront alors un peu plus de temps dans l'exercice suivant quand l'addition fonctionne. Le temps de levée de l'inhibition nous donne ainsi rétrospectivement une mesure très précise de ce processus, qui prend en moyenne moins d'une demi-seconde.

Autre exemple, en orthographe : fréquemment, les jeunes d'école élémentaire font la faute « je les manges ». Ce n'est pas qu'ils ignorent la règle selon laquelle il n'y a pas de « s » à la première personne du singulier pour les verbes du premier groupe, mais ils sont incapables d'inhiber l'automatisme « surappris » suivant : « Après « les », je mets un « s ». » La tentation est ici trop grande pour eux, en raison de la proximité du terme « les » dans la phrase. L'enfant doit donc apprendre à inhiber, grâce à son cortex préfrontal, cette réponse dominante et automatique, pour avoir la flexibilité d'appliquer une autre stratégie de son répertoire orthographique.

On pourrait croire que cela ne concerne que les enfants. Mais combien d'e-mails ne reçoit-on pas de collègues ou amis qui écrivent « je vous le direz » au lieu de « je vous le dirai ». C'est exactement le même défaut d'inhibition frontale, renforcé par la rapidité de l'écriture électronique.

### EN MATHS, EN ORTHOGRAPHE, EN LECTURE...

Après les maths et l'orthographe, la lecture, une compétence pour laquelle il est essentiel de comprendre comment le cerveau fonctionne. On sait que les apprentis lecteurs, comme les lecteurs experts, doivent toujours éviter de confondre les lettres dont l'image en miroir constitue une autre lettre : par exemple, « b » et « d » ou « p » et « q ». Cette difficulté est renforcée par le fait que, pour apprendre à lire, le cerveau doit, ainsi que l'a montré le neuroscientifique français Stanislas Dehaene, recycler des neurones initialement utilisés pour identifier les objets de l'environnement : les animaux par exemple.



■ Aire de la forme visuelle des lettres et des mots  
■ Réseau de la lecture

● Pour distinguer le « b » du « d » et le « p » du « q » quand il lit, l'enfant doit inhiber un automatisme selon lequel un objet est identique dans un miroir. Cela se passe dans l'aire de la forme visuelle des lettres et des mots (en bleu), qui s'active en même temps que les autres régions du réseau de la lecture (en vert).

Or un animal est le même quelle que soit son orientation par rapport à un axe de symétrie. Pour discriminer les lettres en miroir, notre cerveau apprend donc à inhiber ce biais cognitif. Nous avons récemment démontré expérimentalement que tant les adultes que les enfants, inconsciemment, doivent toujours résister à la généralisation en miroir.

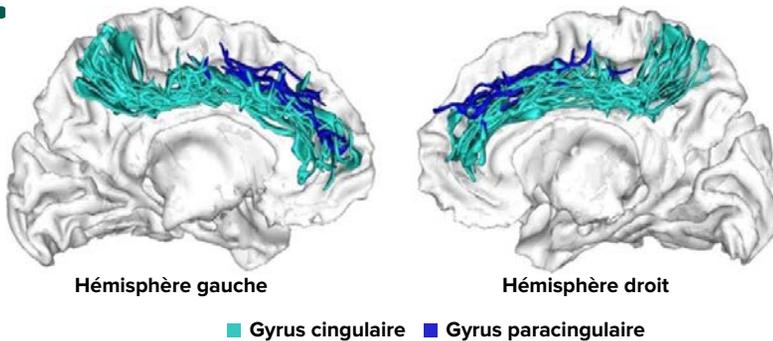
### LE CERVEAU RECYCLE DES NEURONES POUR LES NOUVEAUX APPRENTISSAGES

La loi d'apprentissage du cerveau est ici : « recyclage neuronal + inhibition ». Cela se passe, pour la lecture, dans une région de la voie ventrale de l'hémisphère gauche que nous avons identifiée en réalisant une métaanalyse d'IRMf sur plusieurs centaines d'enfants : l'aire de la forme visuelle des lettres et des mots (voir la figure ci-dessus).

Cette loi du « recyclage + inhibition » est sans doute valable aussi pour les maths, en particulier quand il est nécessaire d'inhiber certaines dimensions spatiales non pertinentes (telle la longueur dans la tâche des jetons de Piaget), qui se superposent ou se jouxtent avec les régions du nombre dans le cortex pariétal, au niveau du sillon intrapariétal. Nous testons actuellement ce cas. Mais nous supposons déjà que le cortex préfrontal intervient à longue distance pour inhiber dans le cortex pariétal les dimensions spatiales non pertinentes et activer les régions du nombre.

Il ne suffit donc pas d'apprendre et de connaître les règles en maths (comptage, arithmétique), en français (lecture, orthographe), ●●●

## CONNAÎTRE SON CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE



grâce à la pratique, la répétition, etc., comme cela se fait souvent à l'école; il faut également dans certains cas «éduquer» le cortex préfrontal, c'est-à-dire apprendre à inhiber les automatismes du cerveau. C'est ce que l'un de nous, Olivier Houdé, a appelé la résistance cognitive.

## ÉDUCER LE CORTÈX PRÉFRONTAL

Tant en France qu'au Canada (l'équipe d'Adele Diamond à Vancouver notamment), des expériences d'interventions pédagogiques pilotes de ce type sont aujourd'hui menées dans les écoles pour exercer le «contrôle cognitif», capacité que l'on désigne aussi à travers le terme de fonctions exécutives. Ces interventions sont directement issues de la meilleure compréhension que nous avons des mécanismes d'apprentissage du cerveau: recyclage neuronal, inhibition cognitive... Par exemple, on propose aux élèves une tâche de logique (comme le calcul des billes de Léo), puis on les entraîne à inhiber leur idée première en leur demandant de s'exercer avec un « attrape-pièges ». Ce dispositif est une planche didactique avec un espace hachuré, symbolisant la zone inhibitrice, où ils doivent glisser le carton qui correspond à leur première réponse automatique.

En imagerie cérébrale, nous avons mis en évidence le changement qui se produit dans le cerveau des élèves lorsqu'ils passent, au cours de cette tâche, d'un mode perceptif facile, automatisé mais erroné, à un mode logique, difficile et exact. Les résultats indiquent un basculement très net des activations cérébrales de la partie postérieure du cerveau au cortex préfrontal – c'est la dynamique inverse de l'automatisation.

Aujourd'hui, nous menons avec des élèves volontaires de CM1 et CM2 un large programme de suivi de l'impact sur le cerveau et les apprentissages scolaires d'un entraînement quotidien au mécanisme d'inhibition sur tablette tactile durant un mois. Nous avons conçu un jeu éducatif reposant sur ce processus *a priori* «bon pour le cerveau», en particulier le cortex préfrontal. Dans ce

◆ **Tous les enfants n'ont pas le même cerveau: cette image montre les différentes formes que peut prendre une structure importante pour l'apprentissage, le gyrus cingulaire. Chaque petit faisceau bleu représente le trajet du gyrus cingulaire ou paracingulaire d'un enfant. Or, sa forme peut influencer sur la capacité de celui-ci à bloquer des réponses réflexes erronées pour élaborer une réponse plus adaptée. Différentes pédagogies pourraient donc être envisagées selon le profil cérébral de chaque apprenant.**

**20 %**  
**DU SUCCÈS**  
**DES ENFANTS**

**lors d'une tâche de «contrôle cognitif» seraient déterminés par la forme de leur cerveau à la naissance.**

**Mais les moins doués naturellement progressent en grandissant et en s'entraînant.**

jeu, il s'agit par exemple d'inhiber sa réponse (c'est-à-dire de ne pas appuyer sur l'écran tactile) quand on entend un signal *stop*. Il y a bien entendu des conditions contrôles sans apprentissage de ce type. Cette étude (au cours de laquelle seront réalisées trois IRM) porte sur 150 enfants. Nous aurons les premiers résultats d'ici Noël – et les résultats complets en 2019. Mais nous imaginons déjà que les enfants entraînés seront plus performants que les autres lorsqu'il faut inhiber un automatisme de réponse dans un problème cognitif ou scolaire, et que leur cortex préfrontal sera plus actif.

Un autre programme de recherche tout à fait nouveau porte non pas sur les lois fonctionnelles du cerveau, telles que nous venons de les voir, mais sur les contraintes structurales précoces. Il s'agit de la forme des sillons du cerveau de chaque enfant observés en imagerie par résonance magnétique anatomique ou structurale. Pour l'instant, nous avons découvert une grande variabilité d'un enfant à l'autre (*voir la figure ci-contre*). Ces différences ont-elles un sens cognitif? Dit autrement, cette variabilité anatomique, qui se met en place *in utero*, est-elle en partie prédictive des performances cognitives et scolaires des enfants au cours du développement? Voilà une nouvelle façon de comprendre les relations entre inné et acquis.

## L'INFLUENCE DE LA FORME DU CERVEAU

C'est ainsi que nous avons découvert, en collaboration avec Jean-François Mangin du Centre de recherche NeuroSpin, que l'anatomie du cerveau influe sur le contrôle cognitif, compétence essentielle pour l'apprentissage et la réussite scolaire comme nous venons de le voir avec l'inhibition. Un motif particulier du cortex cingulaire antérieur, situé sur la face interne du cortex préfrontal, explique environ 20 % des performances d'enfants âgés de 5 ans dans une tâche qui permet de mesurer le contrôle cognitif: le test de Stroop. Les petits doivent dire le nom d'un animal dont la tête et le corps sont parfois incongruents (en conflit). Mais c'est le corps qui compte. Dès lors, l'enfant doit inhiber son premier réflexe (qui est de se baser sur la tête pour identifier l'animal). C'est un test de détection de conflits et d'inhibition.

Ces capacités cognitives, qui se déploient au cours du développement, sont donc liées pour une bonne part à une contrainte anatomique précoce: le plissement du cerveau dans la boîte crânienne qui détermine la forme des sillons. C'est ce que l'on appelle les motifs sulcogyraux, notre cerveau étant constitué de gyrus (les montagnes) et de sillons (les vallées). Ce relief se met en place lors de la construction du cerveau chez le fœtus. Le bébé est donc doté de cette

organisation à la naissance, de sorte que certains enfants acquièrent plus facilement diverses aptitudes cognitives comme l'inhibition.

En allant encore plus loin, nous avons confirmé cette prédiction anatomique par un suivi des mêmes enfants à la fin de l'école primaire, en utilisant la même version de la tâche de Stroop et une version plus complexe, adaptée à leur niveau : le Stroop lecture, par exemple identifier la couleur du mot *rouge* écrit en vert. L'enfant doit inhiber l'automatisme de lecture du mot écrit et répondre «vert». Dans ce cas, le motif préfrontal interne (cortex cingulaire antérieur) explique encore environ 20 % des performances des jeunes.

Tout n'est cependant pas déterminé à la naissance ! Car 80 % de la variabilité restent dus à divers facteurs environnementaux tels que les expériences, l'éducation ou des éléments socio-économiques. Néanmoins, ces résultats montrent que selon les caractéristiques de leur cerveau, les enfants ont parfois des besoins pédagogiques différents en matière d'apprentissage du contrôle cognitif. Or, cette aptitude pourrait être améliorée grâce à un entraînement spécifique, comme celui de l'attrape-pièges ou du signal stop sur tablettes. Ainsi, c'est un champ scientifique nouveau qui s'ouvre, à l'interface de l'anatomie cérébrale, de la psychologie du développement cognitif et de l'éducation.

### PRÉVOIR LES PERFORMANCES SCOLAIRES

Forts de ces premiers résultats, nous avons très récemment testé ce type de contrainte structurale précoce dans le domaine de la lecture, un apprentissage scolaire et culturel fondamental. Nous avons déjà vu que, pour cet apprentissage, l'une des régions principales d'intérêt est l'aire de la forme visuelle des lettres et des mots qui correspond à un sillon particulier du cerveau : le sillon occipitotemporal latéral de l'hémisphère gauche.

Nos analyses indiquent que, dans ce cas aussi, la forme (la brisure) de ce sillon prédit les performances dans un test de lecture réalisé par des enfants âgés de 9 ans. Ces travaux se poursuivent actuellement en collaboration avec Stanislas Dehaene de NeuroSpin sur une autre base de données qu'il a acquise, de manière à voir si le résultat se confirme.

Ainsi, qu'il s'agisse des lois de fonctionnement du cerveau qui apprend (recyclage, inhibition...) ou des contraintes structurales (motifs sulcogyraux), pour la première fois dans l'histoire, on peut réellement parler de sciences de l'éducation au sens fort du terme. Il s'agit de neuroéducation. Plus exactement, ce sont des neurosciences développementales appliquées

# Selon la structure de leur cerveau, les enfants ont des besoins différents en matière d'apprentissage

aux phénomènes d'apprentissage chez l'homme, en particulier les élèves.

Parlera-t-on bientôt de neuropédagogie ? Les professeurs des écoles sont-ils suffisamment informés de ces découvertes récentes ? Non, pas encore, même si l'intérêt pour la neuroéducation va croissant, un peu partout. Il ne s'agit toutefois pas d'imposer des méthodes aux professeurs. L'idée est simplement qu'ils s'approprient ces connaissances nouvelles sur les lois et contraintes du cerveau. La pédagogie reste un art, mais peut-être gagnerait-elle à s'appuyer sur des données scientifiques actualisées. En retour, le monde de l'éducation, informé qu'il est de la pratique quotidienne – l'actualité de la pédagogie –, peut suggérer des idées originales d'expérimentation. Ces découvertes commencent aussi à être enseignées aux étudiants des nouvelles Écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ESPE) en France. Mais c'est le tout début ! Beaucoup reste à faire.

Revenons, pour finir, sur le contrôle cognitif et en particulier la capacité d'inhibition du cortex préfrontal. Nous avons montré que c'est un « prédicteur » puissant de la réussite scolaire tout au long du cursus académique. En outre, les enfants apprécient beaucoup qu'on leur explique, dès la maternelle et l'école élémentaire, comment fonctionne leur cerveau. Nous le faisons régulièrement pour expliquer dans les écoles les projets de recherche du laboratoire. Cette information aux jeunes est une demande des comités d'éthique qui examinent en amont tous les projets de ce type, en particulier ceux qui utilisent l'IRM. Mais cette « initiation au cerveau » est aussi utile et doit être poursuivie au collège et au lycée. Car à tout âge, un jeune qui sait comment son cerveau fonctionne comprend mieux et apprend mieux ! ●

### Bibliographie

**E. Arh et al.**, Inhibition of the mirror-generalization process in reading in school-aged children, *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 145, pp. 157-165, 2016.

**A. Cachia, G. Borst et al.**, The shape of the anterior cingulate cortex (ACC) contributes to cognitive control efficiency in pre-schoolers, *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 26, pp. 96-106, 2014.

**O. Houdé et al.**, Functional MRI study of Piaget's conservation-of-number task in preschool and school-age children: A neo-Piagetian approach, *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 110, pp. 332-346, 2011.



INTERVIEW

# ERIC GASPAR

*Professeur de mathématiques au lycée public Jean-François-Champollion de Lattes (34) et créateur du programme de neuroéducation Neurosup.*

## « PARLER DU CERVEAU AUX ÉLÈVES CHANGE TOUT »

**Eric Gaspar, vous êtes professeur de mathématiques et, depuis une dizaine d'années, passionné de neurosciences. Vous en avez tiré une méthode de pédagogie qui rencontre un succès grandissant. À quoi attribuez-vous cette réussite ?**

C'est assez facile à comprendre : un pilote de Formule 1 ne doit-il pas connaître le fonctionnement de sa voiture pour en tirer les meilleures performances ? C'est la même chose pour



## Comme un pilote de Formule 1 doit connaître le fonctionnement de sa voiture, un élève gagne à connaître celui de ses neurones

qui apprend ou enseigne : connaître la façon dont fonctionne le cerveau, au moins dans ses grands principes, est un avantage indéniable. L'évidence étant simplement rappelée ainsi, l'intérêt des auditeurs est immédiatement éveillé, qu'ils exercent dans le milieu de la transmission des connaissances ou pas (parents d'élèves, salariés d'entreprises, simples citoyens, etc.). L'objectif de mon projet *Neuro-sup* est de tirer bénéfice des avancées des neurosciences pour créer, dévoiler ou faciliter des ponts entre les données théoriques et le quotidien de la classe. Il ne s'agit pas de trouver une méthode miracle qui ferait réussir tout le monde, mais de faire connaître aux étudiants et aux enseignants les règles de base du fonctionnement naturel du cerveau. Car notre outil de travail en classe, c'est bien lui, rappelons-le !

### Quelles sont les grandes règles du fonctionnement cérébral dont s'inspire la neuroéducation ?

Le fonctionnement du cerveau est très complexe, mais pour nous il est important de retenir quelques règles. Le cerveau : 1) tend à économiser de l'énergie ; 2) procède par associations

et comparaisons ; 3) a besoin de répétitions pour mémoriser ; 4) fait volontiers des prédictions ; 5) gère son attention et sa concentration de façon fluctuante. Le principe d'économie d'énergie, par exemple, se traduit par un fait bien connu, à savoir que nous aimons opérer des regroupements de plusieurs informations. Ainsi, notre cerveau retient plus facilement 5 nombres à 2 chiffres que 10 chiffres séparés. C'est ce qui explique, par exemple, qu'il nous soit plus facile de retenir des numéros de téléphone par paires de chiffres que sous forme d'une série de chiffres isolés. En créant des paires, nous avons la possibilité de retenir 5 éléments, et non 10.

### Comment ce principe peut-il être exploité de façon concrète en classe ?

Dans l'apprentissage des langues vivantes, lorsque l'enseignant souhaite faire comprendre aux élèves que certains verbes irréguliers (*to begin*, qui se conjugue au prétérit *began* et au participe passé, *begun*) se conjuguent comme d'autres (*to drink*, *drank*, *drunk*), il pourra créer un cahier de verbes irréguliers et demander aux élèves de noter, en page 1 au fur et à mesure qu'ils seront rencontrés au cours de l'année, tous les verbes qui se conjuguent de la même manière (accompagnés d'un dessin, c'est encore mieux). Bref, de les regrouper explicitement. Cela permet aux élèves de connaître un verbe et sa conjugaison (*to begin*), et savoir que *to begin*, *drink* et *sing* se trouvent par exemple sur la même page fera le reste du travail. De cette façon, ils n'ont pas l'impression d'avoir mémorisé plusieurs verbes, mais un seul.

### Le principe de regroupement est-il propre aux langues, ou peut-il s'appliquer à d'autres matières ?

En réalité, c'est une propriété transversale du cerveau, que l'on va rencontrer aussi dans d'autres matières. En maths, prenons l'exemple de l'apprentissage des formules d'aire des polygones. Les élèves ont sou-

vent cinq formules à apprendre : celle du carré, du rectangle, du triangle, du losange et du parallélogramme. Or si on les examine attentivement, on s'aperçoit qu'elles diffèrent de par le vocabulaire spécifique les accompagnant (base, etc.). Mais elles peuvent aussi être simplement séparées en deux groupes : car trois d'entre elles ne requièrent de ne faire qu'une multiplication, et pour les deux autres il s'agit de faire une multiplication puis une division par deux. Ici aussi, procéder par catégorisation permet d'aider l'élève à mieux mémoriser en ne surchargeant pas le cerveau.

### La neuroéducation profite-t-elle à tous les élèves indifféremment ?

Oui, mais elle est surtout intéressante pour ceux qui sont à la recherche de stratégies méthodologiques simples. Elle est aussi vitale pour ceux qui sont au bord de l'écoeurement du système scolaire car ils s'aperçoivent que de telles stratégies ne sont pas si éloignées de ce qu'ils font dans leur vie quotidienne. L'apprentissage devient alors plus naturel et développe leur confiance en eux. Cela permet de « récupérer » ceux qui n'ont pas de repères ou qui trouvent que la dose de travail demandée est trop coûteuse en énergie, ce qui est moins le cas si on les met sur des rails naturels pour le cerveau. Ce qui ne veut pas dire que d'autres ne s'accommodent pas de méthodes plus coûteuses en énergie pour leur cerveau et réussissent très bien, bien entendu. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise méthode.

### Les neurosciences vont-elles alors nous permettre d'apprendre plus vite et sans peine ?

Il faudra toujours passer un minimum de temps pour assimiler les concepts appris en cours. Parfois, les neurosciences nous montrent même qu'il faudrait en prendre davantage. J'en veux pour exemple

## « PARLER DU CERVEAU AUX ÉLÈVES CHANGE TOUT »

●● cette phrase si souvent entendue en classe quand le maître a fini d'exposer un concept : « Tout le monde a compris ? Oui ? Alors on passe à la suite ! » Certes, il y est parfois obligé à cause de la surcharge des programmes. Mais depuis cinquante ans, il est admis par les enseignants et les corps d'inspection qu'une fois que l'élève a compris, l'acte d'apprentissage est terminé. Or les neurosciences nous montrent très facilement que la compréhension et la mémorisation sont deux étapes distinctes de l'apprentissage et que cela ne sert pas à grand-chose de comprendre une donnée si on ne la mémorise pas, puisque l'objectif final sera de la restituer.

**Comment peut-on s'assurer que les élèves ont bien acquis la compétence qui a fait l'objet du cours ?**

L'une des stratégies, que je propose dans la formation *Neurosup*, est la suivante : après le « Ça va ? Tout le monde a compris ? », il s'agit de passer par une petite vérification plutôt détendue, en utilisant par exemple des petits cartons rouges et verts que je distribue à tous les élèves. Devant la classe, j'énonce alors quelques affirmations en lien avec le cours dont on vient de parler. Les élèves doivent lever leur carton rouge ou leur carton vert pour indiquer si chaque affirmation est, selon eux, vraie ou fausse.

Cette phase de retour sur le cours et d'interaction avec l'exposé de la leçon a de multiples avantages. D'une part, elle permet aux élèves de véritablement savoir s'ils ont retenu les connaissances de façon opérationnelle, et s'ils sont capables de les utiliser, en mettant ce savoir en relation avec des cas concrets et en le mobilisant. Résultat : il se crée des allers-retours entre la mémoire de travail des élèves et leur mémoire à long terme. On comprend pourquoi : ils doivent en effet faire travailler leur mémoire de travail pour traiter la question, et leur mémoire à long terme pour convoquer la connais-

sance... Mieux : la connaissance réactivée de cette manière est « réencodée » dans le cerveau, c'est-à-dire qu'elle fait l'objet d'une réécriture plus profonde, qui assurera son stockage à la fois plus solide et plus durable. Deuxième avantage de ce dispositif : chaque élève participe à l'exercice, alors que si l'on pose une question ouverte, en général ce sont tout au plus deux ou trois élèves qui répondent, les autres se contentant d'observer passivement. Troisième avantage : les élèves sont placés dans une situation à la fois apaisée et ludique, bénéfique à leur attention. Sans compter qu'ils aiment souvent se comparer, ou comprendre pourquoi leurs camarades ont répondu différemment.

**De quelle façon évaluez-vous la portée de cette méthode ?**

Bien entendu, après le vote des élèves, je reviens sur le sujet de la leçon, ou je demande à un élève de motiver sa réponse. Mais surtout, cette étape des cartons est suivie d'une troisième que j'ai appelée « flash test ». Il s'agit de deux questions (portant sur le même thème), dont la réponse est volontairement courte (une ou deux lignes) notée chacune sur un point. Puis je ramasse les copies, je donne la solution, et les élèves savent tout de suite combien ils ont obtenu de points. À noter que les élèves sont prévenus de cette étape dès l'étape d'explication.

Ce triptyque suit la notion de fluctuation attentionnelle abordée auparavant avec les élèves. Sur une échelle attentionnelle graduée de 1 à 10, nous commençons ainsi par 5 minutes d'explication de l'enseignant (disons 7 sur l'échelle d'attention), puis 8 minutes de révision détendue avec les cartons (4 d'attention), et enfin 2 minutes pour les questions (10 d'attention). Et les effets sont au rendez-vous : dans les classes les plus difficiles, mes collègues sont stupéfiés par le calme qu'ils arrivent à obtenir pendant 15 minutes d'affilée.

**Vous proposez donc une sorte d'évaluation continue ?**

Justement, ce n'est pas perçu comme une évaluation par les élèves ! Pour eux, c'est une cagnotte, comme dans un jeu vidéo, où l'on amasse des points, où l'élève n'a pas besoin d'attendre une semaine pour retenter sa chance (le prof peut refaire un test dans la même heure), où l'on apprend immédiatement de son erreur, ce qui est très efficace pour encoder une donnée. Ici, la note sur deux points devient un outil d'apprentissage dynamique, non anxiogène, et non une évaluation. Bien entendu, parallèlement je conserve les évaluations plus classiques, au grand dam des élèves.

**À côté de la pure mémorisation, que peut-on imaginer pour faire progresser l'apprentissage de la pensée et du raisonnement ?**

La neuroéducation propose de ce point de vue des pistes pour comprendre pourquoi certains élèves ont du mal à établir des raisonnements en mathématiques. Le concept important à cet égard est celui de cerveau probabiliste et de cerveau prédictif. Le neuroscientifique Stanislas Dehaene a montré que dès leur plus jeune âge, les enfants raisonnent naturellement comme de petits statisticiens. Par exemple, des enfants de 1 an peuvent prévoir une probabilité future mais aussi une probabilité passée. Cela s'observe par une expérience : présentez à un bébé de 8 mois une urne de face opaque contenant des boules rouges et blanches. Tirez quatre boules et étalez-les devant lui. Mettons qu'il y en ait trois rouges et une blanche. Puis, soulevez la face opaque de l'urne pour lui montrer toutes les boules. Si l'enfant constate qu'il y a là aussi nettement plus de rouges que de blanches, son regard ne s'y attarde pas (car le temps de regard est considéré comme une mesure fiable du degré de stupéfaction de l'enfant). En revanche, s'il constate ●●

# Belin:



**La réussite  
pour tous**

**Spécial rentrée !**  
30 jours d'essai gratuit

[peps-reussite.fr](http://peps-reussite.fr)

**Pep's**  
Parcours d'entraînement personnalisés

## La première plateforme d'entraînement personnalisé pour les élèves du CP au CM2

Pep's permet une pédagogie différenciée favorisant la remédiation ou l'approfondissement et la motivation des élèves en leur permettant d'apprendre autrement, à leur rythme.

- ▶ Des modules complets d'**évaluation scolaires ou cognitives**.
- ▶ Les **exercices d'évaluation cognitive** élaborés par les spécialistes des sciences cognitives de GERIP (spécialisé dans le développement de solutions numériques d'évaluation et de remédiation cognitives – gerip.com)
- ▶ Plus de **20 000 exercices du CP au CM2 en math et français** avec trois niveaux de difficulté à choisir dans la base de données, pour diversifier les façons d'apprendre, chacun à son rythme.
- ▶ Possibilité de créer des **parcours personnalisés par élève ou par groupes d'élèves**.
- ▶ Un **entraînement à la carte en fonction des programmes scolaires** ou des **compétences du socle**.



### AU COLLÈGE : évaluez vos élèves à l'entrée en 6<sup>e</sup>

Avec Pep's, vous réalisez un bilan des acquis du primaire en Mathématiques et en Français.

Vous identifiez rapidement les points forts et les notions à revoir pour faire progresser chacun de vos nouveaux élèves.

Voir le détail de nos offres et les conditions d'utilisation sur [peps-reussite.fr](http://peps-reussite.fr)

Editions Belin - 8, rue Férou - 75278 Paris cedex 06  
[education.editions-belin.com](http://education.editions-belin.com) - [enseignants@editions-belin.fr](mailto:enseignants@editions-belin.fr) - Tél. : 01 55 42 84 00

•• qu'il y a beaucoup plus de boules blanches que de rouges, l'enfant observe longuement la collection, car cela ne confirme pas sa prédiction! L'intérêt de ces observations est de montrer que dès le plus jeune âge, le cerveau établit des inférences dites bayésiennes (la formule de Bayes est une formule de probabilité très connue en mathématiques). Il recherche ce qui a pu être la cause de ce qu'il observe. Savoir cela va être essentiel pour aider les élèves en classe à tenir des raisonnements.

**Concrètement, comment cela se traduit-il dans un cours de maths?**

Un des gros problèmes auxquels sont confrontés les enseignants en mathématiques est le suivant: lorsqu'ils donnent l'énoncé d'un problème qui prend la forme d'une question unique (par exemple: «Montrer que la figure ABCD est un parallélogramme»), seule la moitié de la classe produit généralement l'une des bonnes réponses. Mais si le professeur donne une question intermédiaire, comme: «Montrez que les vecteurs AB et DC sont égaux», avant la question «en déduire la nature de ABCD», alors tout le monde y parvient.

**Cela signifie-t-il qu'il faut proscrire les exercices à question unique, sans aide préliminaire?**

Non, surtout pas, car réussir celles-ci est l'objectif final. En revanche, et on le voit ici, tous les élèves détenaient la connaissance que l'égalité des vecteurs est l'une des méthodes qui déterminent un parallélogramme. Simplement, la moitié de la classe ne savait pas qu'il fallait (ou que c'était du moins une possibilité) passer par les vecteurs. En fait, les élèves qui réussissent à répondre sans aucune aide font inconsciemment la recherche des causes possibles qui mènent à un parallélogramme. Ils se disent: «On me demande si c'est

# Dans bien des cas, les professeurs appliquent déjà, sans s'en rendre compte, les règles de la neuroéducation. Le discours scientifique fait alors écho en eux

un parallélogramme.» Puis, à la manière du bébé statisticien, ils remontent dans le passé et établissent la liste des propriétés possibles qui permettraient d'aboutir à la conclusion d'un parallélogramme l'instant d'après (des propriétés qualifiées de suffisantes, en maths). L'établissement de cette liste, telle une liste de suspects dans une enquête policière, est leur secret inconscient. Ensuite, ils observent les éléments qui sont donnés dans l'énoncé et notent ceux qui, parmi la liste des suspects, y figurent. Mais les autres élèves n'ont pas le réflexe de suivre cette démarche d'enquête à rebours car ils ne se l'imaginent souvent même pas. Ce sont eux qui vont profiter de l'approche neuroéducative.

**Est-ce le problème récurrent du jeune dont on dit qu'il sait sa leçon mais qu'il ne sait pas lire l'énoncé?**

Oui et non! Cela signifie surtout que l'élève en difficulté ne voit pas le rapport entre l'énoncé et la question car il ne détecte pas de mot-clé (pour lui) dans l'énoncé. Pour revenir au problème du parallélogramme, s'il ne trouve pas le mot «vecteur» dans l'énoncé, il ne pensera pas à passer par les vecteurs...

Tout simplement. Or, ce genre de choses s'apprend. Il suffit par exemple de proposer une séance d'exercices à question unique, où l'objectif n'est pas de répondre à la question mais de dresser la liste des «propriétés suffisantes possibles-suspectes» qui peuvent mener à la question posée, de barrer certaines de ces possibilités parce qu'elles sont sans rapport avec l'énoncé, etc. Bref, de remonter dans le passé comme dans une enquête policière. Cette similitude avec le monde des enquêtes policières leur parle évidemment au plus haut point, et débloque bien des situations.

**Reste le problème de la concentration: la neuroéducation offre-t-elle des clés pour améliorer cette capacité chez les élèves?**

Oui, à condition de leur parler de la «fluctuation attentionnelle» dont ils doivent faire preuve en classe, exactement comme leurs sportifs préférés. À partir d'une vidéo d'un match de tennis par exemple, il est facile de leur faire d'abord percevoir qu'il n'y a pas une seule attention mais qu'il en existe plusieurs types (attention externe, interne, étroite, large): en regardant de telles vidéos, on s'aperçoit facilement que l'attention du

joueur n'est pas la même lorsqu'il sert, se déplace, frappe la balle, attend la balle, ou se repose.

Avec les élèves, il s'agira aussi d'aborder la question des degrés d'attention. Et pour cela, le professeur peut les aider en accrochant une grosse pastille de couleur (rouge, orange, verte) et leur demander de se placer sur le niveau attentionnel correspondant (très fort, assez fort, moyen) selon le moment du cours. Ainsi, je sors le rouge quand je veux une attention maximale au moment de l'explication d'un nouveau concept ; puis le panneau orange lorsque je vais compléter la notion par des conséquences qui en découlent ou par des anecdotes ; et je passe au vert pour des exercices qui prennent plus de temps et ne peuvent pas requérir durablement une attention maximale. Il faut tenir compte du fait que les élèves risquent de s'épuiser s'ils veulent maintenir une concentration maximale en permanence. Ils doivent apprendre à jongler avec leur degré d'attention, à en rester maîtres. Bien entendu, je ne parle pas là des élèves qui ne souhaitent pas être attentifs parce qu'ils préfèrent bavarder avec leur voisin.

**Des enseignants utilisent déjà certaines des règles que vous citez, sans avoir besoin de passer par les neurosciences. Finalement, à quoi sert de parler du cerveau ?**

Se référer aux neurosciences donne des arguments pour conseiller une méthode aux élèves. Le problème est que si l'enseignant leur demande de suivre une méthode, ils ont tendance à établir un amalgame entre le conseil qu'on leur donne et la personnalité de l'enseignant. Ils se disent : «Le prof a sa façon de faire, mais il n'est pas moi. Cette méthode ne me convient donc pas obligatoirement.» Mais dès l'instant où ce même enseignant leur dit : «Le cerveau aime les regroupements, et c'est donc



**Du même auteur : le petit livre qui explique aux élèves comment mieux utiliser son cerveau pour réussir à l'école (Éditions Belin, 112 pages, 11,50 €).**



#### SUR LE WEB

Vidéos postées sur le site du Collège de France, sur le cerveau bayésien : <https://www.college-de-france.fr>.

#### Bibliographie

**F. Eustache**, *La neuro-éducation : la mémoire au cœur de l'apprentissage*, Odile Jacob, 2016.

**E. Gaspar**, *Explose ton score au collège*, Belin, 2015.

**E. Pasquinelli**, *Mon cerveau, ce héros – Mythes et réalité*, Le Pommier, 2015.

**J.-C. Lachaux**, *Le Cerveau funambule*, Odile Jacob, 2015.

**O. Houdé**, *Résister*, Le Pommier, 2014.

pour cette raison que je vais vous donner les éléments par colonnes, par paquets», alors quelque chose d'inédit se produit chez eux. Argumenté par un angle scientifique et non plus subjectif ou personnel, le conseil passe mieux. Les élèves deviennent intéressés, en éveil, et sont bien plus disposés à accueillir cette recommandation. En fait, dès que l'on prononce le mot *cerveau*, ils sont fascinés.

Autre avantage : les jeunes sont ravis quand le professeur d'une autre matière leur dit la même chose. Cela brise le mythe de multiples règles et méthodes différentes, propres à chaque matière, qui se démultiplieraient encore plus selon la personnalité de l'enseignant.

**Certains enseignants verraient d'un mauvais œil l'emprise croissante des neurosciences sur leur métier. S'agit-il pour eux de défendre leur pré carré, leur matière et leurs méthodes ?**

La vérité est étonnante car cette hostilité est rare. Les réfractaires forment en fait une toute petite minorité. Dans les quelque 200 établissements où j'ai dispensé des formations, les neuf dixièmes des enseignants sont tout aussi enthousiasmés que les élèves par cette approche. Principalement, parce qu'ils appliquent déjà ces règles à des degrés divers sans s'en rendre compte. Le plus souvent, il ne manque presque rien pour qu'une classe perturbée trouve un élan collectif incluant le professeur qui parle du cerveau. Aujourd'hui, le grand défi sera de faire accepter progressivement ces apports des neurosciences par l'institution de l'Éducation nationale. Mais je crois que nous y arriverons, car les remontées des enseignants qui les ont testés sont à la fois si positives et si nombreuses qu'elles vont finir par déborder les décisionnaires les plus conservateurs. ●



# BIENTÔT DE MEILLEURS ÉLÈVES ?

- Les recherches en neurosciences proposent des pistes pour identifier les jeunes enfants qui risquent de présenter des troubles de l'apprentissage à l'école. Objectif: renforcer leurs aptitudes en lecture, écriture et mathématiques, dès le plus jeune âge.

Par Gary Stix, rédacteur en chef à Scientific American.

**L**ucas Kronmiller, âgé de 8 mois, a la tête couverte d'un casque de 128 électrodes. Face à lui, un expérimentateur fait des bulles de savon pour le distraire. Mais Lucas a l'air calme et content. Il faut dire qu'il se rend souvent dans ce laboratoire de l'université Rutgers dans le New Jersey depuis qu'il a 4 mois. Donc aujourd'hui, rien d'anormal. Comme lui, plus de 1 000 autres enfants aident April Benasich et ses collègues à savoir s'il est possible de prévoir dès le plus jeune âge de futurs troubles du langage, qui seront facteurs de difficultés d'apprentissage à l'école élémentaire.

Comment fait Benasich? Comme d'autres scientifiques, elle utilise des techniques d'enregistrement cérébral pour déchiffrer les mécanismes neurobiologiques qui sous-tendent l'apprentissage. Mais de nombreuses questions restent en suspens. Quelle est la capacité d'un nouveau-né à traiter les sons et les images? Celle-ci joue-t-elle un rôle dans l'apprentissage des lettres et des mots? Existe-t-il un lien entre la faculté d'attention d'un tout-petit et sa réussite scolaire? Comment les éducateurs peuvent-ils développer les compétences sociales des enfants, également indispensables en classe?

En cherchant à comprendre comment le cerveau apprend, les neuroscientifiques enrichissent les connaissances issues des travaux des pédagogues et psychologues cognitifs. La «neuroéducation» va encore plus loin: elle a pour ambition d'offrir de nouvelles méthodes pédagogiques pour préparer au mieux les tout-petits à la lecture, l'écriture, l'arithmétique et à la vie en collectivité, dès le début de leur vie et jusqu'aux

## EN BREF

- Les neurosciences commencent à révéler ce qui se passe dans le cerveau des enfants lorsqu'ils apprennent à lire, écrire, compter...
- On cherche ainsi à détecter les tout-petits qui risquent de souffrir de troubles du langage et de la lecture.
- Le but est de proposer, dès la maternelle, des exercices personnalisés pour améliorer les facultés cognitives et les chances de réussir à l'école.
- Attention toutefois à ce que les techniques d'entraînement cérébral soient validées scientifiquement.

© Yuganov Konstantin / shutterstock.com

- premières classes de l'école élémentaire. Car c'est à ce moment-là que leur cerveau est le plus « plastique », le plus apte à changer.

Les travaux de Benasich reposent sur des électroencéphalographies qui enregistrent l'activité électrique du cerveau des bébés grâce à des casques munis d'électrodes et posés sur leur crâne. Objectif : traquer des anomalies de perception des sons. Pourquoi ? Parce que, comme le rappelle cette ex-infirmière (qui, depuis, a obtenu deux doctorats !), c'est une aptitude cognitive nécessaire à la compréhension du langage, cette faculté étant elle-même à la base de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Pour ce faire, elle se concentre sur un moment bien particulier de l'activité électrique cérébrale, qu'elle appelle l'instant « tilt ! ». Il s'agit d'une phase de transition abrupte, qui se manifeste par une forte oscillation et qui indique que le cerveau a détecté quelque chose de nouveau (voir l'encadré page ci-contre).

#### PERCEVOIR CORRECTEMENT LES SONS

Benasich et ses collègues font écouter au bébé un son de fréquence et de durée données. Puis, ils changent sa fréquence et observent l'électroencéphalogramme : plus le bébé perçoit bien le nouveau son, plus l'instant « tilt ! » (la forte oscillation) est rapide. En revanche, une réponse électrique tardive signifie que le cerveau n'a pas détecté assez vite le nouveau son. Les chercheurs ont alors montré qu'un tel résultat sur l'encéphalogramme à l'âge de 6 mois prédispose à des troubles du langage vers l'âge de 3 à 5 ans, puis à des troubles de la lecture. En effet, si cette mauvaise perception des sons persiste avant l'entrée à l'école élémentaire, elle reflète souvent des anomalies de développement dans les circuits neuronaux qui permettent de distinguer les unités sonores du langage. Or si un enfant n'arrive pas à entendre assez vite des sons proches comme « da » et « pa », il ne peut pas séparer les syllabes correspondantes « écrites » dans sa tête et a des difficultés pour apprendre à lire. En outre, les enfants ayant des problèmes précoces de perception des sons réussissent moins bien les tests psychologiques du langage huit ou neuf ans plus tard.

En diagnostiquant assez tôt les troubles des apprentissages, Benasich espère bien les éviter. Comment ? Grâce à un entraînement approprié. En effet, à condition d'être stimulé, le cerveau est capable de se modifier à n'importe quel âge, mais surtout durant les premières années de vie.

En 2014, avec son équipe, elle a mis au point un jeu qui entraîne le bébé à réagir à de subtils changements sonores : s'il tourne la tête ou bouge les yeux de manière adéquate, c'est-à-dire au moment où le son change, une vidéo se lance en

# La neuroéducation a pour ambition d'offrir de nouvelles méthodes pédagogiques pour préparer au mieux les tout-petits à la lecture, l'écriture et les maths

guise de récompense. Résultat : les bébés qui suivent cet entraînement sont capables de détecter d'infimes modulations sonores, et ce de façon beaucoup plus précise et rapide que les petits non entraînés. Selon Benasich, ce jeu devrait donc être bénéfique aux bébés présentant des anomalies de perception des sons, leur évitant peut-être des troubles du langage quelques années plus tard.

#### LE SENS DU NOMBRE EST INNÉ

Dans le domaine des mathématiques aussi, on tente d'entraîner le cerveau des tout-petits. Le pionnier dans ce type de recherches est Stanislas Dehaene, professeur au Collège de France et chercheur au centre NeuroSpin. Il a montré que les nourrissons ont déjà une certaine notion du nombre. Cette aptitude, présente dès la naissance, repose sur des circuits cérébraux bien particuliers et leur permet d'évaluer approximativement une quantité d'objets, voire de les compter quand il n'y en a que 3 ou 4. Par exemple, ils repèrent systématiquement, parmi 2 rangées, celle qui comporte le plus de bonbons. De même, si l'expérimentateur cache 5 objets derrière un écran puis 5 autres, les bébés manifestent leur surprise s'ils n'en découvrent que 5 lorsque l'écran est retiré (ils passent alors plus de temps à les regarder). Avec l'imagerie cérébrale, Dehaene a mis en évidence la région du cerveau impliquée dans le nombre et la reconnaissance approximative des quantités : le sillon intrapariétal du cortex cérébral.

Cette capacité est partagée par de nombreuses espèces animales, tels les dauphins, rats, pigeons, lions, singes. Et également chez l'être humain

ainsi, même lorsqu'il est apparemment dépourvu de système de comptage. Ainsi, l'équipe de Dehaene et du linguiste Pierre Pica au CNRS l'a observée chez les Mundurucu, un peuple indigène de la forêt amazonienne. Ceux-ci effectuent des calculs approximatifs. Soumis à des tests, les adultes reconnaissent la rangée contenant le plus de points, avec quasiment le même taux de réussite que les Français. En revanche, lorsque 4 objets sont retirés d'un groupe de 6, la plupart d'entre eux ne peuvent pas dire combien il en reste.

Pour Dehaene, si cette compétence innée est défaillante, l'enfant risque de souffrir de dyscalculie : il ne pourra pas acquérir les compétences de base en mathématiques à l'école élémentaire. Ce trouble de l'apprentissage de l'arithmétique, qui concerne 3 à 7 % des enfants, fait l'objet d'une attention bien moindre de la part des éducateurs que la dyslexie, qui perturbe l'apprentissage de la lecture. Pourtant, les difficultés sont réelles. Selon une étude publiée dans la revue américaine *Science* en 2011, «les personnes souffrant de dyscalculie gagnent en général moins d'argent, ont plus de problèmes avec la police et sont en moins bonne santé». Mais selon Dehaene, il est possible de renforcer le sens du nombre chez les tout-petits par un entraînement cérébral.

### DES JEUX D'ENTRAÎNEMENT CÉRÉBRAL POUR LES ENFANTS DÈS LA MATERNELLE

Son équipe a conçu un logiciel éducatif pour faciliter l'apprentissage de l'arithmétique, que l'enfant présente des difficultés ou non (voir la figure page 54). La course aux nombres s'adresse aux petits âgés de 4 à 8 ans. Le jeu présente des nombres sous diverses formes, par exemple des tas de pièces en or. Le joueur doit choisir quel tas contient le plus de pièces avant que l'avatar de l'ordinateur ne les lui vole. Le jeu s'adapte automatiquement aux performances des enfants et, dans les niveaux les plus élevés, le jeune doit résoudre des additions ou des soustractions pour savoir quel est le tas qui compte le plus de pièces. Objectif : automatiser le traitement des quantités et l'arithmétique simple, de façon que le calcul devienne facile et ne nécessite plus autant d'attention.

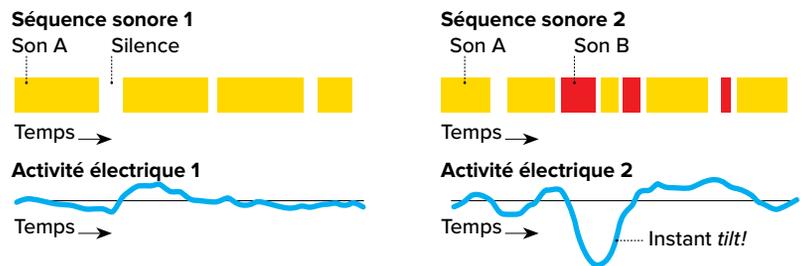
Ce logiciel, traduit en huit langues, est gratuit en ligne (voir Sur le Web) et a été téléchargé par des milliers d'enseignants dans le monde entier. Dehaene a lancé une étude auprès de 1 000 enfants en cours de développement dans son laboratoire) permet d'éviter la dyscalculie chez les enfants à risque, et du moins de renforcer le sens du nombre chez les autres. Les résultats de cette étude sont très attendus.

## STIMULER LE LANGAGE DÈS LE BERCEAU

**D**es scientifiques ont développé un test pour repérer, parmi les bébés qui ont une audition normale, ceux qui n'ont pas une perception cérébrale optimale des sons (*en haut*). Et ils ont mis au point un jeu éducatif pour préparer les tout-petits à l'apprentissage du langage, de l'écriture et de la lecture (*en bas*).

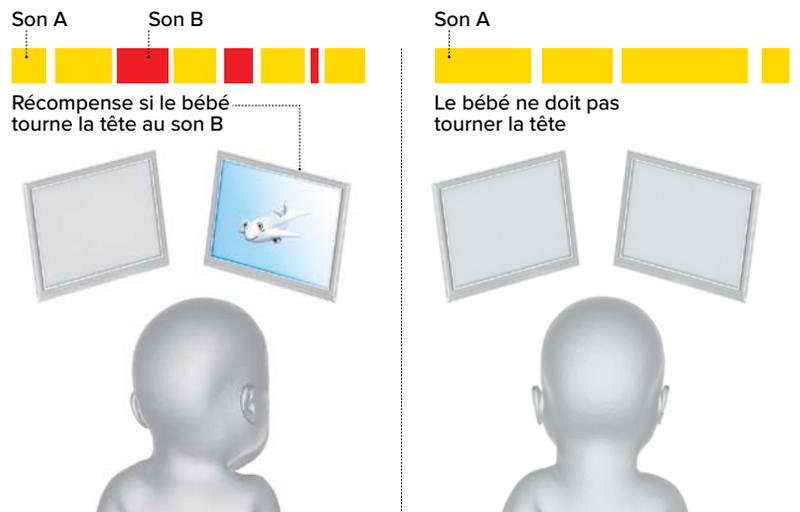
### La perception cérébrale des sons

Les chercheurs de l'université Rutgers mesurent l'activité électrique cérébrale des bébés grâce à un casque muni d'électrodes. Tout d'abord, ils leur font entendre un son de haute fréquence (A) pour obtenir un profil d'onde cérébrale (*à gauche*). Puis ils intercalent un son de fréquence différente (B), ce qui provoque une modification rapide de l'onde cérébrale (nommée instant « tilt ! ») quand le cerveau détecte le changement (*à droite*). Une réponse plus lente ou plus faible à ce changement soudain de son prédit parfois de futurs troubles du langage.



### Le jeu éducatif pour les nourrissons

Les bébés peuvent alors améliorer leur perception sonore tout en s'amusant avec le jeu que les chercheurs ont mis au point. Le nourrisson apprend à tourner la tête lorsqu'il entend le son B (*à gauche*) mais ne doit pas bouger quand c'est le son A (*à droite*). Lorsqu'il réussit, il regarde une vidéo en guise de récompense. Progressivement, le rythme de changement de son augmente et le petit doit réagir de plus en plus vite.



## BIENTÔT DE MEILLEURS ÉLÈVES ?



● **La course aux nombres** est un jeu qui renforce le sens inné du nombre. Dès la maternelle, les enfants doivent repérer le plus gros tas de pièces d'or en un temps limité (à gauche). Si la réponse est correcte, l'avatar de l'enfant (ici, le dauphin) se déplace de 5 cases, correspondant au plus grand nombre de pièces (à droite). L'ordinateur avance alors de deux cases. Si l'enfant se trompe, c'est l'inverse. Le gagnant est celui qui franchit la ligne d'arrivée en premier.

Lecture, écriture, mathématiques : tous les apprentissages reposent sur ce qu'on appelle les fonctions exécutives, à savoir l'attention, la mémoire, le contrôle des émotions, la maîtrise de soi... Au laboratoire, on peut évaluer ces aptitudes, notamment avec le test dit du marshmallow. En 1972, dans une célèbre expérience menée à l'université Stanford auprès de jeunes enfants, le psychologue Walter Mischel leur donne le choix de manger un bonbon tout de suite ou d'en recevoir deux s'ils sont capables d'attendre qu'il revienne dans la pièce. Ainsi, en suivant à long terme les jeunes, Mischel a montré que ceux qui ont su patienter réussissent ensuite mieux, en moyenne, à l'école et dans leur vie professionnelle.

### INDISPENSABLE MAÎTRISE DE SOI

Alors, peut-on renforcer les fonctions exécutives ? C'est tout l'enjeu du programme éducatif *Tools of the mind* (Les outils de l'intelligence), proposé aux États-Unis et au Canada, et testé avec succès dans des quartiers pauvres où les enfants ne réussissent pas aussi bien à l'école que ceux des quartiers aisés. Ce jeu de rôles développe la maîtrise de soi, l'attention, la flexibilité mentale et améliore la mémoire de travail (celle qui permet de stocker des informations sur le court terme, par exemple pour effectuer des calculs).

Entre autres exercices proposés dans ce jeu, un enfant peut apprendre à contrôler ses impulsions lorsqu'il réalise une tâche s'il explique à voix haute ce qu'il est en train de faire ; il peut aussi améliorer sa mémoire de travail en s'entraînant à retenir des séries de quelques dessins. Les techniques de maîtrise de soi ont d'ailleurs séduit les économistes qui suggèrent de les utiliser « pour améliorer la santé physique et les

ressources financières de la population, ainsi que pour réduire le taux de criminalité », comme ils le révèlent dans une étude parue en 2011 dans la revue américaine *The Proceedings of the National Academy of Sciences*.

### JOUER D'UN INSTRUMENT DE MUSIQUE

Des découvertes en neurosciences confortent cette idée : la maîtrise de soi est un atout pour réussir à l'école et dans la vie. Mais pour être un bon élève, il n'est pas forcément nécessaire d'apprendre à résister à la tentation d'un marshmallow ou de participer à un jeu de rôles... Suivre une formation musicale est suffisant ! Plusieurs équipes de recherche ont montré que la pratique d'un instrument de musique s'avère payante en classe car elle développe l'attention, la mémoire de travail et la maîtrise de soi. Donc tous les ingrédients d'un bon apprentissage !

C'est notamment ce qu'a révélé l'équipe de Nina Kraus du Laboratoire de neurosciences cognitives de l'audition à l'université Northwestern. Cette neuroscientifique a été élevée par une mère musicienne, qui lui parlait dans sa langue natale, l'italien. Elle joue elle-même de plusieurs instruments de musique (piano, guitare, percussions) : « La musique occupe encore une grande place dans ma vie... même si je ne suis pas une grande musicienne ! » C'est donc tout naturellement qu'elle utilise sa formation en neurosciences pour comprendre quels sont les effets de la musique sur le cerveau et sa plasticité.

À l'aide d'électroencéphalographies, Kraus a d'abord étudié la façon dont le système nerveux code la hauteur, le rythme et le timbre d'une composition musicale. Puis elle a examiné l'impact de la pratique musicale sur le cerveau. Résultat : le fait

de jouer d'un instrument de musique s'accompagne de modifications neuronales qui augmentent la mémoire de travail et la capacité d'écoute, ce qui permet par exemple aux élèves d'extraire un discours cohérent du brouhaha caractéristique qui règne parfois dans les salles de classe.

À la lumière de ces résultats, il est tentant de penser que la musique améliore l'apprentissage des enfants. Et c'est vrai! Certes, de nombreuses questions restent en suspens. Par exemple, quel type de pratique augmente les performances cognitives? Est-il aussi bénéfique de jouer du piano que de la guitare? D'écouter Mozart que Justin Bieber? Une expérience menée à Los Angeles prouve que les classes de musique aident parfois les élèves qui vivent dans des familles à faibles revenus. En effet, des dizaines d'enfants issus de quartiers pauvres ont réussi leur scolarité et se sont inscrits à l'université (ils étaient souvent les premiers de leur famille) après avoir participé à des ateliers de musique dans le cadre du projet *Harmony*. Or, en 2014, Kraus a enregistré l'activité cérébrale de ces élèves et montré que l'apprentissage de la musique remodèle complètement le cerveau des enfants de manière à améliorer leur perception des sons. Avec, à la clé, un meilleur apprentissage du langage et de la lecture.

Ces bénéfices ne s'acquiescent pas du jour au lendemain: il faut au moins deux ans de pratique musicale. Néanmoins, pour Kraus, pas de doute: «Si un jeune a le choix entre passer son temps libre à faire un jeu sur ordinateur pour renforcer sa mémoire ou apprendre à jouer d'un instrument de musique, la deuxième option est celle qui lui apportera le plus de bénéfices. Si vous voulez reproduire un solo de guitare à partir de l'écoute d'un disque, vous devez le mémoriser et le rejouer sans cesse.»

### ATTENTION AU BATTAGE MÉDIATIQUE!

Alors que les neurosciences progressent dans la connaissance des mécanismes cérébraux qui sous-tendent l'apprentissage, de nombreux scientifiques s'inquiètent des pouvoirs parfois exagérés que l'on attribue à leurs inventions. S'ils souhaitent être utiles auprès des enfants, ils sont néanmoins conscients du long chemin à parcourir avant que leurs travaux ne trouvent un écho dans les salles de classe. Ils savent aussi que parents et enseignants sont bombardés d'une quantité de produits non testés scientifiquement; ou bien hautement recommandés mais qui se révèlent décevants.

Par exemple, dans le secteur de la musique, s'est développée l'idée que l'écoute d'une sonate de Mozart pouvait rendre les bébés plus intelligents. Une affirmation contredite par la science. Les

## CINQ IDÉES REÇUES EN NEUROÉDUCATION

**Des idées fausses largement répandues sur l'apprentissage des enfants et leurs facultés cérébrales conduisent parfois les enseignants et les parents à adopter des principes pédagogiques erronés.**

### IDÉE REÇUE N° 1: NOUS N'UTILISONS QUE 10 % DE NOTRE CERVEAU

Le mythe des 10 % (parfois 20) est une légende relayée notamment par les films *Limitless* (Sans limites) ou *Lucy*, de Luc Besson. Les intrigues tournent autour d'une substance miracle qui améliore les facultés cognitives du personnage principal: mémoire hors norme, capacités de raisonnement démultipliées... Or, en classe, le professeur peut demander à ses élèves de faire plus d'efforts, mais il est faux de croire que cela active des circuits neuronaux non utilisés.

### IDÉE REÇUE N° 2: NOTRE PERSONNALITÉ EST LIÉE À UNE DOMINANCE DU CERVEAU DROIT OU DU CERVEAU GAUCHE

L'idée que la partie gauche de notre cerveau est plutôt rationnelle et la partie droite, artistique et intuitive, est fautive: nous utilisons les deux hémisphères pour toutes les fonctions cognitives. D'où vient cette idée? On a constaté que la plupart des gens (mais pas tous) traitent les tâches liées au langage (lecture, écriture, résolution de problèmes...) du côté gauche, et les représentations spatiales, la créativité ou les émotions, du côté droit. Les psychologues ont alors utilisé ces données pour en déduire des personnalités types. Or, à ce jour, les études d'imagerie cérébrale n'ont pas prouvé que l'hémisphère droit est le siège de la créativité. Elles montrent plutôt que pour un certain nombre de tâches (lecture, mathématiques), les deux hémisphères sont actifs.

### IDÉE REÇUE N° 3: NOUS DEVONS PARLER UNE LANGUE AVANT D'EN APPRENDRE UNE AUTRE

Les bébés qui apprennent deux langues simultanément, l'anglais et le français, auraient un retard de développement, les deux langues se mélangeant dans leur cerveau. Or des études montrent que le multilinguisme confère au contraire une meilleure compréhension de la structure du langage... dans les deux langues!

### IDÉE REÇUE N° 4: LES HOMMES ET LES FEMMES ONT UN CERVEAU DIFFÉRENT, D'OÙ DES CAPACITÉS D'APPRENTISSAGE DISTINCTES

Des différences cérébrales existent bien entre hommes et femmes; elles influent sur leur mode de fonctionnement. Mais aucune étude n'a montré à ce jour des mécanismes distincts selon le sexe dans la connexion des réseaux neuronaux au moment de l'apprentissage.

### IDÉE REÇUE N° 5: CHAQUE ENFANT A SON PROPRE TYPE DE MÉMOIRE

L'idée qu'il existe plusieurs types de mémoire (auditive, visuelle) et que l'on peut adapter sa façon d'apprendre selon son profil n'a pas été validée scientifiquement. Pour cette idée reçue, comme pour d'autres, les perceptions du grand public ont devancé la science. La neuroscientifique Uta Frith, qui préside la commission britannique chargée d'évaluer la neuroéducation, appelle parents et enseignants à avancer prudemment: «Il y a une forte demande du grand public qui attend des informations sur l'apport des neurosciences pour l'éducation.

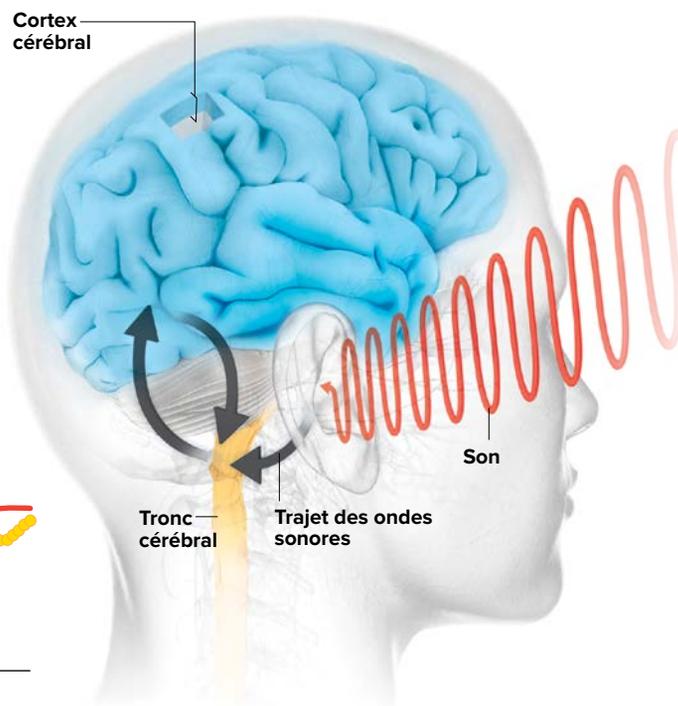
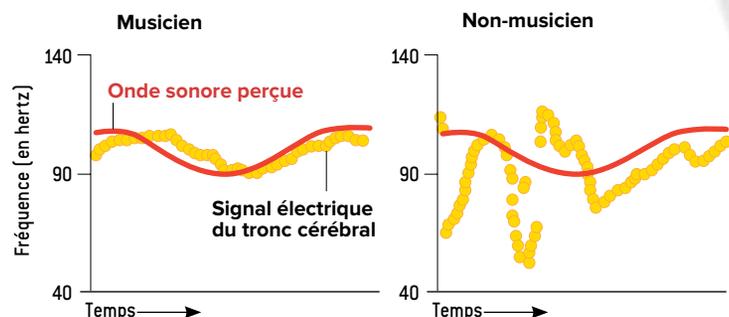
Ce qui conduit à une communication tous azimuts autour de méthodes pédagogiques diverses et variées non validées scientifiquement.»

## ÉTUDIER MIEUX GRÂCE À LA MUSIQUE

Si un jeune enfant pratique intensément un instrument de musique, il améliorera non seulement ses performances musicales, mais aussi sa compréhension du langage et ses fonctions cognitives, dites exécutives : attention, mémoire de travail, contrôle des émotions, maîtrise de soi... Se concentrer régulièrement sur la musique est donc bénéfique aux apprentissages scolaires.

### Une meilleure audition

Les musiciens perçoivent les sons plus clairement que les non-musiciens, car la pratique d'un instrument stimule presque tout le cerveau. Les sons sont convertis en signaux nerveux qui voyagent de la cochlée dans l'oreille interne, au tronc cérébral, puis au cortex, le lieu des fonctions cognitives exécutives. Ensuite, ils « repassent » par le tronc cérébral et la cochlée. Cette boucle de rétroaction permet au musicien d'utiliser diverses régions cérébrales pour produire, par exemple, la bonne hauteur d'un son. L'enregistrement du signal électrique dans le tronc cérébral (*ligne jaune*) révèle l'extrême sensibilité du musicien vis-à-vis d'un son : le signal chez le musicien suit l'onde sonore perçue (*en rouge*) avec beaucoup plus de précision que celui enregistré chez le non-musicien.



travaux de Kraus montrent en effet qu'il ne suffit pas d'écouter de la musique pour obtenir des effets bénéfiques sur le cerveau. Il faut être actif. Autrement dit, jouer d'un instrument de musique. Et de façon sérieuse, car plus la pratique est intensive, meilleure est la perception des sons.

### LES LOGICIELS SONT-ILS EFFICACES ?

Autre exemple, présenté cette fois comme « un entraînement du cerveau validé scientifiquement » : le logiciel éducatif *Fast For Word* développé par Paula Tallal de l'université Rutgers, Michael Merzenich de l'université de Californie à San Francisco et leurs collègues, pour des enfants ayant des difficultés de langage ou de lecture. Le principe est de les entraîner en leur présentant des sons et des mots de plus en plus rapidement, jusqu'à atteindre le débit normal de la parole. Fondé sur les travaux de Benasich, ancienne postdoctorante de Tallal, ce logiciel vise à améliorer la perception sonore des enfants. Or,

une métaanalyse parue en 2011 dans le *Journal of Child Psychology and Psychiatry* n'a révélé aucune preuve de son efficacité. Cette publication a provoqué une vive réaction de Scientific Learning, la société qui détient la licence de ce jeu. Selon elle, la métaanalyse (dont le principe est de synthétiser les résultats de différentes études) est critiquable, notamment par le choix des travaux pris en compte, et ne refléterait pas la réalité, car le logiciel a été amélioré depuis.

C'est toujours le même refrain en neuroéducation : plus d'études scientifiques sont nécessaires pour conclure. Le jeu de Dehaene, *La course aux nombres*, est lui-même en train d'être révisé. Une étude a confirmé que ce logiciel aide les enfants à comparer des nombres. Mais il reste encore à démontrer que cela peut se traduire par une meilleure performance en calcul ou en arithmétique à l'école. Enfin, une autre étude récente a remis en question les effets bénéfiques de la musique sur les fonctions exécutives, donc sur l'apprentissage...

### SUR LE WEB

Le jeu *La course aux nombres* pour développer le sens du nombre chez les enfants : <http://www.lacourseauxnombres.com/nr/home.php>

Le programme éducatif *Tools of the mind* (Les outils de l'intelligence) pour améliorer les fonctions exécutives : <http://toolsofthemind.org/>

Alors comment interpréter ces résultats en apparence contradictoires? La réponse est simple: la neuroéducation est un champ de recherche récent. Or, la science avance en tâtonnant: une première théorie est échafaudée, contredite par une autre, une troisième étude venant parfois démentir les deux premières... Cette progression sinueuse est normale. Mais elle n'est pas sans risques. Elle s'accompagne parfois d'annonces médiatiques prometteuses qui ne traduisent pas les réelles avancées scientifiques.

Parents et enseignants sont les premières victimes de cette communication inappropriée. «Je ne m'y retrouve pas dans tous ces jeux éducatifs, je ne sais pas lequel choisir. En plus, leur efficacité n'est souvent pas prouvée. Il m'est difficile dans ces conditions de dire à mon directeur que ça marche», explique Deborah Rebhuhn, une professeure de maths dans un établissement d'éducation spécialisée à Highland Park dans le New Jersey.

Les scientifiques qui passent leurs journées à enregistrer l'activité cérébrale le savent bien: ils n'ont pas encore trouvé le remède miracle pour améliorer l'apprentissage. Mais leur travail laisse

**Bibliographie**

**Dossier La maîtrise de soi**, *Cerveau & Psycho* n° 73, pp. 41-62, janvier 2016.

**N. Choudhury et A. Benasich**, Maturation of auditory evoked potentials from 6 to 48 months: Prediction to 3 and 4 year language and cognitive abilities, *Clinical Neurophysiology*, vol. 122, pp. 320-338, 2011.

**S. Dehaene**, The number sense: How the mind creates mathematics, *Oxford University Press*, 2011.

entrevoir les possibilités offertes par les neurosciences pour le futur, pour la génération Z (les 15-25 ans d'aujourd'hui) ou ses descendants. Dans un article de synthèse paru dans la revue *Science* en 2009, le professeur de neurosciences John Gabrieli suppose que les techniques d'imagerie cérébrale – associées à des tests psychologiques, génétiques et à la prise en compte du contexte familial – permettront, dès l'âge de 6 ans, de dépister les enfants risquant de développer d'un trouble de l'apprentissage de la lecture.

**VERS UNE ÉDUCATION SUR MESURE ?**

D'ailleurs, une étude récente a montré qu'à l'école maternelle, l'électroencéphalographie se révèle plus efficace dans le dépistage de futurs problèmes de lecture que les tests psychologiques classiques. Ce check-up combiné à une prise en charge précoce et individualisée des enfants à risque pourrait permettre d'éviter un certain nombre de cas de dyslexie. Si Gabrieli a raison, les neurosciences apporteront une nouvelle dimension à la notion d'éducation personnalisée: celle d'optimiser la capacité d'apprentissage des enfants avant même leur entrée à l'école. ●

De la sensibilité à la douleur, de l'intéroception à la proprioception, **LES FASCIAS SONT PARTOUT !**  
Ostéopathes et scientifiques révèlent leurs secrets. Découvrez les !

**L'OSTÉOPATHIE C'EST QUOI ?**  
et c'est pour quoi ?

MON BÉBÉ A LA TÊTE PLATE...**QUELS SONT LES RISQUES DES PLAGIOCÉPHALIES ET COMMENT LES PRÉVENIR ?**

**MA MÂCHOIRE CRAQUE...**  
EST-CE GRAVE ?  
LES TROUBLES DE L'OCCLUSION DENTAIRE ONT DES EFFETS SUR TOUT MON CORPS. QUE FAIRE ?

**COMMENT DÉPISTER UNE SCOLIOSE CHEZ MON ENFANT ?**

TROUVEZ TOUTES LES RÉPONSES À VOS QUESTIONS SUR LE FORUM DE L'OSTÉOPATHE MAGAZINE

**OSTÉOssimo**  
le forum

à découvrir sur [www.osteomag.fr](http://www.osteomag.fr)  
la revue indépendante de l'ostéopathie

**DÉCOUVREZ ÉGALEMENT NOS FICHES QUESTIONS/RÉPONSES**

Simple et courtes, elles sont adaptées à tous pour mieux comprendre ce que peut faire l'ostéopathie pour vous et vous accompagner dans votre prévention.

# LE NUMÉRIQUE À L'ÉCOLE

## VERS UNE NOUVELLE COGNITION ?



- **Le grand « virage numérique » de l'école, qui est dans tous les esprits, suscite des interrogations persistantes. Que feront les tablettes aux cerveaux de nos enfants? Apprendront-ils plus vite et mieux? Ou bien verront-ils leur concentration s'effriter? Pour le savoir, les résultats de recherches menées ces dernières années tombent à pic.**

---

*Par André Tricot, professeur de psychologie cognitive, directeur du laboratoire Travail et cognition CLLE, CNRS, à l'université de Toulouse.*

---

## EN BREF

- **Au-delà de leurs promesses, tablettes et ordinateurs créent de nouvelles exigences pour le cerveau des élèves.**

- **Ces outils engendrent une surcharge attentionnelle : difficile de distinguer les aspects importants des informations annexes...**

- **Les jeunes devront être plus autonomes et compétents pour en profiter. Ce qui suppose des enseignements fondamentaux plus poussés.**

- **L'objectif de l'Éducation nationale est de doter les élèves de 3,2 millions de tablettes d'ici à 2019. Sans avoir encore bien analysé l'impact de ces outils sur le cerveau des enfants et sur la pédagogie. Encore temps de le faire?**

**L**e virage du numérique», « L'école change avec le numérique », « Le plan numérique pour l'éducation » : bien des choses tournent autour de cette question en cette rentrée 2016 où des centaines de milliers de tablettes sont mises à la disposition des élèves. Avec, rappelons-le, l'objectif d'atteindre 3,2 millions de tablettes en trois ans.

Évidemment, les espoirs sont de taille. Les critiques et les inquiétudes aussi. En l'absence de recul, à quoi s'attendre ? Pour tenter de faire abstraction des nombreuses idéologies en la matière, des crispations et des utopies, un état des lieux se doit de s'appuyer sur les nombreuses recherches scientifiques qui ont été menées sur cette question. Car la préoccupation ne date pas d'hier : l'utilisation d'outils numériques dans les classes est l'objet de vifs enthousiasmes autant que de craintes depuis une quarantaine d'années. Loinains héritiers de « l'enseignement programmé » promu par le psychologue béhavioriste

Skinner (l'enseignement programmé visait à inculquer des compétences aux élèves au travers d'une série d'étapes de renforcement automatisées), ces dispositifs ont toujours entretenu des liens étroits avec la recherche sur les apprentissages humains. Les chercheurs du domaine ont été sollicités pour concevoir ces dispositifs, pour les évaluer, parfois ils ont même été à l'origine d'idées nouvelles, et enfin ils ont trouvé là un nouveau terrain pour tester expérimentalement leurs hypothèses sur l'apprentissage humain. Plusieurs milliers d'articles rendent compte de ces travaux chaque année, publiés dans de grands colloques internationaux et des revues spécialisées. Ils permettent de déboulonner certains mythes (les générations du numérique sont forcément autonomes face à l'apprentissage, l'enseignement sera dorénavant personnalisé grâce aux miracles des logiciels, les supports seront plus riches, stimulants, motivants...). Et pris dans leur ensemble, ils permettent de pointer à la fois les risques, les limites et les enjeux futurs liés à l'essor du numérique dans l'enseignement. Partons donc pour ce tour d'horizon.

**SONS, IMAGES, RÉALITÉ VIRTUELLE...**

Le numérique est le énième avatar d'une longue série d'innovations dans le domaine de l'enrichissement des médias : depuis la photographie, l'enregistrement sonore, le cinéma, l'audio-visuel, la réalité virtuelle et augmentée, etc., les

## LE NUMÉRIQUE À L'ÉCOLE – VERS UNE NOUVELLE COGNITION ?

- concepteurs de supports pour l'apprentissage ont été fascinés par la possibilité de présenter des phénomènes complexes à l'aide d'images dynamiques et interactives, des simulations, des environnements immersifs en trois dimensions. Ce que les élèves ont du mal à comprendre quand on le leur présente au tableau avec un feutre ou une craie, on pense qu'ils vont mieux le comprendre quand la qualité ou le réalisme de la présentation auront été améliorés.

### UN RISQUE DE SURCHARGE ATTENTIONNELLE

Imaginez que les élèves doivent comprendre l'anatomie du cerveau, ou même le fonctionnement d'un neurone. Ce type de système vivant complexe est extrêmement difficile à représenter au tableau, ou alors de façon très simplifiée. À supposer qu'ils y parviennent, les élèves comprendront quelque chose de très approximatif, au mieux un schéma et non pas le système vivant lui-même. La tentation est alors très forte de leur présenter des images issues de l'IRM fonctionnelle (par exemple), statiques ou même dynamiques.

Toutefois, le risque avec ce type de solution réside dans le fait que les élèves ont alors trop d'informations à traiter. De fait, on s'aperçoit qu'ils ne savent pas où regarder, ne distinguent pas l'important du détail ; un phénomène encore accentué quand les images sont dynamiques. Au total, ils ne réussissent pas à intégrer mentalement les différentes parties de l'image pour construire leur propre représentation mentale. Seuls les enfants ayant déjà de solides connaissances dans le domaine peuvent comprendre de telles représentations complexes ou dynamiques. Ces derniers ont généralement construit ces connaissances grâce à des présentations et à des explications au départ plus simples, élaborant progressivement leur compréhension du système complexe.

Les chercheurs du domaine ont interprété ce type de résultats comme relevant d'un effet de partage de l'attention entre différentes parties d'une présentation visuelle. Il existe aujourd'hui une littérature scientifique fournie sur les différentes façons de lutter contre l'effet de partage de l'attention lorsque l'on conçoit un support d'apprentissage. Par exemple, il peut s'agir d'intégrer des commentaires textuels dans une image, chaque commentaire se rapportant à la partie graphique correspondante. Ou bien, de préférer les commentaires audio aux commentaires écrits, quand cela est possible ; ou encore,

de signaler visuellement les parties de l'image à regarder au fur et à mesure du commentaire audio ou écrit de l'interface numérique.

### AVEC LES ÉCRANS, PLUS DE MOTIVATION, MAIS PAS PLUS DE RÉSULTATS

Le numérique a suscité de nombreux enthousiasmes à propos de la motivation des élèves. L'idée est que ces derniers seront beaucoup plus intéressés lorsqu'on leur proposera de travailler en classe avec une tablette numérique ou un ordinateur portable qu'avec une feuille de papier et un crayon. C'est bien entendu la même idée qui était avancée avec l'audiovisuel dans les années 1970 ou avec le multimédia dans les années 1990. Les recherches à propos de la motivation liée au numérique en salle de classe donnent des résultats nuancés. Un gain de motivation est généralement constaté, de l'ordre de 10 %. Mais ce gain de motivation n'entraîne pas nécessairement de meilleurs apprentissages. En effet, si la motivation des élèves est une condition nécessaire à l'apprentissage, elle n'est pas suffisante.

En outre, les élèves ne sont pas toujours les meilleurs juges de ce qui est efficace pour apprendre. Parfois, un dispositif moins séduisant est plus efficace. C'est ce que les chercheurs ont appelé le « paradoxe préférence-performance ». Un exemple bien connu de ce phénomène est en

● **Difficile de savoir où regarder, de distinguer l'important du détail, lorsque les environnements numériques sont saturés d'images, de sons et de mouvements. L'enjeu sera de fabriquer des outils qui tiennent mieux compte des contraintes liées au fonctionnement du cerveau.**



# Le numérique n'est pas la garantie d'un moindre effort. En termes d'autonomie, de compétence et de concentration des élèves, il crée des exigences plus élevées

lien direct avec le phénomène de partage attentionnel évoqué ci-dessus : l'effet des images décoratives. De nombreux supports numériques utilisent en effet des images qui n'ont pas de lien direct avec l'apprentissage visé mais qui sont amusantes, décoratives, ludiques, bref, qui montrent à l'élève à quel point c'est cool d'apprendre avec ce support, ou bien encore qui présentent une photographie de l'auteur d'un cours multimédia au lieu de ne présenter que le contenu du cours lui-même.

De nombreuses expérimentations consistent à comparer le même support présenté avec ou sans les images décoratives. Les résultats montrent très souvent que sans les images décoratives la motivation des élèves décroît, mais leur apprentissage s'améliore. Un autre aspect du lien entre motivation et outils numériques a été mis au jour récemment. Les résultats montrent que l'amélioration de la motivation avec le numérique dépend de la tâche réalisée par les élèves : des élèves de lycée, par exemple, vont préférer la tablette pour une tâche de lecture mais le papier et le crayon pour une tâche de rédaction.

## ADAPTER L'APPRENTISSAGE À L'ÉLÈVE : UN DÉFI POUR LES LOGICIELS DU FUTUR

Un des plus anciens et des plus forts espoirs liés au numérique concerne l'évaluation et la régulation des apprentissages. Comment savoir si un élève a compris et lui proposer des exercices et leçons adaptés à ce niveau de compréhension ? Le but d'un dispositif numérique, s'il est capable

d'évaluer les progrès et les lacunes d'un élève, doit être de réguler l'apprentissage de celui-ci en lui proposant un parcours, des exercices, des tâches adaptés à son niveau. L'espoir est alors, grâce au numérique, de personnaliser l'apprentissage de chacun.

Depuis le début des années 1980, cette application de l'informatique dans le domaine des apprentissages humains a suscité de très nombreux travaux. Mais réguler l'apprentissage d'un élève est beaucoup moins simple qu'il n'y paraît dès que l'on sort des domaines bien définis où une question appelle une réponse précise, unique. Évaluer si un élève a compris un phénomène complexe, ou s'il maîtrise une compétence de haut niveau, semble à la portée de tout enseignant ; mais c'est extrêmement difficile à programmer informatiquement. Le défi que représente l'évaluation d'apprentissages complexes par des machines a été l'objet de collaborations très stimulantes entre chercheurs en psychologie cognitive et en intelligence artificielle depuis les années 1980. Pour autant, les résultats obtenus dans ce domaine ne sont pas à la hauteur des espoirs d'il y a trente ou quarante ans. Aujourd'hui, le numérique est surtout utilisé pour réguler les apprentissages à partir de QCM, de questionnaires fermés. Dans ce type de situation, le numérique présente le grand intérêt de pouvoir évaluer les apprentissages de façon très fréquente, auprès d'élèves très nombreux. Mais pour aller au-delà, il faudra encore faire d'importants progrès, et, en attendant, les enseignants humains restent irremplaçables.

## LES DÉFIS DU NUMÉRIQUE : AUTONOMIE ET COMPÉTENCE

Les outils numériques offrent accès à une multitude de supports pédagogiques et d'informations, à la fois pour l'acquisition des compétences, les exercices pratiques et l'accès à la connaissance, qu'elle soit encyclopédique ou conçue comme matière à des exposés ou des réflexions. Cette nouvelle donne pose deux défis : celui de l'autonomie et celui de la compétence nécessaire pour traiter ces données. À l'heure actuelle, quelles conditions doivent être réunies pour que ces défis soient relevés ?

Voyons d'abord ce qu'il en est de l'autonomie. Le développement des outils numériques interactifs, qui permettent à chaque élève de faire un choix entre plusieurs possibilités à chaque étape de son parcours d'apprentissage, suscite de ce point de vue bien des espoirs. Un élève qui choisit son parcours d'apprentissage, ●●

## LE NUMÉRIQUE À L'ÉCOLE - VERS UNE NOUVELLE COGNITION ?

- qui choisit l'exercice qu'il va faire, le problème qu'il va résoudre, est un élève nécessairement plus impliqué dans son apprentissage, qui apprend ce qu'il a envie d'apprendre, de la façon dont il veut apprendre. Bref, c'est un élève autonome dans ses apprentissages.

## GUIDER LES PREMIERS PAS DE L'ÉLÈVE

Les outils numériques ouvrant ces perspectives ont été les hypermédias au début des années 1990 par exemple, ou les MOOCs depuis le début des années 2010. Les travaux dans ce domaine montrent que les apprentissages en autonomie sont souvent extrêmement exigeants. Peu d'élèves arrivent à apprendre tout seuls. La plupart des enfants, des adolescents et des adultes ont besoin de guidage progressif pour apprendre. C'est quand ils maîtrisent bien un domaine de connaissance qu'ils sont capables d'autonomie. Si bien que les environnements

exemple, un élève en début de collège doit actuellement avoir des compétences de lecteur bien plus élevées que celles d'un élève d'il y a trente ou quarante ans. Savoir lire un document numérique de nos jours implique de savoir évaluer la fiabilité de la source, la confiance que l'on peut placer dans l'auteur, de croiser différents points de vue, d'intégrer des supports textuels, picturaux et sonores différents. En outre, il est souvent demandé aux élèves de trouver le document qu'ils vont lire. Pour y parvenir, ils doivent mettre en œuvre une démarche de recherche d'information, qui implique de savoir définir un but informationnel, formuler une requête, évaluer la pertinence de documents à partir de la lecture d'une liste de résultats, sélectionner le ou les documents les plus pertinents...

En l'espace de quelques années, sans que l'on y prête parfois attention, la lecture est devenue une activité bien plus exigeante qu'auparavant.

# 10 %

## DE MOTIVATION SUPPLÉMENTAIRE

pour les élèves utilisant des tablettes en classe. Mais les apprentissages stagnent, car les supports les plus attrayants ne sont pas forcément les plus efficaces, ce qu'on appelle le « paradoxe préférence-performance ».

numériques d'apprentissage peu structurés sont généralement peu efficaces, les taux d'abandon y sont très importants, sauf quand les élèves arrivent à s'entraider ou à se faire aider. Par conséquent, il serait fatal de faire miroiter la promesse de l'autonomie sans fournir d'abord aux élèves les outils mentaux et les compétences de base pour évoluer seuls dans l'environnement numérique. Étonnant paradoxe que celui du numérique : en proposant plus d'autonomie, il exige en fait une transmission entre maître et élève plus attentive, plus poussée et de meilleure qualité. Autrement dit, ne surtout pas mettre la charrue avant les bœufs...

Cette question soulève celle de la compétence des élèves. C'est un fait : le développement des outils numériques a permis de prendre conscience que les élèves devraient aujourd'hui développer de nouvelles compétences. Par

Ce sont donc des lecteurs plus compétents que nous devons former aujourd'hui et nous devons cela au numérique.

La plus grande richesse des médias numériques, que nous avons évoquée au début de cet article, a une autre conséquence : les concepteurs de supports d'apprentissage, qu'ils soient auteurs de manuels scolaires, enseignants ou concepteurs multimédias, doivent être aussi plus compétents. Concevoir une image animée efficace sur le plan pédagogique est sans doute l'une des choses les plus difficiles au monde. Le numérique, de ce point de vue là, n'est pas la garantie d'un moindre effort : il crée en réalité des exigences plus élevées. La plus grande erreur serait de penser que les choses seront plus faciles. Avec ces nouveaux outils, nous pouvons aller plus loin, à condition de savoir relever des défis plus ardues d'une certaine façon. L'ignorer serait une erreur qui coûterait cher. ●

## Bibliographie

F. Amadiou et A. Tricot, *Apprendre avec le numérique : mythes et réalités*, Retz, 2014.

P. A. Kirschner et J. J. van Merriënboer, *Do learners really know best? Urban legends in education*, *Educational psychologist*, vol. 48, pp. 169-183, 2013.



## Retour sur l'actualité



**LAURENT BÈGUE**

Professeur de psychologie sociale à l'université de Grenoble-Alpes.

# Anonymiser les terroristes : une fausse bonne idée

Apparemment de bon sens, cette mesure semble moins judicieuse lorsqu'on prend en compte les mécanismes de contagion de la violence.

**LE 15 JUILLET, L'AUTEUR DE L'ATTENTAT de Nice est identifié. Question : faut-il le nommer ?**



**N**ous sommes le 27 juillet 2016. Deux attentats viennent d'ensanglanter la France. Plusieurs médias (*Le Monde*, BFM TV, Europe 1, *La Croix*, RFI) décident alors de ne plus publier les photos ou les noms complets des auteurs d'attentats, et une pétition pour l'anonymisation des auteurs d'actes terroristes recueillera plus de 160 000 soutiens. En effet, les risques d'une glorification posthume des auteurs de massacres de masse ont été soulignés par plusieurs personnalités. Quelques jours après l'attentat de Nice, le psychanalyste Fethi Benslama publiait une tribune au *Monde* pour établir « un pacte par lequel tous les médias s'engagent à ne mentionner les tueurs que par des initiales, à ne pas publier leurs photos, à ne pas donner de détails biographiques qui permettent de les identifier ». Dans le même esprit, Richard Rechtman, anthropologue à l'École des hautes études en sciences sociales, préconisait de tenir secrètes les informations concernant les identités des auteurs, car « dire qui était la personne, raconter son passé et diffuser sa photo, c'est se transformer en caisse de résonance du crime et devenir l'allié objectif de Daech ». La sphère poli-



### L'ACTUALITÉ

Le 27 juillet dernier, plusieurs médias, dont *Le Monde*, BFM TV, Europe 1, *La Croix* et RFI, décident de ne plus citer les noms des terroristes auteurs d'attentats. L'objectif poursuivi est double : il s'agit à la fois de montrer davantage de respect aux victimes et à leurs proches, et d'éviter les effets de glorification posthume des tueurs.

### LA SCIENCE

La gloire dispensée par les groupes djihadistes compte plus que celle obtenue dans les médias. En outre, plusieurs études de psychologie sociale ont montré que la probabilité d'attentat augmente de toute façon après une première attaque, par un mécanisme de contagion d'ordre mimétique. Flouter les visages et taire les noms n'y changerait peut-être rien.

### L'AVENIR

Si l'on peut être choqué par la « starification » des tueurs de masse, leur mise sous silence aurait sans doute des effets redoutables au sein de nos sociétés. Parmi eux, la propagation d'informations erronées, les théories du complot, voire le désir de certains de pratiquer une justice aveugle, en frappant des catégories entières de la population.

tique s'est également engagée dans ce débat. Des élus, menés par le député Hervé Mariton (Les Républicains), ont ainsi pressé le Conseil supérieur de l'audiovisuel de sanctionner la diffusion par TF1 d'autoportraits valorisants de l'auteur de l'attentat de Nice.

#### LE BUT : ÉVITER LA STARIFICATION

Les tenants d'une forte régulation des informations concernant les terroristes fondent leur position sur deux considérations. La première relève de la décence : par égard pour les victimes et leurs proches, il conviendrait de ne pas orienter indûment la curiosité médiatique vers les terroristes, et moins encore d'en faire des célébrités. Dans le même esprit que les règles qui sont pratiquées concernant la diffusion d'images choquantes ou dégradantes en lien avec les attentats, cette retenue médiatique est conçue comme une forme de respect. La deuxième raison invoque l'effet d'inspiration et d'identification que peuvent procurer les images et les biographies des terroristes. En relatant complaisamment la trajectoire des auteurs ou en diffusant en boucle leur photographie parfois flatteuse, n'attiserait-on pas dangereusement le mimétisme en se chargeant de contribuer à leur héroïsation ?

Sans grande surprise, de nombreux grands médias comme France Télévisions, *Libération*, *Le Figaro*, Médiapart et *Marianne* ont jugé cette voie

inoportune, voire pernicieuse. Tout d'abord, la mise en œuvre d'une telle mesure semble techniquement impossible à l'heure des médias mondialisés et des réseaux sociaux. Comment empêcher la diffusion d'informations concernant les auteurs d'attentats depuis des pages individuelles ou des plateformes étrangères, parfois dédiées à l'entreprise terroriste ? Ensuite, l'anonymat obligatoire et l'interdiction légale de diffuser des images dérogeraient à la vocation même de la profession de journaliste, qui est d'abord de publier des faits. Cela menacerait une liberté à laquelle les démocraties comme la France sont extrêmement sensibles. Enfin, pour certains, cette carence d'information aurait de graves effets pervers : elle contribuerait à favoriser la diffusion d'informations erronées et les théories complotistes, dont l'attentat de Nice n'a récemment pas été épargné. Autre risque : provoquer des réactions incontrôlables de citoyens que le manque d'informations fiables et le désir de faire justice pourraient pousser à agresser certains groupes ou individus, comme le prophétise un haut responsable de la Fondation pour la recherche stratégique.

#### LA CONTAGION DE LA VIOLENCE

Les objections à l'anonymisation sont parfois très spéculatives, et l'on ne peut s'empêcher de penser que les médias qui les développent sont à la

•• fois juge et partie. De telles réfutations sont généralement accompagnées d'un avis tranché : « Éviter un effet "star Ac" terroriste n'aura pas d'impact sur l'intensité terroriste en France », formulait ainsi de manière catégorique un journaliste de RFI. Une position aussi affirmative est-elle fondée ?

C'est indéniable : le terrorisme ne peut propager la peur et désorganiser les sociétés qu'avec l'aide des médias. En outre, il n'est pas fantaisiste d'attribuer à ceux-ci un effet d'inspiration. Depuis plusieurs décennies, sociologues et épidémiologistes ont constaté l'impact de la médiatisation du suicide sur son élévation temporaire chez les adolescents. Baptisé « effet Werther » (d'après le nom du personnage désespéré de Goethe qui aurait inspiré des vagues suicidaires en Europe au XVIII<sup>e</sup> siècle), ce phénomène scientifiquement établi a inspiré des directives de santé publique formalisées par l'OMS, visant à réduire l'incidence des suicides par une autolimitation de leur écho médiatique. Par ailleurs, une récente recherche portant sur 232 fusillades ayant eu lieu en milieu scolaire entre 1998 et 2013 et menée par Sherry Towers, de l'université d'État d'Arizona, confirme la réalité de l'effet de contagion de la violence aux États-Unis. Après un meurtre de masse, on observe une élévation de la probabilité qu'un autre se produise dans les deux semaines qui suivent. Il s'agit cependant de situations qui impliquent fréquemment des facteurs psychiatriques. Cela s'applique-t-il vraiment au terrorisme ? C'est à cette question que Michael Jetter, de l'université d'Australie de l'Ouest, a cherché à répondre.

### LA MÉDIATISATION DU TERRORISME ALIMENTE LE TERRORISME

Michael Jetter a décrit les déterminants de la couverture médiatique des actions terroristes par le *New York Times*, actuellement le journal le plus lu aux États-Unis. Pour 60 000 actions terroristes commises dans 189 pays dans le monde entre 1970 et 2012, il a relevé le nombre relatif d'articles mentionnant le pays étranger attaqué un jour après l'attaque par rapport à la couverture médiatique de ce pays le jour précédant l'attaque. Ayant constaté que les attentats-suicides recueillaient l'attention médiatique la plus élevée, il a calculé la probabilité d'une autre attaque dans le même pays au cours des sept jours suivant l'attentat relaté par la presse. Résultat : plus la couverture médiatique est élevée, plus la probabilité qu'un attentat se produise dans les sept jours l'est également, et plus l'intervalle entre l'attentat initial et le suivant s'amenuise, indépendamment de nombreux facteurs géopolitiques et économiques.

Comme dans le cas du suicide ou des tueries de masse en milieu scolaire, la couverture médiatique d'attentats terroristes, en tant que telle, semble donc avoir un effet d'inspiration et favoriser le terrorisme. Il est donc tout à fait possible que flouter les visages ou anonymiser les auteurs ne change rien à ce funeste mimétisme. Cependant, cela ne règle pas la question de l'effet incitatif de la gloire individuelle posthume que peut considérer le candidat à un attentat. Pour Adam Lankford, de l'université d'Alabama, cer-



## La gloire dispensée par le groupe djihadiste compte bien plus que la célébrité médiatique

tains terroristes présentent effectivement les mêmes facteurs de risque que les personnes qui se suicident. Mais ils ne sont pas les seuls. Par exemple, l'attentat-suicide est parfois contraint, et s'il échoue, le terroriste ou sa famille peuvent être en danger. Ou encore, dans nombre de cas, se faire exploser ou se faire abattre est une manière de ne pas subir la torture ou la prison.

Pour le sociologue Farhad Khosrokhavar, la bannière de Daech n'abrite pas uniquement des personnes en situation de souffrance sociale ou psychologique, mais aussi des jeunes en quête de croisades galvanisantes, d'une vie plus intense et que l'euphorie collective de massacres d'infidèles vivifie. La gloire dispensée par le groupe djihadiste, imaginaire ou non, est ce qui compte avant tout, et non la célébrité warholienne d'une photographie diffusée en boucle pendant quelques heures par les médias. Notre société hyperconnectée et narcissique s'imagine-t-elle que la quête d'un paradis médiatique anime les auteurs d'attentats ? Pense-t-elle les punir par l'excommunication cathodique ? Mais c'est d'abord l'hostilité pour ce que représente l'occident, et les fantasmagories apocalyptiques d'un après-monde qui animent l'autodestruction de la plupart des terroristes islamistes. Il est donc probable que leur anonymisation n'affecte, au mieux, les attentats qu'à la marge. En revanche, les conséquences sociales et politiques d'une législation qui viserait à interdire de nommer et de montrer les visages des auteurs de terreur seraient imprévisibles. ●

### Bibliographie

**S. Towers et al.**, Contagion in Mass Killings and School Shootings, *PLoS ONE*, vol. 10, e0117259, 2015.

**M. Jetter**, Terrorism and the media, *Bonn : Institute for the Study of Labor*, 2014.

**A. Lankford**, *The Myth of Martyrdom: What Really Drives Suicide Bombers, Rampage Shooters, and Other Self-Destructive Killers*, New York : Palgrave MacMillan, 2013

**R. Melnick & R. Eldor**, Small Investment and Large Returns: Terrorism, Media and the Economy, *European Economic Review*, vol. 10, pp. 963-973, 2010.

# Dans l'**inter**êt de la science

mathieu  
vidard

la tête au carré  
14:05-15:00



**france  
inter**venez  
franceinter.fr

À méditer

**CHRISTOPHE ANDRÉ**Médecin psychiatre à l'hôpital Sainte-Anne de Paris.  
Site: <http://christopheandre.com>

# Pourquoi nous avons besoin de héros

Le héros sacrifie tout pour les valeurs qu'il défend.  
Il remonte le moral et « soude » le groupe.  
Mais son rôle est-il pour autant toujours positif ?

# Q

**Qu'est-ce qu'un héros ? Un personnage exceptionnel par son courage plus que par sa réussite** (c'est la différence avec un entrepreneur), et par ses actes plus que par ses œuvres (c'est la différence avec un génie). Il est un être humain (s'il était un dieu ou un demi-dieu, il aurait moins de mérite...) bien plus fort que nous et que nos semblables, capable d'accomplir des actions hors de portée des autres hommes. Il existe des héros victorieux et des perdants héroïques : le héros n'est pas assigné à la réussite, mais au courage ou au sacrifice. Car, comme le saint, il est prêt à sacrifier son confort, son bonheur et sa

vie aux valeurs qu'il défend (justice, honneur, liberté...).

Mais au-delà des combats qu'il mène en pleine lumière, à quoi sert un héros dans les coulisses de notre esprit ? Dans son livre *Ivres paradis, bonheurs héroïques*, le psychiatre Boris Cyrulnik se pose cette question et rappelle qu'on retrouve des héros à la naissance de toute culture humaine. Il cite l'écrivain René Étiemble : « L'épopée qui relate des destins héroïques apparaît à l'aube historique lorsqu'un groupe prend conscience de lui-même, crée ses modèles et se célèbre à travers eux. » De fait, il n'y a de héros que lorsqu'il y a « héroïsation » par les récits culturels.

L'Histoire regorge de héros authentiques dont le courage n'a jamais été reconnu officiellement : ils n'auront été que des humains courageux, tombés dans l'oubli. Cyrulnik raconte ainsi la vie de Chérif Mécheri, français d'origine algérienne et préfet de Limoges durant l'Occupation, s'insurgeant contre les violences de l'armée allemande, protégeant les Juifs, refusant les compromissions avec l'occupant et les antisémites, et qui finit assassiné par la Milice ; son histoire est quasi inconnue du grand public, car il n'a jamais été « héroïsé ». À l'inverse, l'Histoire est remplie de héros contestables, comme l'est aux États-Unis le général Custer, qui



“

## La vie est un champ de bataille où naissent les héros qui meurent pour que l'on vive

**Boris Cyrulnik**

conduisit pourtant, par orgueil et aveuglement, tout son corps d'armée au massacre face à une coalition indienne.

Les héros sont ainsi construits et chéris par leurs groupes sociaux d'appartenance, car ils y jouent une fonction importante. Qui est souvent de remonter le moral des individus et de forger une identité au collectif. C'est pourquoi on a besoin des héros dans l'adversité et la difficulté.

### FORGER UNE IDENTITÉ AU GROUPE

Vercingétorix, par exemple, chef gaulois vaincu par César, devint un des héros du panthéon républicain après la cuisante défaite de 1870 face à l'Allemagne : la Troisième République naissante avait besoin d'« héroïser » un glorieux vaincu, à son image... En temps de paix, les héros ont moins de possibilités de « faire carrière » et sont moins indispensables. Nous nous contentons alors de stars : celles-ci ne font rien d'héroïque, mais réussissent dans leur boulot, qu'il s'agisse de sportifs, de chanteurs, d'acteurs de cinéma ou d'entrepreneurs ; elles ne sauvent personne, sauf de l'ennui.

Mais une autre question peut, et doit, être posée à propos des héros : peuvent-ils jouer un rôle négatif ? C'est ce que suggère Cyrulnik : « Dites-moi quels sont vos héros, je vous dirai de quoi vous souffrez. » En effet, le premier problème

qu'engendrent parfois les héros, c'est le choix de leurs idéaux, s'ils sont par exemple ceux d'une totale pureté raciale ou d'une soumission religieuse du plus grand nombre. Hitler était un héros pour une partie du peuple allemand. Et l'ennui, c'est qu'un héros, on le suit, de près ou de loin ! Au minimum, on approuve ses actions, on s'identifie à lui ; au maximum, on essaye de lui ressembler, de l'imiter, et on lui obéit aveuglément...

Un autre problème est celui des moyens nécessaires pour conduire une épopée héroïque : un héros affronte de grands dangers, donc il ne doit pas hésiter à utiliser de grands moyens, comme de recourir à la violence extrême. Enfin, un dernier danger lié à l'héroïsation, c'est que le héros a pour mission de défendre ou de relever l'honneur de son groupe social ou culturel d'appartenance. Pour ce faire, il doit désigner des adversaires, des ennemis, ne partageant pas les mêmes valeurs. Un héros n'est héros que pour un groupe humain bien précis, il n'est pas universel. Lorsqu'un peuple ou un groupe culturel est vaincu ou se sent humilié, le risque est grand qu'il aspire à avoir des héros le représentant et le vengeant.

### Bibliographie

**B. Cyrulnik**,  
*Ivres paradis, bonheurs héroïques*,  
Odile Jacob, 2016.

**T. Todorov**, *Les Insoumis*,  
Robert Laffont, 2015.

**P. Pinon**,  
*La Gaule retrouvée*,  
Gallimard, 1991.

En raison de tous ces risques liés à une valorisation excessive des héros, l'historien Tzvetan Todorov, dans son ouvrage *Les Insoumis*, préfère célébrer les personnes qu'il nomme des « insoumis », et dont il décrit les caractéristiques : ces individus ne cherchent pas à être des héros, mais refusent de se soumettre à ce que leur morale réprouve ; et ils sont réticents à désigner des ennemis, mais s'attachent seulement à dénoncer, à nommer le mal en cause et à le combattre.

### LES HÉROS MODERNES, INSOUMIS, DOIVENT ÊTRE PROTÉGÉS

Moins héroïques, plus humains, les insoumis sont pour Todorov les nouveaux modèles à admirer et à suivre. Mais aussi à protéger : refusant de recourir à la violence, ces personnes sont exposées aux rétorsions agressives de ceux contre qui elles se dressent. C'est le cas actuellement dans les affaires *Wikileaks* et *Luxleaks*. Les lanceurs d'alerte qui ont dénoncé ces abus et malversations politiques ou financières se trouvent dans une position difficile, car menacés non pas de mort mais d'autres risques bien réels : procès interminables, ruine et prison. Le pire que l'on puisse légalement infliger à quelqu'un en démocratie. En temps de paix, méfions-nous donc des héros et protégeons les insoumis... ●



## SERGE TISSERON

*Psychiatre, docteur en psychologie HDR,  
psychanalyste, université Paris-Diderot.  
Membre de l'Académie des technologies.  
www.sergetisseron.com*

# Ma vie de courgette

## La résilience par les objets

Un cerf-volant peut-il aider à surmonter la mort d'un père ? Une canette de bière peut-elle maintenir le lien avec une mère disparue ? Tel est l'étonnant pouvoir des objets, à la fois porteurs de mémoire et supports de résilience.

# T

out le monde n'a pas la chance d'être orphelin, disait Jules Renard. Quand on découvre l'internat dans lequel sont pris en charge les enfants mis en scène dans *Ma vie de Courgette*, on est en effet tenté de lui donner raison ! Les éducateurs y sont tellement généreux, attentifs et affectueux ! Presque des parents parfaits ! Mais quand on apprend les difficultés auxquelles ces enfants ont été confrontés, on pense aussitôt qu'ils le méritent bien. Car tous ont eu une histoire terrible : viol, maltraitance, meurtre ou suicide des parents... Et ils s'en sortent ! On pense bien sûr à la fameuse résilience et au rôle qu'y prend l'entourage. Mais ce film nous mène sur une autre voie, et c'est son originalité. La capacité de résilience de Courgette, avant d'être relayée par des humains attentifs et affectueux, va s'étayer sur... des objets.

### AVEC POUR TOUT BAGAGE...

Courgette, de son vrai nom Icare, habite dans une soupenne, au-dessus de l'appartement de ses parents. Son père est « parti avec une poule », lui

### EN BREF

- « Courgette » a perdu ses deux parents. Il en recompose des images par le truchement d'un cerf-volant et d'une canette de bière.
- Ce film nous montre que les objets nous aident à perpétuer le souvenir de nos disparus.
- Les objets nous aident à raviver des images mentales, mais aussi à les transformer et à les faire évoluer.
- Dès lors, ces supports de mémoire permettent aussi de mieux affronter l'avenir.

a dit sa mère. La phrase est toujours restée énigmatique pour l'enfant. Et pour tenter de donner une forme à cette histoire, il s'est construit un cerf-volant. Sur la face supérieure, il a dessiné un superhéros, et sur la face inférieure, une poule... L'un de ses jeux favoris consiste à faire voler l'objet de sa fenêtre. Peut-être sa mère lui a-t-elle dit aussi que son père s'était « envolé avec une poule » ? Plus tard, au policier qui lui demandera où est son père, Courgette répondra en sortant de son cartable le cerf-volant et en montrant la figure de superhéros qu'il y a peinte. Faute de savoir où son père se trouve, et peut-être même qui il est, l'enfant a décidé de s'en créer une image et d'attribuer à celle-ci le pouvoir d'incarner le disparu, un peu comme un primitif se construit un totem et décide que la divinité dont il attend protection y a élu domicile. À défaut d'un père réel, Courgette s'est bricolé une image masculine dont il attend le même résultat : lui permettre d'intérioriser une figure paternelle sur laquelle il puisse s'appuyer en cas de nécessité. ●●



## MA VIE DE COURGETTE

Animation  
Claude Barras  
Sortie le  
19 octobre 2016



À défaut d'un père réel, Courgette s'est bricolé un cerf-volant dont il attend le même résultat : lui permettre d'intérioriser une figure paternelle sur laquelle il puisse s'appuyer en cas de nécessité.

●● C'est d'autant plus important que du côté maternel, les choses ne valent guère mieux. La mère de Courgette passe ses journées à regarder la télévision en buvant bière sur bière. Elle jette les canettes vides tout autour d'elle et l'enfant les recueille pour s'en construire une pyramide dans sa chambre. Mais la pyramide s'effondre, les boîtes déboulent de la mansarde qu'il occupe vers l'appartement du dessous et dérangent sa mère qui, furieuse, monte pour punir l'enfant. Pris de panique, celui-ci ferme brutalement la trappe de sa chambre et précipite sa mère au bas de l'échelle. Ainsi meurt-elle, et Courgette pense qu'il l'a tuée. Il est dirigé vers un foyer d'accueil. Une fois arrivé au foyer, l'éducatrice lui montre le grand tiroir dans lequel il peut ranger ses affaires. On découvre alors qu'il s'agit du cerf-volant fabriqué en mémoire de son père et d'une canette de bière vide – souvenir de sa mère.

#### OBJETS DE MÉMOIRE VIVANTE...

Le cerf-volant et la canette vide constituent les liens ténus de Courgette avec ses parents. C'est pourquoi il ne supporte pas qu'un autre enfant s'en empare : ces deux objets le relient à son passé mais lui permettent aussi de faire face à son avenir sans renoncer à ce qu'il a vécu auparavant. Et s'ils sont chacun porteur de mémoire, ils ne le sont pas de la même façon.

Le cerf-volant, tout d'abord, témoigne d'une mémoire consciente et vivante. Au policier qui lui demande qui est son père, Courgette montre ce jouet. Un enfant comme lui y voit surtout un objet ludique, sans fonction utilitaire ; mais dans nos vies d'adulte, de nombreux objets chargés de la mémoire d'un disparu ont aussi une fonction d'usage. Les deux ne s'opposent pas. Telle personne ne veut pas se débarrasser d'un vieux fauteuil usagé – c'est celui dans lequel elle a toujours vu son père assis, et sur lequel elle aimait tellement s'installer quand elle était enfant. Pour telle autre, c'est une table qui importe par-dessus tout, celle autour de laquelle la famille se réunissait pour dîner, du temps où les enfants n'avaient pas encore quitté la maison.

On comprend pourquoi il est si difficile de se séparer de tels objets malgré l'usure dont ils finissent tôt ou tard par témoigner : nous les conservons le temps qu'il faut pour installer en nous les représentations privilégiées que nous y avons enfermées. Pour Courgette, le processus d'appropriation d'une image paternelle semble finalement avoir réussi ! Le gendarme attentionné qui vient le voir à l'orphelinat y est certainement pour beaucoup, mais c'est au héros du cerf-volant qu'il choisit de s'identifier à l'occasion d'un bal masqué organisé par le couple d'éducateurs. Il porte alors sur le visage le même masque que celui qu'il

avait dessiné à son père sur son cerf-volant, montrant par là qu'il a intériorisé l'image de celui-ci. Tel père sur le cerf-volant, tel fils au bal masqué !

#### ... ET DE COMMÉMORATION SILENCIEUSE

Pour la canette de bière, les choses sont différentes. Elle semble bien témoigner d'une mémoire traumatique. La personne qui dépose une partie de son histoire dans un tel objet fait preuve d'ambivalence. D'un côté, elle pense qu'elle devra tôt ou tard intégrer dans son histoire et dans sa personnalité ce qu'elle y a déposé, mais d'un autre côté, elle craint de s'y confronter. Ainsi, Courgette joue avec son cerf-volant, mais garde la canette vide dans un tiroir. Cette attitude ambiguë se retrouve dans la place faite à de tels objets dans nos maisons. À la différence de ceux qui sont un support de mémoire vivante, les objets porteurs de mémoire en sommeil ne sont pas utilisés dans la vie quotidienne. Placés sur une étagère difficilement accessible ou derrière la glace d'une vitrine, ils sont visibles, mais hors de portée, tenus à une distance respectable, car leur propriétaire craint de réactiver des expériences pénibles... Mais en même temps, il espère toujours pouvoir s'approprier ce qu'il y a déposé. Cette ambi-



## Un vieux fauteuil, une montre... Ces objets maintiennent le lien avec les disparus. Ils sont les dépositaires d'une mémoire vive qui peut se tourner vers l'avenir

valence aboutit à un compromis : l'objet est gardé, mais pas pour être utilisé.

La confrontation à ce type d'objet est évidemment facilitée si elle est médiatisée par un interlocuteur bienveillant, c'est-à-dire par une personne qui sait à la fois questionner la présence de l'objet et prêter l'oreille aux propos amers ou tristes qu'il suscite. Courgette permettra ainsi à Camille de se confronter à une mémoire traumatique par objet interposé. Camille ne rate en effet jamais sa cible au tir à la carabine. Elle est incroyablement précise et rapide ! À Courgette qui s'en étonne, elle répond que son père lui a appris à tirer, puis, l'air songeur et triste, elle ajoute « et puis après, après... », et reste

muette. Le spectateur sait que son père a tué sa mère qui le trompait d'un coup de fusil, puis s'est suicidé ensuite de la même façon, le tout devant la petite fille. Courgette a consulté son dossier en cachette et n'en dit rien. Il faudra que la relation évolue pour qu'il puisse être question de cela entre eux.

### QUAND L'OBJET SOIGNE LE TRAUMATISME

Les objets permettent aussi d'exprimer la complicité ou l'affection. C'est le petit bateau que Courgette offre à Camille dont il est tombé amoureux. Ce bateau, tout indique qu'il l'a fabriqué à partir du métal de la canette de bière qui était censée symboliser le lien à sa mère. C'est d'ailleurs au moment où il l'offre à Camille que celle-ci lui raconte comment elle a échoué dans cet orphelinat et que Courgette lui parle alors de sa propre vie.

Le plus souhaitable pour un objet de mémoire est en effet qu'il puisse être intégré dans un échange vivant. Ce travail est réalisé depuis quelques années par la Cité de l'immigration, dans le XII<sup>e</sup> arrondissement de Paris. Elle recueille et valorise des objets ayant permis à certaines personnes de passer d'une première vie à une existence nouvelle sur une terre d'accueil. Pour l'un, c'est un instrument de musique traditionnel, pour un autre, une boîte d'allumettes du pays d'origine, pour un troisième un couteau acheté avant le départ. En accompagnant leur propriétaire, ces objets ont aussi servi de support à leur mémoire. À chaque fois qu'ils ont été touchés, manipulés et montrés, les souvenirs qui leur avaient été associés ont été remaniés.

Car l'esprit ne cesse jamais de réinterpréter sa vision du monde. Le neuroscientifique américain Gerald Edelman, notamment, a montré que le souvenir est recreation d'une expérience passée par la réactivation du groupe neuronal frayé par l'événement inaugural, et que cette création nouvelle est déclenchée par une situation proche de l'expérience initiale, notamment du point de vue de ses résonances sensorielles et émotionnelles. L'objet mémoriel constitue ce support privilégié de résonances. Il réactive sans cesse la mémoire du passé et permet à son propriétaire de la remanier d'une façon qui corresponde aux nouvelles représentations qu'il se fait de lui-même et du monde. Les récits successifs du souvenir métabolisent peu à peu son caractère traumatique et le rendent utilisable pour de nouvelles élaborations imaginaires. Ce qui ne pouvait être d'abord que revécu peut alors être raconté, daté et dépassé. La réminiscence brutale et invasive de l'expérience traumatique, revécue à chaud comme si la situation était actuelle, fait place à une évocation qui confirme son statut de souvenir.

De ce point de vue, le cerf-volant et la canette de Courgette incarnent deux moments différents



● **Les orphelins portent souvent un passé difficile. Leur permettre de conserver des objets liés à ce passé les aide parfois à l'approprier.**

dans un parcours mémoriel : au début du film, le cerf-volant est déjà un objet de mémoire vivante, tandis que la canette ne le devient que peu à peu au cours du film jusqu'à sa transformation en bateau et son cadeau à Camille.

Il en va de même des dons faits à la Cité de l'immigration. Comme la canette pour Courgette, ils ont d'abord été des reliques porteuses d'une histoire intime, le témoignage des souffrances de ceux qui les ont préservés tout au long de leur parcours migratoire, parfois dans des conditions très difficiles. Mais en faire don, c'est accepter que d'autres y associent leurs propres souvenirs et leurs propres représentations. C'est une façon de changer de regard sur eux, de lâcher prise, une manière de dire : « Au musée maintenant de témoigner de mon parcours passé, je lui passe le relais et je me tourne vers l'avenir ». C'est une forme réussie de deuil. L'objet donné, et la présentation publique qui en résulte dans l'espace du musée, clôt alors son parcours de mémoire personnelle ou familiale tournée vers le passé pour l'insérer dans une mémoire sociale tournée vers l'avenir.

C'est aussi le sens du geste de Courgette. D'ailleurs, il choisit d'offrir cet objet à Camille devant une étendue d'eau gelée. Courgette « brise la glace » – un geste hautement symbolique ! – et place le petit bateau à mi-chemin entre eux deux, comme un lien. En se séparant volontairement de cet objet dont il a transformé l'apparence, Courgette modifie l'image qu'il a de lui-même et le sens même de son histoire : les canettes de bière l'ont privé de sa mère, il est maintenant celui qui en fait don à un être cher. Il indique par là qu'il tourne son regard ailleurs et qu'il est capable de renoncer à ce qu'il a irrémédiablement perdu. ●

### Bibliographie

**S. Tisseron**, *Comment l'esprit vient aux objets*, Paris, PUF, 2016.

**G. Edelman**, *Bright Air, Brilliant fire: on the Matter of Mind*, New York, Basic Books, 1992.

# L'orthorexie

## nouvelle obsession du manger sain

Par **Romina Rinaldi**, neuropsychologue clinicienne, chef de service paramédical au sein du Grand Hôpital de Charleroi et journaliste scientifique.

N'ingérer que du riz brun ou des graines de tournesol, refuser tous les aliments cuits : obsédées par le désir d'être en bonne santé, de plus en plus de personnes s'imposent un régime aussi dangereux qu'arbitraire. L'orthorexie est-elle une maladie mentale ?

**E**n 2003, une partie du monde s'émeut de la mort de Kate Finn, une jeune professeure de yoga australienne, qui depuis des années s'astreignait à un régime détox constant lui procurant un sentiment de bien-être et de pureté. Ce régime, hélas, lui a malheureusement fait perdre trop de poids. Il est alors évoqué comme la cause de son décès à l'âge de 34 ans. Ce qui étonne à l'époque, c'est que cette jeune fille n'avait aucune préoccupation pour son poids. Contrairement à une personne souffrant d'anorexie mentale, Kate n'était pas obsédée par la quantité, mais la qualité de ce qu'elle ingérait.

Toujours au début des années 2000, des scientifiques commencent à publier des articles sur un concept qui ne tardera pas à atteindre le grand public :

l'orthorexie. Décrite pour la première fois en 1997 par le médecin américain Steven Bratman sous le terme d'*orthorexia nervosa* (du grec *orthos*/droit ou correct et *orexi*/appétit), cette « maladie » est définie comme une tendance obsessionnelle et pathologique à l'ingestion d'aliments « sains », ou en tout cas considérés comme purs (une conception qui varie d'une communauté alimentaire à l'autre). L'absence de critères diagnostiques précis a rendu difficile, dans un premier temps, les publications scientifiques sur ce sujet. Depuis 2004, et même s'il n'existe toujours pas de critères officiels car ce « trouble » n'apparaît pas dans les classifications reconnues des maladies mentales comme le DSM et le CIM, plusieurs études de cas et synthèses de recherches ont été validées

### EN BREF

- Pour l'orthorexique, une seule préoccupation : ne pas souiller son corps par des aliments impurs.
- Le temps passé à surveiller son alimentation devient impossible à maîtriser. La personne s'isole socialement et se met en danger physiquement.
- Cette obsession proche du TOC combinerait anxiété et troubles de la flexibilité cognitive.
- Les « religions alimentaires » créent-elles une communautarisation de la société ?



© Kiselev Andrey Valerevich / shutterstock.com

- scientifiquement et permettent une première approche rigoureuse de ce phénomène qui questionne nos sociétés.

### TROUBLE ALIMENTAIRE OU MENTAL ?

Steven Bratman définit l'orthorexie comme une tendance obsessionnelle à manger sainement, qui met principalement l'accent sur la qualité, la composition et la « pureté » des aliments consommés. Cette obsession peut concerner les aliments eux-mêmes, mais aussi leur cuisson, les contenants (de la céramique ou du bois, plutôt que du métal), ou encore la façon de manger ou l'heure à laquelle les aliments sont ingérés. Dans un article paru en 2015 dans la revue *Psychosomatics*, une équipe américaine décrit le cas d'un jeune homme, ingénieur, admis dans une unité médicale spécialisée dans le traitement des personnes sous alimentées. Souffrant

composante dans les histoires relatées : un problème somatique, jusqu'ici incurable, trouve sa solution dans les choix alimentaires et, par suite, les aliments deviennent la seule voie de salut.

Au cours des examens passés à l'hôpital, le jeune homme se montre très coopératif avec les psychiatres et psychologues et avoue qu'il souffre de son poids et de son état de santé, qu'il ne cherche pas à se faire du mal, que son apparence n'est pas importante pour lui, mais qu'il lui est impossible de se détacher d'une diète pure, car il considère qu'il faut traiter son corps comme un temple où l'on choisirait avec précaution ce qui y est entreposé. Il ne peut admettre que c'est cette rigueur alimentaire qui est dangereuse pour lui.

Dans de pareils cas, la perte de poids inquiétante et la malnutrition peuvent faire penser à une maladie mentale bien

différencier ces deux pathologies, les points communs étant aussi abondants que les différences, par exemple la préoccupation pour la nourriture, une tendance au perfectionnisme ou une culpabilité en cas de transgression du régime. Notamment, la conviction que presque toutes les nourritures sont malsaines peut conduire l'orthorexique à restreindre son alimentation au point de rentrer dans une qualification d'anorexie.

### DES CONSÉQUENCES PHYSIOLOGIQUES GRAVES

Aujourd'hui, la prévalence de l'orthorexie reste méconnue. Les différentes études font état de chiffres extrêmement disparates, allant de 2 à 25% de la population, parfois même à 50% lorsque les critères sont très lâches. À quoi ressemble la vie d'un orthorexique ? Qu'il s'agisse de

# 30 %

## DES ATHLÈTES ET DES DIÉTÉTICIENS SERAIENT ORTHOREXIQUES.

LA PROPORTION DANS LE RESTE DE LA POPULATION EST ENCORE MAL ÉVALUÉE.



de problèmes cardiaques, gastriques, osseux, hépatiques et métaboliques ; les médecins remarquent son discours désorganisé et suggèrent un suivi psychiatrique. Ce suivi montre que le patient ne souffre pas de psychose, et révèle en outre que ses idées bizarres ne concernent que la nourriture (il parle par exemple des propriétés magiques des brocolis). Ses problèmes ont commencé à la suite de constipations pour lesquelles il se rend chez un homéopathe. Celui-ci lui fait naturellement prendre conscience de l'importance des choix alimentaires... À partir de là, le jeune homme ne cesse de restreindre les aliments ingérés, mais aussi la manière de les ingérer (en divisant les portions pour que les nutriments soient délivrés tout au long de la journée). On retrouve souvent cette

connue : l'anorexie. La psychologue clinique Marta Varga et son équipe de l'université Semmelweis en Hongrie s'intéressent depuis plusieurs années à l'orthorexie ; dans un article de synthèse paru en 2013 dans la revue *Eating and Weight Disorders*, ces chercheurs font ressortir les similitudes et les différences qui existent entre anorexie et orthorexie. L'orthorexie, à la différence de l'anorexie, ne comporte pas de préoccupation particulière pour le poids, d'attention à la quantité d'aliments ingérée, ni de rituels autour de la nourriture. L'image de soi serait également préservée et l'orthorexie ne serait par ailleurs pas plus présente chez les femmes que chez les hommes – contrairement à ce qui se passe avec l'anorexie. Néanmoins, il reste difficile en pratique de

frugivorisme (ne manger que des fruits), de crudivorisme (fruits et légumes crus), d'alimentation vivante (graines germées, algues), de crusinisme (aliments crus ou cuits à moins de 50 °C), dans tous les cas la nourriture prend une place prépondérante dans la vie des personnes concernées, à travers le temps passé à cuisiner, mais aussi à s'informer et à penser à la nourriture. Par ailleurs, une extrême restriction dans les choix alimentaires mène presque systématiquement à une restriction des quantités ingérées ou en tout cas de l'apport nutritionnel quotidien, et donc à une forme de sous-alimentation et à une inévitable perte de poids. En 2015, des chercheurs australiens ont ainsi publié les résultats d'une étude menée sur plus d'un an, dont le but était de

●  
 En définissant une manière unique de « bien manger », l'orthorexique tracerait en quelque sorte son chemin dans l'immense variété d'offres nutritionnelles qui nous désorientent de plus en plus. Mais ce faisant, il se condamne à y passer encore plus de temps...



comprendre le contexte culturel de jeunes femmes pratiquant des choix alimentaires restreints; certaines notamment ayant reçu un diagnostic de trouble alimentaire, mais ne souhaitant pas recourir à un traitement. Cet article, intitulé *Healthy Anorexia: the complexity of care in disordered eating*, cite plusieurs témoignages de tels choix alimentaires restreints. Charlotte relate la façon dont l'obsession de la qualité mène inévitablement à la restriction de la quantité: «Je continuais à retourner vers le garde-manger, essayant de trouver quelque chose à manger qui réponde aux critères de ce qui est sain. Et je pouvais trouver une raison de ne pas le faire pour chaque aliment; que ce soit les antioxydants, les fibres, l'index glycémique, les conservateurs, les colorants, le sucre... enfin vous voyez bien. Rien dans ce garde-manger n'était suffisamment bon pour que je le mange.»

En dehors de l'aspect purement somatique, c'est aussi dans le champ du psychique qu'on retrouve des similitudes entre l'orthorexie et les autres troubles des conduites alimentaires comme l'anorexie ou la boulimie. Une étude récente de Marta Barnes et Marie Caltabiano, deux chercheuses australiennes, décrit ces recoupements. Ces chercheuses ont proposé à un large échantillon de personnes «saines» de répondre à plusieurs questionnaires en ligne dont l'un évaluait la tendance à l'orthorexie, d'autres l'estime

de soi, la préoccupation pour l'apparence, la représentation du corps, la qualité des relations ou encore le perfectionnisme. Leurs résultats pointent vers une relation positive entre les scores d'orthorexie et la tendance au perfectionnisme ainsi que la préoccupation pour le poids et le style d'attachement. Les personnes ayant un style d'attachement sécure seraient ainsi moins susceptibles d'obtenir de hauts scores d'orthorexie... Outre le fait que le perfectionnisme et l'attachement insécure sont aussi présents dans l'anorexie ou la boulimie, de telles données interrogent plus largement sur la place de l'anxiété dans cette maladie.

#### ENTRE TOC ET ANOREXIE

L'anxiété, mais aussi les attitudes de contrôle au sens large. Déjà en 2004, la professeure de diététique à l'université d'Arizona Martina Cartwright rapportait, dans un article dédié à la complexité des troubles alimentaires, que les conduites alimentaires orthorexiques pouvaient avoir un effet calmant, réduire le stress, voire mener à un sentiment de sérénité et de spiritualité chez les personnes souffrant de troubles alimentaires.

Nancy Koven et Alexandra Abry, deux chercheuses en psychologie du Bates College aux États-Unis, poussent le raisonnement plus loin en proposant que certains symptômes de l'orthorexie ressemblent également à ceux retrouvés

•• dans les troubles obsessionnels compulsifs. Ainsi, les personnes souffrant d'orthorexie affirment penser constamment à la nourriture, même dans des situations qui ne le justifient pas ; en ce sens, elles présenteraient une forme de symptôme de « pensées intrusives », également observé chez les personnes souffrant de TOC – par exemple, obsédées par la nécessité de se laver les mains toutes les deux ou trois minutes. Ainsi, l'obsession de la pureté chez les orthorexiques pourrait être liée à une certaine forme de peur de la contamination, très obsessionnelle et compulsive. Ce qui fait que, pour Koven et Abry, l'orthorexie peut être placée au croisement de l'anorexie et des troubles obsessionnels compulsifs. Dans cette optique, les difficultés se retrouveraient non seulement au niveau psychoaffectif, mais aussi sur un plan cognitif, avec un profil cognitif mixte lui aussi, entre anorexie et TOC.

#### UNE FLEXIBILITÉ MENTALE ALTÉRÉE

Le profil neuropsychologique orthorexique serait caractérisé par de moindres performances dans des tâches impliquant la flexibilité mentale, l'attention aux stimuli externes et la mémoire de travail. Selon Koven et Abry, ce profil serait cohérent avec les symptômes observés dans l'orthorexie. Le manque de flexibilité mentale refléterait la rigidité cognitive autour des conduites alimentaires. Les difficultés d'attention aux stimuli externes traduiraient quant à eux le surinvestissement du soi (on fait plus attention à tout ce qui se passe en soi, au détriment de ce qui se passe à l'extérieur) et les troubles de la mémoire de travail résulteraient d'une difficulté à garder en mémoire autre chose que les pensées et préoccupations liées à la nourriture et à l'image de soi.

La rigidité cognitive qui en résulte se traduit alors par l'impossibilité de dévier du mode d'alimentation que l'on s'est fixé, quand bien même celui-ci s'avérerait nocif (et donc, contre-productif par rapport à l'objectif de base), comme c'était le cas du jeune ingénieur décrit plus haut. Le fait de juger son corps comme un temple parfait et pur traduit bien ce surinvestissement du soi, qui se fait généralement aux dépens des autres, puisque le caractère social de la nourriture est purement et simplement exclu de la logique. Enfin,



## Juger son corps comme un temple parfait et pur traduit un surinvestissement du soi, qui exclut de facto tout caractère social de la nourriture

comme une personne qui serait constamment au régime, l'intrusion de pensées liées à la nourriture ou à l'image de soi peut venir bloquer le traitement, le maintien et la mise à jour de l'information en mémoire de travail... la vie de la personne s'organise alors autour de l'alimentation, et tout le reste en pâtit.

Parfois, la situation se fait plus alarmante. Ainsi, en 2013, plusieurs membres du *National Institute of Mental Health* publiaient une lettre à l'éditeur dans la revue *Schizophrenia Research* soulignant la possibilité que les troubles alimentaires, dont l'orthorexie, puissent s'inscrire dans les signes avant-coureurs de la schizophrénie. À partir du cas d'une patiente orthorexique ayant développé une psychose, ils émettent l'hypothèse que ce changement des habitudes alimentaires serait la traduction d'une rupture dans la perception de soi, et le contrôle sur la nourriture serait alors une façon de compenser la perte de maîtrise de soi caractéristique d'un début de psychose.

#### QUAND LA SANTÉ REND MALADE

Cette tendance à l'alimentation ultra-saine et les restrictions qu'elle engendre ne sont pas sans conséquences. Parmi les plus notoires, les différentes études de cas rapportent généralement des complications médicales et sociales. Les complications somatiques sont dues à la restriction des nutriments, la malnutrition ou le jeûne ; comme c'est le cas pour un autre jeune homme, dont la situation est décrite par une équipe coréenne en 2011. Ce dernier avait pris la décision de se nourrir

uniquement de trois à quatre cuillères de riz brun par jour et de légumes frais depuis trois mois. Lorsqu'il se présente à l'hôpital universitaire Guro en Corée, il souffre de nombreux problèmes cutanés, cardiaques, gastriques, etc. L'absence de protéines avait mis en danger ses fonctions rénales, une grave carence en carbohydrates avait impacté son métabolisme sanguin et osseux et son pronostic vital était fortement engagé par le syndrome de réalimentation, une complication qui peut s'avérer fatale chez les personnes sous alimentées qui sont nourries à nouveau par voie entérale ou parentérale.

Des conséquences non moins importantes peuvent être retrouvées sur un plan social et psychique. La rigidité des choix alimentaires couplée à une intolérance pour ceux des autres provoque généralement un isolement social – réel ou perçu –, ce que rapportent plusieurs jeunes filles prises en compte dans le projet «Healthy anorexia». Comme Lucy, 20 ans, qui explique qu'elle préfère cuisiner chez elle et manger chez elle, seule de préférence et que, lorsqu'elle doit sortir avec des amis au restaurant, elle préfère manger avant et ne rien commander sur place. Le discours diabolisant et culpabilisant des personnes qui suivent un régime alimentaire particulier est parfois lui aussi un handicap social, ou en tout cas un frein à la fonction sociale de se retrouver autour d'un repas. Il est alors difficile pour la personne de comprendre pourquoi ses proches continuent à manger ce qu'elle-même considère comme un poison. Cette culpabilisation se mêle bien entendu à une culpabilité

## Bibliographie

**M. Varga et al.**, Evidence and gaps in the literature on orthorexia nervosa, *Eat. and Weight Disord.*, vol. 18, pp. 103-111, 2013.

**M. M. Cartwright**, Eating disorder emergencies: understanding the medical complexities of the hospitalized eating disordered patient, *Crit. Care Nurs. Clin. North Am.*, vol. 16, pp. 515-530, 2004.

**L. M. Donini et al.**, Orthorexia nervosa: validation of a diagnosis questionnaire, *Eat. Weight Disord.*, vol. 10, pp. 28-32, 2005.

**T. M. Dunn et S. Bratman**, On orthorexia nervosa: A review of the literature and proposed diagnostic criteria, *Eat. Behav.*, vol. 21, pp. 11-17, 2016.

Les personnes qui passent beaucoup de temps à entretenir leur corps sont exposées à l'orthorexie car elles se posent plus fréquemment la question de ce qui est bon ou mauvais pour leur organisme. Un souci qui reste bénéfique tant qu'il ne devient pas obsessionnel.

vis-à-vis de soi-même dans le cas où le régime alimentaire viendrait à être transgressé, avec toutes les conséquences que l'on peut envisager sur l'estime de soi et l'humeur.

### DIÉTÉTICIENS, SPORTIFS, VÉGANES...

De fait, la forme du discours que l'on tient sur l'alimentation est un terrain préparatoire à l'orthorexie elle-même. Selon une étude publiée en 2008 par une équipe italienne, le trouble serait très présent (avec une prévalence de presque 30%) chez les athlètes. Une autre équipe de chercheurs, allemands cette fois, retrouve des proportions plus importantes chez des diététiciens; ce qu'on observe aussi chez des étudiants en médecine et chez des artistes, selon des études de chercheurs de l'université Hacettepe à Ankara. Par ailleurs, même chez des «non-spécialistes», la tendance augmenterait proportionnellement avec la fréquence des exercices physiques selon une étude publiée en 2008 par une équipe de chercheurs suédois. Le culte du corps et l'obsession de la santé ou de l'image de soi en facteurs ambiants seraient donc l'origine d'une tendance plus marquée à développer des conduites orthorexiques?

Pas seulement. Parfois, il est aussi question de l'œuf et de la poule, comme avec l'alimentation non seulement saine, mais qui trouve aussi une justification éthique: le véganisme et le végétarisme

par exemple. On recense en effet à la fois plus de troubles alimentaires chez les véganes et végétariens (9 des 25 participantes du projet «Health anorexia», soit 60%, contre une prévalence de 3% dans la population générale), ce qui s'expliquerait par le fait que ce mode d'alimentation légitimise la restriction alimentaire pour soi, mais aussi aux yeux des autres. Il est plus acceptable de manger moins ou de refuser un plat parce qu'on est végétarien... comme c'est aussi plus facile quand on est intolérant au gluten. Arguments éthiques, arguments de santé et restriction: qui précède qui?

### DIFFICILE DIAGNOSTIC!

Sur base des critères formulés à l'origine par Steven Bratman, une équipe de chercheurs italiens a créé une échelle composée de 15 questions telles que «Pensez-vous que manger sainement permet d'augmenter l'estime de soi?», «Est-ce que vos choix alimentaires sont conditionnés par votre préoccupation pour votre santé?», ou encore «Seriez-vous disposé(e) à dépenser plus d'argent pour manger sainement?» (voir le questionnaire page 80). La personne interrogée répond à ces questions sur une échelle de 1 (pour «jamais») à 4 (pour «toujours»), et obtient au total un score variant de 15 à 60 points. Les auteurs de cette échelle, appelée Ortho-15, ont alors estimé la limite des comportements



# Êtes-vous orthorexique ?

TEST

**Vous fuyez la sauce tomate et les produits laitiers comme la peste ?  
 Vous ne mangez plus que des fruits ? La viande de poulet vous donne la chair de poule ?  
 La limite entre préférence alimentaire et obsession est ténue.**

Pour évaluer une éventuelle tendance à l'orthorexie, une échelle intitulée Ortho-15 (élaborée par l'Institut des sciences de l'alimentation de l'université La Sapienza de Rome) propose de répondre à 15 questions.

1. Quand vous mangez, faites-vous attention au nombre de calories contenues dans votre nourriture ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

2. Quand vous entrez dans un magasin d'alimentation, êtes-vous désorienté(e) ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

3. Au cours des trois derniers mois, avez-vous été préoccupé(e) par des pensées liées à la nourriture ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

4. Vos choix alimentaires sont-ils conditionnés par votre souci d'être en bonne santé ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

5. Quand vous mangez, le goût compte-t-il plus que la qualité ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

6. Seriez-vous disposé(e) à dépenser plus pour manger plus sainement ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

7. Passez-vous plus de trois heures par jour à penser à de la nourriture ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

8. Pouvez-vous vous octroyer des écarts par rapport à un régime ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

9. Pensez-vous que votre humeur a un impact sur votre comportement alimentaire ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

10. Pensez-vous que la conviction de manger uniquement des choses saines augmente l'estime de soi ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

11. Pensez-vous que manger de la nourriture saine change votre style de vie (la fréquence de vos sorties, la fréquentation de vos amis...)?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

12. Pensez-vous que consommer des aliments sains pourrait améliorer votre apparence ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

13. Vous sentez-vous coupable lorsque vous ne mangez pas assez sainement ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

14. Pensez-vous que la plupart des aliments que nous consommons aujourd'hui sont malsains ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

15. En ce moment, êtes-vous seul(e) quand vous prenez vos repas ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Jamais

## RÉSULTATS

Additionnez vos points selon la règle suivante :

Question n°	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
2 - 5 - 8 - 9	4	3	2	1
3 - 4 - 6 - 7 - 10 - 11 - 12 - 14 - 15	1	2	3	4
1 - 13	2	4	3	1

Si votre score est inférieur à 40 points, vous êtes peut-être orthorexique. En dessous de 35, consulter un spécialiste serait recommandé.

Toutefois, les seuils de 40 et 35 points sont encore expérimentaux. Ils ont été établis d'après une étude sur 404 personnes en Italie, et d'autres recherches utilisant cette échelle ont montré que les résultats pouvaient varier grandement selon les échantillons. Certains auteurs critiquent cette méthode de mesure car elle n'a pas été comparée à d'autres observations sur le comportement alimentaire des personnes testées. Ce questionnaire est donc indicatif et ne doit pas être pris pour une preuve médicale. Il peut tout au plus vous amener à vous questionner si votre score est très bas.

Source : I. M. Donini *et al.*, Orthorexia nervosa : validation of a diagnosis questionnaire, *Eat. Weight Disord.*, vol. 10, pp. 28-32, 2005.

## PETIT LEXIQUE ORTHOREXIQUE

**CRUDIVORISME** : n'ingérer que des aliments crus pour conserver les nutriments et éviter certains effets néfastes (et encore mal définis) de la cuisson. Les crudivores peuvent être omnivores, frugivores, granivores ou liquidariens (uniquement jus et smoothies).

**FRUGIVORISME** : ne manger que des fruits (parfois cueillis moins de 15 minutes auparavant, pour conserver les antioxydants).

**GRANIVORISME** : ne manger que des graines (tournesol, luzerne, ail, oignon), voire germées (pour absorber de « l'énergie vivante »).

**VÉGANISME** : ne consommer aucun aliment issu de l'animal ou de son exploitation.

**PALÉO** : alimentation très faible en carbohydrates qui exclut les céréales, les légumineuses et les produits laitiers et engage à ne consommer que des aliments non transformés (viande et poisson issus de filières courtes, fruits et légumes de saison, oléagineux, bonnes graisses comme l'avocat ou l'huile de coco).

**MACRONUTRITION** : consiste à définir un taux d'ingestion pour chaque macronutriment (protéines, lipides, glucides) et à manger en conséquence.

**MICRONUTRITION** : alimentation basée sur des suppléments alimentaires pour viser un état de santé optimale, ou recherchant la présence de certains micronutriments (antioxydants, oméga-3, vitamines minérales, etc.).

**CHRONONUTRITION** : pratique alimentaire fondée sur des moments d'ingestion en fonction de la qualité de la nourriture (gras le matin, léger le soir, sucré vers 16 heures).

**JEÛNE INTERMITTENT** : consiste à prévoir au moins 16 heures de jeûne chaque jour et/ou à jeûner totalement deux jours par semaine.

«normaux» à un score de 40. En deçà, la personne peut être considérée comme orthorexique. Depuis la parution de cet outil, les études concernant la prévalence de l'orthorexie se sont multipliées. Cependant, la plupart des mesures se sont avérées problématiques pour deux raisons. La première, c'est l'absence d'autre mesure pour évaluer l'orthorexie. Or, la qualité principale d'un test (mesurer ce qu'il est censé mesurer) est en général évaluée par comparaison avec d'autres tests évaluant la même chose. En l'absence d'autres échelles, cette mesure est impossible. Deuxièmement, les questions seraient trop globales, de sorte que le test engendrerait trop de faux positifs. La raison évoquée étant qu'en général, un élément important dans le diagnostic des maladies mentales est l'impact des conduites sur le plan social, professionnel et personnel. Or dans l'échelle Ortho-15, aucun item n'évalue cet aspect. L'une des dernières études en date, parue en février 2016 dans la revue *Eating and Weight Disorders*, indique que si l'on considère à la fois le score à l'Ortho-15 et

un impact de l'orthorexie sur la vie quotidienne et la santé, seulement 1 % d'un échantillon de presque 300 étudiants souffrirait réellement de ce trouble.

### MALADIE MENTALE OU SOCIALE ?

L'inclusion d'une catégorie diagnostique supplémentaire au sein des classifications des maladies mentales est un choix délicat, tant l'impact sur l'identification, la gestion et la prise en charge des personnes concernées s'en trouverait fondamentalement modifié. En ce sens, il est difficile de l'envisager dans un futur proche, car les critères diagnostiques sont à améliorer et de meilleures mesures restent à définir. Néanmoins, ces obstacles, inhérents à la naissance d'un concept, ne doivent pas nous engager à adopter des attitudes extrêmes au regard de l'orthorexie. D'un côté, on ne peut ignorer les conséquences que de tels comportements peuvent avoir. Plus ces diètes sont restrictives et difficiles à suivre, plus elles ont du succès, souligne Bratman ; concédant que la plupart des personnes présentant ce genre de

«symptômes» sont rarement en danger vital, mais qu'il faut commencer à s'inquiéter si un sujet s'isole socialement et développe des problèmes de santé.

### LES RELIGIONS ALIMENTAIRES

D'un autre côté, on ne peut nier que nous vivons dans une société pathogène qui, dans un contexte d'anxiété, peut élever les impératifs spirituels, esthétiques, voire alimentaires au rang de priorités absolues et sécréter des compulsions. Certains auteurs, comme Linn Haman, parlent d'hygiénisme pour qualifier cette tendance de nos sociétés. Il s'agirait d'une construction sociale de la santé, dominante dans nos sociétés occidentales, centrée sur l'effort et la promotion de l'hygiène et extrêmement présente dans les médias. Cette nouvelle conscience de la santé, qui voit le jour au début des années 1970, remet la responsabilité de cette dernière sur les épaules de l'individu. Elle devient une affaire personnelle, un devoir, qui doit être atteint en se concentrant sur son corps et en le traitant avec discipline et morale. Le problème, comme le souligne une étude canadienne parue en 2012 dans la revue *Appetite*, c'est que la recherche constante d'information, couplée aux contradictions et à l'instabilité des «avis d'experts», génère beaucoup d'anxiété dans la population. Les individus sont alors responsables de leur santé alimentaire tout en étant baignés dans un système alimentaire complexe, opaque, contradictoire et où les solutions proposées pour retrouver la santé sont provisoires et pour la plupart inefficaces. La surmédiation de ces messages étant pour beaucoup dans la tendance qu'ils créent.

Néanmoins, au-delà du questionnaire sur la validité scientifique du concept et la responsabilité de notre société envers celui-ci, à nous de nous interroger sur l'intérêt d'une reconnaissance diagnostique de l'orthorexie. À qui profiterait la peur, opposée, de tomber dans des habitudes de vie «trop saines»? L'orthorexie n'est-elle qu'un pan du lobby des industries agroalimentaires qui nous engage à nous détacher de la qualité des aliments que nous ingérons? Une controverse qui, somme toute, n'en est elle aussi qu'à ses débuts. ●

# Comment les émotions forgent nos souvenirs

Par **F. Eustache, B. Desgranges, B. Giffard et B. Guillery-Girard**, unité Inserm U1077-EPHE-UNICAEN, Neuropsychologie et imagerie de la mémoire humaine, à Caen.

Pourquoi nous rappelons-nous tous où nous étions le jour des attentats du 11 septembre 2001 ? Les neuroscientifiques ont découvert des liens entre émotion et mémoire au cœur de nos neurones.

**A**ttentats du 11 septembre 2001 à New York, de Paris en 2015, de Nice le 14 juillet 2016 : des moments impossibles à oublier, chargés en émotions négatives. Mais aussi les déjeuners que votre grand-mère vous préparait tous les dimanches, la salle d'accouchement où vous avez vu naître vos enfants : d'autres souvenirs riches en sensations positives. La vie est ponctuée de moments émotionnels forts, d'événements tristes, parfois tragiques, mais aussi de situations heureuses, positives. Leurs effets sur l'élaboration de la personnalité sont parfois bénéfiques, parfois délétères (comme lorsqu'un enfant subit un grave traumatisme psychologique), mais jamais négligeables. Tout ce que nous vivons et mémorisons participe à ce que nous sommes.

L'identité correspond à la conscience que l'on a de soi, une représentation et une entité que l'on parvient progressivement à dégager de l'ensemble de ses comportements et de ses sentiments. Elle forge en partie la personnalité, les caractéristiques ou traits d'un individu que l'environnement perçoit. Toutes deux, identité et personnalité, se construisent selon les événements que l'on mémorise, plus ou moins bien en fonction des émotions qui leur sont associées.

## EN BREF

- On mémorise d'autant plus une situation qu'elle est riche en émotions positives ou négatives.
- De même, un événement traumatique ressurgit plus facilement lorsqu'on se sent mal, et un souvenir agréable lorsque tout va bien.
- Les interactions entre deux centres cérébraux, l'amygdale et l'hippocampe, expliqueraient ces liens entre nos émotions et notre mémoire.

C'est pourquoi la mémoire joue un rôle déterminant dans la construction de l'identité. Elle représente notre relation au temps qui passe : le passé, le présent, mais aussi le futur, avec la faculté de se projeter dans l'avenir. La mémoire « conserve » des informations autant qu'elle les « sélectionne » ; et c'est en partie au travers du filtre des émotions que s'opère ce tri, pour aboutir à une représentation cohérente de soi et du monde.

Outre les situations extrêmes suscitant un sentiment intense, les travaux scientifiques suggèrent que même une émotion modérée facilite la mémorisation. Pourtant, pendant des siècles, philosophes et scientifiques ont opposé raison et émotions, pensée logique et sentiments, considérant les seconds comme une entrave au fonctionnement des premiers. Ils ont longtemps essayé de les séparer. Ainsi, les études scientifiques sur la mémoire, menées par Hermann Ebbinghaus au XIX<sup>e</sup> siècle, portaient sur des syllabes sans signification prononcées par un individu « isolé » de son environnement. Aujourd'hui, les neurosciences ont montré au contraire que les émotions, et la façon dont nous les percevons chez autrui et les ●●

● La plupart des événements que nous vivons sont associés à une émotion, plus ou moins intense, qui intervient dans leur mémorisation. Ces souvenirs forgent en partie notre identité.

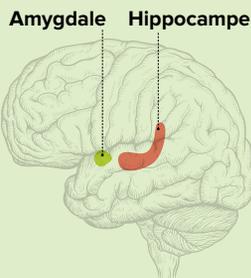


- échangeons, sont nécessaires au fonctionnement cognitif, en particulier à la mémoire, et à la construction de notre identité.

Les émotions provoquent différents changements physiologiques, comportementaux et subjectifs. Longtemps, les chercheurs ne se sont intéressés qu'aux manifestations corporelles : modification des fréquences cardiaque et respiratoire, du débit sanguin, de la transpiration cutanée... Puis les réactions comportementales ont fait l'objet d'investigations ; sous l'effet des émotions, nous agissons et anticipons un mouvement et nos expressions faciales et vocales changent. L'organisme réagit ainsi rapidement à un stimulus. Par exemple, si nous sommes effrayés, nous fuyons – ou nous combattons.

## DEUX ZONES CÉRÉBRALES CLÉS

Amygdale (*en vert*) et hippocampe (*en rouge*), au cœur du cerveau, sont des structures essentielles pour, respectivement, les émotions et les souvenirs. Ces structures interagissent souvent, mais pas toujours... L'équipe du neurobiologiste Antonio Damasio a rapporté le cas d'une patiente atteinte de la maladie d'Urbach-Wiethe, qui provoque une calcification complète de l'amygdale mais épargne l'hippocampe. Cette personne, une Américaine de 30 ans, ignorait la peur et était incapable de lire cette émotion sur le visage d'autrui – car son amygdale ne fonctionnait plus –, mais elle était normalement intelligente et se souvenait de tout – car son hippocampe était intact. Toutefois, son attitude envers les autres était surprenante : non seulement, elle était agréable et joyeuse, mais elle semblait aussi avide d'entrer en contact avec toute personne qui l'approchait. Elle se faisait facilement des amis, avait beaucoup de liaisons amoureuses, se laissant souvent abuser par ceux à qui elle accordait toute sa confiance. « Sans » amygdale, elle avait donc une personnalité extravertie, voire extravagante. Antoine Bechara, professeur de psychologie à l'université de Californie du Sud, et ses collègues se sont quant à eux penchés sur trois patients : le premier présentait un dysfonctionnement de l'amygdale, également dû à la maladie d'Urbach-Wiethe ; le deuxième souffrait d'une atteinte de l'hippocampe liée à une démence neurodégénérative ; et le troisième avait une lésion des deux structures, à cause d'une encéphalite (une inflammation cérébrale). Les chercheurs leur ont montré, ainsi qu'à un sujet sain, des diapositives colorées, dont l'une, bleue, était associée à un son effrayant. Quand ils leur présentaient ensuite la diapositive bleue, sans le son, leur réaction différait ; la personne non malade était effrayée (c'est un réflexe dit de peur conditionnée), tandis que celle atteinte d'une lésion de l'amygdale n'avait pas peur, mais se souvenait d'avoir vu l'image. Chez le patient souffrant d'une lésion de l'hippocampe, c'était l'inverse : il avait peur, mais n'avait aucun souvenir – conscient – de la diapositive. Et la personne chez qui étaient endommagées les deux structures, amygdale et hippocampe, ne réagissait pas.



Mais sous l'effet d'un sentiment, un troisième paramètre change : notre expérience subjective et notre pensée. Par exemple, une personne qui est stressée parce qu'elle a peur de mal faire mémorise toutes les situations où cela se produit, notamment au travail, de sorte qu'elle ne se comporte plus de la même manière ; sa personnalité peut alors être modifiée, elle ne communique plus avec ses collègues... Où sont intégrées toutes ces transformations ?

C'est dans une partie du cerveau appelée système limbique que les émotions et les souvenirs se rejoignent. Ce système comprend un ensemble de structures dont l'amygdale et l'hippocampe. Des éléments clés qui peuvent être altérés indépendamment dans certaines pathologies (*voir l'encadré ci-contre*).

Comment les émotions interagissent avec la mémoire ? Elles facilitent à la fois « l'encodage », la « consolidation » et le « rappel » des souvenirs. L'encodage est l'étape qui permet à une information d'entrer dans la mémoire. Plusieurs études ont montré que si une émotion est associée à un stimulus, on est davantage attentif à ce dernier, qui est donc mieux « encodé ». Un deuxième facteur qui améliore l'encodage est la pertinence de l'information pour une personne donnée : plus l'événement est en accord avec nos objectifs à un moment particulier, plus il nous satisfait, voire nous fait plaisir, et plus nous le retenons. Enfin, la rareté d'une situation fortement émotionnelle implique une notion de surprise qui accroît l'attention et la vigilance. Ainsi, un stimulus est d'autant mieux mémorisé que nous y sommes attentifs, qu'il est pertinent ou rare. Dans ce cas, il provoque une myriade d'émotions.

### LES ÉTAPES DE LA MÉMORISATION

Que se passe-t-il dans le cerveau ? Différents travaux ont montré que l'amygdale s'active lorsque l'on présente des images ou des mots déplaisants à des sujets. Toutefois, il semble que l'implication de cette structure cérébrale dépende plus de l'intensité du stimulus que de sa « valence », c'est-à-dire s'il est agréable ou désagréable. En 2004, les neurobiologistes Elizabeth Warrington et Suzanne Corkin ont bien mis en évidence ce phénomène ; elles ont enregistré l'activité cérébrale de participants pendant qu'ils mémorisaient des mots émotionnellement positifs et intenses, et des mots émotionnellement négatifs, mais peu intenses. Puis elles évaluaient comment les sujets reconnaissaient les termes. Résultat : plus les mots étaient chargés en émotions – positives dans ce cas –, plus l'amygdale s'activait et plus les participants s'en souvenaient, comparés aux termes négatifs.

Ces effets, comme nous l'avons dit, concernent l'encodage des souvenirs. Mais après cette première phase où ils entrent dans notre mémoire, les souvenirs font l'objet d'un deuxième traitement nommé consolidation. Une information, quelle qu'elle soit, n'est en effet pas stockée immédiatement, et un certain temps est nécessaire afin qu'elle soit stabilisée. Au cours de cette phase de consolidation, le souvenir est encore labile : la « trace mnésique » peut alors être renforcée ou affaiblie. Et les émotions interviennent à nouveau à ce moment-là.

### LES ÉMOTIONS ANCRENT LES SOUVENIRS

Un certain nombre de travaux, dont ceux de James McGaugh à l'université de Californie, ont révélé que le rappel d'informations émotionnelles est meilleur que celui de données neutres, surtout si cette récupération a lieu quelques heures ou quelques jours après leur encodage (voir l'encadré page 86). Preuve qu'un délai de rétention est nécessaire et que l'étape de consolidation est optimisée par l'émotion associée au stimulus. Comment expliquer ce phénomène ? Les émotions favorisent la consolidation des traces mnésiques *via* deux mécanismes notamment : le partage social (on a davantage tendance à parler d'une situation émotionnelle que d'un événement neutre) et les ruminations mentales (on se rappelle plus souvent un fait troublant ou agréable).

En ce qui concerne la troisième phase, la récupération en mémoire d'un événement, elle est tributaire des étapes d'encodage et de consolidation. Les émotions augmentent non seulement le rappel d'une information, mais aussi sa précision ; on parle de « majoration » émotionnelle. Lorsqu'une situation a une composante émotionnelle légère à modérée pour un sujet, par exemple le jour de l'obtention de son permis de conduire, l'activation progressive de l'amygdale stimule l'hippocampe, ce qui augmente la précision du souvenir. En revanche, si l'émotion gagne en intensité, par exemple on a un accident de voiture lors du passage du permis de conduire, l'activation de l'amygdale augmente jusqu'à ce qu'une inversion se produise : l'hippocampe est partiellement inhibé. D'où une perturbation de la consolidation du souvenir, notamment de ses aspects contextuels, et donc de son rappel : on peut oublier qui était présent dans la voiture à ce moment-là.

Nous ne nous souvenons donc pas de la même manière des différents événements qui jalonnent notre vie, selon les émotions qui leur sont associées. Les souvenirs « flashes » illustrent bien ce principe. Ce sont des souvenirs vivaces des circonstances durant lesquelles on a vécu un

événement public marquant, largement partagé, par exemple lors des attentats du 13 novembre 2015 ou du 14 juillet 2016 (à condition de ne pas avoir été directement impliqué, ce qui correspondrait à une autre forme de mémorisation, plus traumatisante). L'importance de la situation, l'effet de surprise et la charge émotionnelle associée permettent de mémoriser le contexte précis au moment de l'apprentissage : le lieu où l'on se trouvait, ce qu'on faisait, ce qu'on a ressenti, comment on a réagi...

### LES SOUVENIRS « FLASHS »

Ces souvenirs flashes portent souvent sur des événements très stressants qui peuvent alors provoquer un syndrome de stress post-traumatique. En tant que tel, le stress est la plupart du temps utile : c'est une réaction psychologique, physiologique et neurobiologique d'alarme et de défense, que l'organisme développe face à une agression ou à une menace pour protéger son intégrité physique et psychique. On focalise alors son attention sur la situation menaçante, de sorte que les capacités mentales ainsi que les ressources physiologiques



**Nous ne nous souvenons pas de la même manière des différents événements qui jalonnent notre vie, selon les émotions qui leur sont associées.**

pour l'affronter augmentent. Mais dans certains cas d'expériences traumatisantes, le stress est si intense que la réaction n'est plus adaptée et perdure, ce qui engendre parfois un syndrome de stress post-traumatique : en Europe, presque 2 personnes sur 100 sont concernées au cours de leur vie.

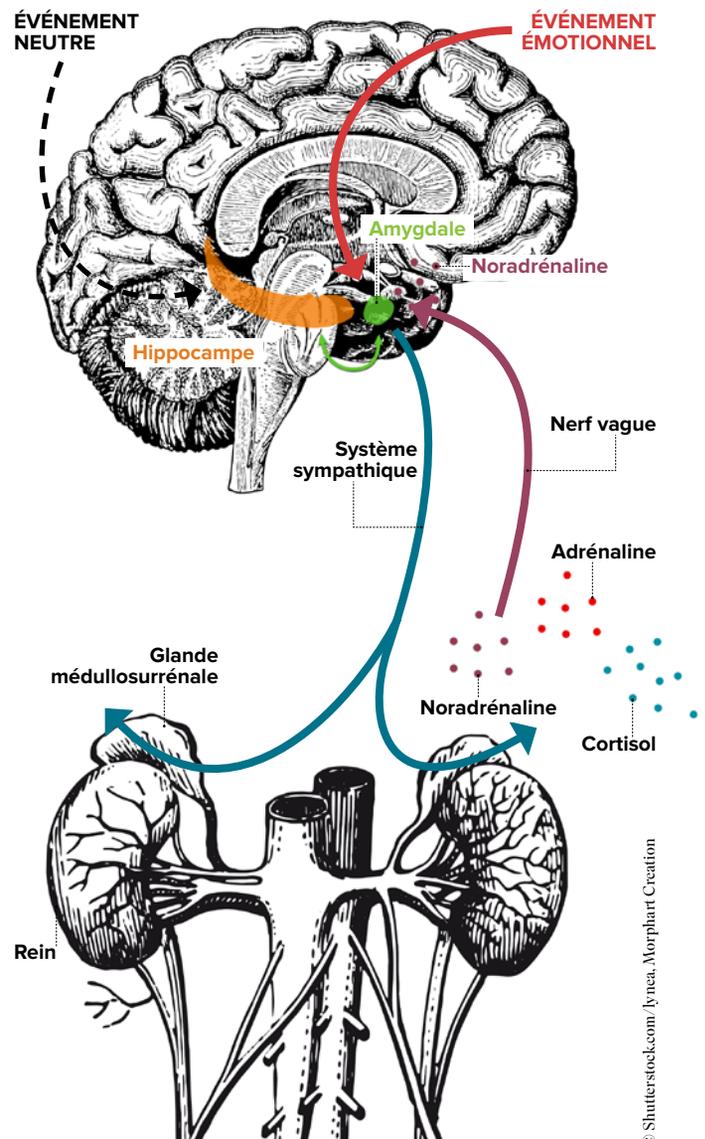
Or certains des symptômes de ce trouble sont liés à la mémoire. Le patient souffre de reviviscences involontaires de l'événement : souvenirs intrusifs, rêves d'angoisse, hallucinations. Ces états provoquent un sentiment de détresse, car le sujet revit les aspects sensoriels et émotionnels de la situation comme s'ils se reproduisaient dans le présent. Le patient évite, volontairement ou pas, tout ce qui lui rappelle le traumatisme, a des difficultés à se souvenir de certaines caractéristiques de l'événement et a des croyances négatives sur lui-même et sur le monde. Hypervigilance, réactions de sursaut et troubles du sommeil jalonnent son quotidien : sa vie est profondément perturbée, ainsi que sa façon de penser.

Les troubles de la mémoire dans ce syndrome correspondent à la fois à une augmentation et à une diminution de certains aspects du souvenir : la vivacité des flash-back et des cauchemars contraste avec la faible capacité des patients à se rappeler consciemment d'autres détails de la situation. Ce qui correspond à des distorsions dans l'encodage de l'événement. Les détails centraux sont mieux mémorisés que les aspects contextuels. Par exemple, attaquée à l'arme blanche, une victime se souvient souvent du couteau, car elle y a été très attentive, mais rarement du visage de l'agresseur. Comment expliquer ce phénomène ?

La théorie la plus aboutie est celle de la double représentation, proposée par le psychologue britannique Chris Brewin et ses collègues. Elle repose sur l'intégration des souvenirs conscients et inconscients de l'événement. Un déséquilibre entre un encodage excessif des informations sensorielles et une faible représentation du contexte (temps, espace) serait en cause. Deux systèmes interviennent : l'un dit « de mémoire perceptive », l'autre « de mémoire contextuelle ». Le premier met principalement en jeu l'amygdale et encode les aspects perceptifs et émotionnels de l'événement dans un cadre de référence « égocentré ». Ces données ne

## LE RÔLE DES ÉMOTIONS DANS LA MÉMORISATION

On se souvient en général mieux d'une situation chargée en émotions – positives ou négatives – que d'un événement anecdotique ou neutre. En effet, plus un fait est rare et important pour nous, de sorte qu'il nous procure des sensations et sentiments agréables ou déplaisants, plus on y prête attention, ce qui améliore son encodage et sa consolidation en mémoire, et facilite par voie de conséquence son rappel. Les études de patients présentant des lésions cérébrales et les travaux de neuro-imagerie révèlent l'importance des hormones de stress (adrénaline, noradrénaline, cortisol notamment) et du système hippocampe-amygdale, au centre du cerveau, dans la mémorisation des informations émotionnelles. Les patients qui ont une lésion de l'amygdale, une petite région cérébrale richement connectée à d'autres aires, y compris l'hippocampe, réagissent toujours de façon physiologique aux stimuli émotionnels, mais ne bénéficient plus de leur charge émotionnelle pour les mémoriser. James McGaugh et Larry Cahill, de l'université de Californie à Irvine, ont étudié comment les hormones de stress renforcent la consolidation en mémoire d'une situation qui provoque leur sécrétion. Ils ont montré chez des participants qu'un événement émotionnel entraîne l'activation de l'amygdale, puis celle du système nerveux dit sympathique, qui provoque à son tour la sécrétion de ces hormones, notamment de l'adrénaline et de la noradrénaline, par la glande médulosurrénale (située au-dessus des reins). De sorte que des récepteurs adrénergiques sur le nerf vague (« reliant » l'abdomen au cerveau) sont activés, ce qui permet, après plusieurs étapes, la libération de noradrénaline dans diverses régions cérébrales, dont l'amygdale. Cette hormone stimule alors les récepteurs noradrénergiques de l'amygdale, qui amplifie la consolidation de l'information émotionnelle en interagissant avec l'hippocampe. Au contraire, quand un événement est neutre, il est encodé au niveau de l'hippocampe sans sécrétion des hormones du stress ni activation de l'amygdale et des structures limbiques associées. Il est alors moins bien retenu. L'amygdale et les structures limbiques modulent donc la consolidation des souvenirs chargés en émotions, sans toutefois être indispensables.



sont pas accessibles de façon intentionnelle, mais sont réactivées par des états internes ou des indices environnementaux et se traduisent par des images mentales difficiles à exprimer. Le second dépend de l'hippocampe, qui enregistre le contexte spatial et temporel de l'événement dans un cadre de référence «allocentré» (extérieur à soi). Contrairement aux informations perceptives, ces aspects peuvent être rappelés de façon intentionnelle et consciente, et sont facilement verbalisables.

Le syndrome de stress post-traumatique correspondrait donc à un faible encodage du contexte de la situation, ce qui entraînerait une «décontextualisation» lors du rappel. Ainsi, le souvenir ne serait accessible que de façon involontaire *via* des images perceptives détaillées, s'exprimant par des flash-back ou des cauchemars et faisant revivre à l'individu les aspects émotionnels du traumatisme comme si la menace était encore présente.

Les résultats obtenus en imagerie cérébrale renforcent cette théorie. En effet, chez les patients, on observe une hyperactivation de l'amygdale, souvent associée à une atrophie de l'hippocampe. Mais on ignore l'origine de cette dernière : est-ce une cause ou une conséquence du syndrome ? On constate également une réduction du volume et de l'activation des cortex préfrontal médian et cingulaire antérieur qui sont impliqués dans l'évaluation des émotions. Ces régions ne réguleraient plus l'amygdale, alors trop active, d'où une altération du fonctionnement de l'hippocampe. Et donc un souvenir de la peur associée à l'événement plus élevé que celui de son contexte.

## LES SOUVENIRS FORGENT NOTRE IDENTITÉ

Un autre domaine où les émotions interagissent fortement avec l'identité est celui des souvenirs autobiographiques. Ce concept a été forgé par le psychologue britannique Martin Conway. Il souligne les liens entre mémoire et identité, et s'inspire de la distinction entre mémoire épisodique et mémoire sémantique proposée par le psychologue Endel Tulving. La mémoire épisodique est celle des événements personnellement vécus et situés dans un contexte précis, que l'on appelle couramment «souvenirs». Conway insiste sur le fait que, pour devenir un souvenir épisodique, une situation doit s'inscrire dans notre parcours de vie. C'est, par exemple, le jour de l'obtention du baccalauréat ou du permis de conduire : avec un imaginaire associé, le symbole de liberté par exemple, et une signification pour le groupe social, ces événements remplissent presque une fonction de rite initiatique dans notre société. Quant à la mémoire sémantique, elle correspond aux connaissances générales sur le monde

2%  
DES  
EUROPÉENS

souffrent d'un stress post-traumatique au cours de leur vie, ce qui affecte profondément l'image qu'ils ont d'eux-mêmes.

## À VOIR

À Bordeaux du 19 au 25 septembre : la deuxième édition de la Semaine de la mémoire, organisée par l'observatoire B2V de la mémoire. Conférences, projections, ateliers, signatures sur les thèmes du souvenir, des émotions, de la maladie d'Alzheimer... Programme : [semainedelamemoire.fr](http://semainedelamemoire.fr)

## Bibliographie

- F. Eustache**, *Mémoire et émotions*, Le Pommier, 2016.  
**M.-L. Eustache**, *Mémoire, conscience et identité*, Dunod, 2013.  
**F. Eustache et B. Desgranges**, *Les Chemins de la mémoire*, Le Pommier, 2012.

(Washington est la capitale des États-Unis) et sur soi (je suis quelqu'un de plutôt timide).

Les souvenirs autobiographiques sont le socle de notre identité, mais ils ne sont pas figés dans le temps. Ils sont constamment réinterprétés, modifiés, reconsolidés, selon nos aspirations et nos objectifs. L'intensité émotionnelle joue un rôle majeur dans ces différentes étapes. Mais la valence du sentiment (s'il est plaisant ou pas) intervient également. Par exemple, une personne jeune se rappelle souvent mieux un stimulus négatif que positif et c'est l'inverse chez les sujets plus âgés. Probablement parce que ces derniers, le temps leur restant à vivre diminuant, cherchent davantage les gratifications immédiates et reconsolident les événements du passé de façon plus agréable que les personnes jeunes.

## HEUREUX, ON RETIENT MIEUX LES ÉVÉNEMENTS PLAISANTS

De façon plus générale, la récupération d'un événement en mémoire dépend de la représentation que l'on se fait de soi : elle est meilleure quand le souvenir est cohérent avec notre identité. Si une personne a une image positive d'elle-même, les expériences plaisantes sont plus susceptibles d'être en accord avec ce qu'elle est et donc plus facilement rappelées. À l'inverse, les patients souffrant de dépression ou de stress post-traumatique ont une faible estime d'eux-mêmes et se remémorent davantage les faits négatifs, voire oublie ou nie les souvenirs agréables.

Les émotions ont donc un rôle potentiellement déclencheur et modulateur de la mémorisation, mais elles n'expliquent pas totalement la reconstruction du souvenir sur le long terme. Celle-ci dépend d'aspects plus fondamentaux de notre personnalité et de notre identité. Le philosophe et neuropsychologue américain Stanley Klein a ainsi proposé une représentation du soi complémentaire de celles de Tulving et de Conway. Comme Tulving, il distingue les aspects épisodiques des aspects sémantiques, mais va au-delà en séparant la mémoire sémantique personnelle «classique», c'est-à-dire les connaissances générales («Je suis professeur et je sais conduire»), et la mémoire de notions beaucoup plus abstraites et fondamentales sur soi («Je suis une personne honnête»).

Or notre identité repose sur cette double représentation de la mémoire sémantique, la première étant relativement stable dans le temps, la seconde beaucoup plus modulable, notamment en fonction des situations à forte charge émotionnelle que nous vivons. Un individu égoïste peut ainsi devenir altruiste suite à un événement qui l'aura marqué au plus profond de son être. L'inverse est aussi vrai. ●



## NICOLAS GUÉGUEN

*Directeur du Laboratoire d'ergonomie des systèmes, traitement de l'information et comportement (LESTIC) à Vannes.*

# Le syndrome de la tête de mule

Il nie tout en bloc, refuse l'évidence, se cramponne à ses opinions en tordant la réalité... Qui est-ce ? Peut-être vous, à en croire certaines expériences de psychologie.

**R**échauffement climatique, laissez-moi rire ! Vous avez vu le mois de mai qu'on a eu ? Peut-être avez-vous déjà entendu un climatoseptique proférer ce type d'« argument ». Obnubilé par sa conviction que l'homme n'a aucune influence sur la planète, il ne retient alors que les quelques jours de pluie qui ont assombri la fin du printemps dans sa région et oublie les semaines ensoleillées qui les ont précédés. Quant aux statistiques à l'échelle mondiale et aux innombrables études scientifiques démontrant la réalité du changement climatique, elles sont impuissantes à le faire changer d'avis. Un roi de l'entêtement, donc ?

Sans doute, mais nous le sommes tous un peu. Les recherches en psychologie révèlent en effet que nous accordons une place plus importante aux informations qui confirment nos opinions préexistantes et que nous négligeons ou minimisons celles qui les contredisent ou les nuancent. Un

### EN BREF

- Nous traitons toutes les informations d'une façon biaisée en faveur de nos opinions initiales, un phénomène psychologique nommé biais de confirmation.
- Ce biais est omniprésent et peut avoir des conséquences néfastes dans les domaines politique, judiciaire ou médical.
- L'imagerie cérébrale montre que nous nous laissons alors bien plus guider par nos émotions que par notre raison.

phénomène qualifié de biais de confirmation d'hypothèse – ou simplement de biais de confirmation. Ce dernier fait partie des nombreux biais cognitifs qui orientent nos pensées ou nos opinions à notre insu. Et ce, bien que les gens s'imaginent en général très rationnels, selon de multiples sondages !

### NOUS VOYONS LE MONDE TEL QUE NOUS CROYONS QU'IL EST

Une expérience menée en 1986 par François le Poutier, de l'université de Rennes 2, illustre à quel point nos idées préexistantes changent en profondeur la façon dont nous percevons le monde et le comportement des autres. Ce chercheur a divisé les participants de son étude en deux groupes : aux membres du premier groupe, il annonçait qu'un enfant souffrait de troubles psychologiques, tandis qu'il ne disait rien de spécial aux membres du second groupe. Il a ensuite montré à tous une vidéo de l'enfant en train de jouer. ●●



- Les sujets qui le croyaient perturbé se sont alors mis à considérer ses comportements les plus anodins comme problématiques, cherchant partout des signes qui confirmeraient leur idée initiale d'un enfant perturbé. Une peluche jetée au loin, par exemple, devenait un signe d'agressivité, alors que les autres participants voyaient plutôt dans ce geste une marque de dynamisme.

De façon générale, les travaux scientifiques montrent que le biais de confirmation est omniprésent dans nos vies. Du fait des stéréotypes, de notre éducation, de rumeurs entendues, de croyances diverses, nous avons très souvent une opinion préexistante. Et même quand nous n'en avons pas, nous nous en forgeons une dès les premières informations reçues. Une expérience menée dans mon université a ainsi révélé que si un responsable des ressources humaines lit un CV commençant par deux réussites professionnelles puis un échec, il estimera le candidat plus performant et compétent pour le poste que si l'échec est placé en premier. Il se forge en effet l'idée d'un bon candidat et néglige ensuite les informations qui contredisent cette opinion. Quand vous souhaitez convaincre votre interlocuteur, commencez donc par vos meilleurs arguments!

#### PEU IMPORTE LA FIABILITÉ DES ARGUMENTS

Le plus inquiétant est que même des informations particulièrement fiables échouent à nous faire changer d'avis. C'est ce que montre une expérience menée en 2010 par Nyhan Brendan, de l'université du Michigan, et Jason Reifler, de l'université d'État de Géorgie. Les participants lisaient d'abord un communiqué attribué au président américain Georges W. Bush, stipulant qu'il avait la certitude que Saddam Hussein disposait d'armes de destruction massive susceptibles de tomber dans les mains de terroristes. Puis ils recevaient une seconde dépêche, supposée émaner de la CIA : elle précisait que le dictateur ne possédait pas ce type d'armes et qu'il était prouvé que les installations et le combustible nécessaires à leur fabrication avaient été détruits. Des questionnaires ont alors montré que ces contradictions ne changeaient en rien l'opinion des participants sur le sujet.

Si les informations de la CIA, qui dispose de moyens considérables pour vérifier ses sources et documenter ses dossiers, n'avaient aucun effet, imaginez la difficulté à convaincre vos collègues et amis du bien-fondé de vos idées à partir de quelques informations glanées dans le journal ou sur Internet. Combien de fois avez-vous fait changer d'avis votre interlocuteur au cours du mois écoulé? Probablement assez rarement. Il n'est pas étonnant non plus que certains politiciens



# 66

## Rester sourd aux arguments adverses active les zones du plaisir dans notre cerveau.

n'hésitent pas à préférer approximations et contre-vérités : même si leurs paroles sont ensuite contredites par des arguments fiables, elles garderont une certaine influence sur les électeurs...

Le biais de confirmation est aussi un souci majeur pour les médecins, car plusieurs études montrent qu'il risque de fausser leur diagnostic. En 2002, Vicki Leblanc et ses collègues de l'université de Toronto ont par exemple présenté la description d'un patient à des internes et des étudiants en médecine, en leur proposant un diagnostic faux mais crédible. Les sujets ont approuvé cette hypothèse dans 66 % des cas et ont réinterprété la majorité des signes cliniques ambigus pour la confirmer. Ainsi, quand on suggérait un cancer du foie, une peau bronzée était prise pour un signe de jaunisse (une maladie fréquemment associée à ce cancer), alors même que d'autres symptômes contredisaient cette explication.

Autre domaine dans lequel un jugement objectif serait capital : le domaine judiciaire. Mais là encore, le bât blesse. L'expérience menée en 2003 par Saul Kassin et ses collègues du Williams College, dans le Massachusetts, révèle à quel point l'opinion initiale des juges et des jurés peut influencer un verdict... et conduire nombre d'innocents en prison! Certains participants formaient un groupe de suspects et la moitié d'entre eux devait prendre une clé cachée dans une pièce pour ouvrir un meuble et s'emparer de 100 dollars; l'autre moitié se contentait d'entrer dans la

pièce sans subtiliser l'argent. Chaque suspect était ensuite interrogé par un membre d'un second groupe, qui jouait le rôle d'enquêteur et devait déterminer s'il était coupable.

Dès le départ, certains enquêteurs soupçonnaient fortement la personne qu'ils interrogeaient, car on leur avait dit que quatre suspects sur cinq avaient commis le larcin. À l'issue de l'interrogatoire, ils l'ont alors jugé coupable dans 42 % des cas, contre seulement 19 % pour les enquêteurs qui penchaient à l'origine pour l'innocence du suspect. Pire, ils se sont montrés plus insistants, allant jusqu'à proférer des menaces. En conséquence, les personnes interrogées ont manifesté des signes de nervosité... aussitôt interprétés comme des preuves de culpabilité – y compris par des «jurés» indépendants, comme l'a révélé une phase ultérieure de l'expérience. Au final, les enquêteurs soupçonneux n'étaient pas plus perspicaces : ils se trompaient aussi souvent que les autres sur la culpabilité réelle du suspect, innocentant moins de coupables mais accusant davantage d'innocents.

Certes, la motivation n'était pas la même que dans une situation réelle. Tous les participants étaient des étudiants de l'université et l'enjeu d'un succès (à convaincre de son innocence ou à trouver le coupable) n'était pas une prime ou la prison, mais... un bon pour un repas gratuit à la cafétéria ! Néanmoins, ces résultats suggèrent que le biais de confirmation peut fausser un interrogatoire : même quand un suspect est innocent, la moindre incohérence dans son histoire, le plus petit signe d'émotion seront interprétés par l'enquêteur dans un sens qui renforcera sa conviction initiale. D'autres travaux ont montré l'influence du biais de confirmation à différents stades d'une enquête, révélant par exemple que des enquêteurs chevronnés jugent un témoin moins fiable s'il contredit leur intuition initiale sur la culpabilité d'un suspect.

### LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS EST FAUSSÉ À TOUS LES NIVEAUX

Comment expliquer que même les professionnels les plus expérimentés se laissent abuser, que même les informations les plus fiables ne nous parviennent plus ? Il semble que le biais de confirmation fausse le traitement des données à tous les niveaux : aussi bien leur recherche que leur interprétation et leur mémorisation sont biaisées. La simulation d'interrogatoire menée par l'équipe de Saul Kassin illustre à quel point nous cherchons des preuves de ce que nous pensons et non des informations objectives : les enquêteurs qui croyaient les suspects coupables leur posaient des questions particulièrement orientées, du type «Comment avez-vous trouvé la clé cachée

# 66%

## DES JEUNES MÉDECINS

sollicités dans une expérience ont réinterprété les signes cliniques en faveur d'une hypothèse initiale.

### Bibliographie

**N. Brendan et J. Reifler.** When corrections fail: the persistence of political misperceptions. *Political Behavior*, vol. 32, pp. 303-330, 2010.

**S. M. Kassin et al.** Behavioral confirmation in the interrogation room: on the dangers of presuming guilt. *Law and Human Behavior*, vol. 27, pp. 187-203, 2003.

**D. L. Hamilton et R. K. Gifford.** Illusory correlation in interpersonal perception: a cognitive basis of stereotypic judgments. *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 12, pp. 392-407, 1976.

derrière le lecteur vidéo ? », tandis que les autres étaient bien plus neutres («Est-ce que vous savez quelque chose à propos de la clé qui était cachée derrière le lecteur vidéo ? »).

Par la suite, les informations qui ne nous conviennent pas sont laissées de côté, tandis que celles qui sont ambiguës sont réinterprétées. En 2006, l'équipe de Drew Westen, à l'université d'Emory, aux États-Unis, a cherché à comprendre ce qu'il se passe alors dans le cerveau. Les psychologues ont enregistré l'activité cérébrale des participants – des sympathisants démocrates et républicains – par IRM fonctionnelle, tandis qu'ils leur faisaient écouter des discours où Georges W. Bush et John Kerry se contredisaient. Bien sûr, les participants n'ont remarqué que les contradictions du candidat qu'ils ne soutenaient pas. Plus intéressant, leur activité cérébrale a révélé qu'ils se laissaient guider par leurs émotions pour analyser les discours. Drew Westen a ainsi déclaré : «Nous n'avons vu aucune augmentation d'activité dans les zones cérébrales du raisonnement. Ce que nous avons vu, à la place, c'est l'activation d'un réseau lié aux émotions, incluant des circuits impliqués dans la régulation émotionnelle et des circuits liés à la résolution des conflits.»

### L'IRRÉSISTIBLE PLAISIR D'AVOIR RAISON

Les chercheurs ont également constaté que les zones cérébrales de la récompense et du plaisir s'allumaient dès que les participants avaient abouti à la conclusion souhaitée. Pour Drew Westen, c'est le signe que chaque fois qu'un conflit cognitif est résolu en faveur de notre idée initiale, nous ressentons un petit sentiment agréable, qui nous poussera à rechercher ce résultat par la suite. D'autres travaux ont montré que nous retenons mieux les informations qui confirment nos convictions initiales par rapport à celles qui les infirment. En conséquence, ces convictions ne font que se renforcer.

Si nous nous laissons aveugler par notre opinion préexistante, c'est donc parce que nous éprouvons du plaisir à la confirmer. Mais prendre le temps de se demander si nous aurions fait la même analyse sans cette opinion, voilà sans doute le plus sûr moyen de trouver la vérité. Ou mieux encore, chercher ce qui peut contredire notre hypothèse – aussi désagréables les contre-arguments soient-ils à envisager. Bien avant que les recherches en psychologie ne mettent en évidence le biais de confirmation, Darwin passait pour porter en permanence sur lui un carnet dans lequel il notait toutes les observations problématiques pour sa théorie, afin de les examiner en profondeur. Une habitude qui ne lui a pas trop mal réussi... ●

## ANALYSE

Par Véronique Garas



## ENSEIGNEMENT

**Motiver ses élèves grâce aux intelligences multiples**  
de Renaud Keymeulen De Boeck

**P**artout, toujours, la motivation, ou encore son absence constituent un des enjeux majeurs de l'école, une thématique au cœur de toutes les préoccupations. » Dès la première page de ce livre, l'objectif est posé : il s'agit de donner l'envie d'apprendre aux élèves. Et Renaud Keymeulen présente ici de nouveaux outils pour y parvenir, en s'adaptant à chaque enfant.

Son ouvrage commence par dresser un état des lieux des théories de la motivation et des méthodes pédagogiques élaborées depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle jusqu'à aujourd'hui. Par exemple, les méthodes dites actives, mises en œuvre par des organismes comme l'école Montessori, visaient déjà à mieux prendre en compte les spécificités des élèves. Mais ce que propose l'auteur ici, c'est de s'appuyer pour cela sur la théorie du psychologue américain Howard Gardner, selon laquelle nous aurions huit formes d'intelligence (voir Les neurosciences ont découvert 8 intelligences, *Cerveau&Psycho*, n° 68, 2015). Il s'agit par exemple des intelligences linguistique, logicomathématique, interpersonnelle...

L'idée de Renaud Keymeulen est de fournir aux élèves des exercices adaptés à leurs points forts (leurs « intelligences dominantes »), afin qu'ils découvrent le goût du succès et le plaisir d'apprendre. Son ouvrage regorge de tels exercices. Leur application passe bien sûr par une connaissance accrue de chaque enfant.

Ainsi, l'auteur élabore une approche originale et appliquée de la théorie de Howard Gardner. Son souci de transmettre un savoir exploitable est tel qu'il va jusqu'à nous donner des conseils sur... la façon de lire son propre livre !

L'ouvrage se clôt sur 20 fiches destinées à guider la mise en œuvre de cette approche et utilisables de l'école primaire jusqu'au lycée. Bref, une vraie boîte à outils pédagogique, qui devrait être précieuse pour tous les enseignants désireux de réfléchir à leur pratique.

*Véronique Garas est directrice d'école d'application et coordinatrice à l'École supérieure du professorat et de l'éducation (ESPE) de Créteil-UPEC.*

## SÉLECTION



## PSYCHOLOGIE

**Qui suis-je ?**  
Collectif  
First

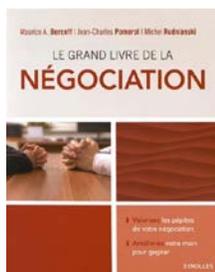
**A**vez-vous le sens de l'humour ? Êtes-vous perfectionniste ? Quel dormeur êtes-vous ? Voici quelques-uns des 25 thèmes sur lesquels cet ouvrage vous propose de faire le point. Tous tournent autour d'un sujet qui ne devrait pas manquer de vous intéresser : vous-même. À chaque chapitre, un court texte d'introduction donne quelques informations épidémiologiques et scientifiques, avant une série de questionnaires. D'intéressants entretiens avec des experts complètent cet ouvrage, grâce auquel vous ferez d'une pierre deux coups : balayer un certain nombre de thèmes majeurs de la psychologie, et apprendre à mieux vous connaître.



## COGNITION

**Psychologie comparée**  
de Jacques Vauclair  
Presses universitaires de Paris Ouest

**D**ans ce livre, vous entendrez parler de pigeons superstitieux, de chiens menteurs, de chimpanzés mécaniciens, de bonobos artistes... Mais que nous disent ces comportements sur l'intelligence des animaux ? À quel point peut-on parler à leur propos de pensée, de conscience ? Jacques Vauclair présente ici les différentes réponses apportées par le monde scientifique. Il insiste au passage sur les difficultés à étudier la cognition en l'absence de langage. Mais les animaux en sont-ils vraiment dépourvus ? L'auteur souligne astucieusement le côté arbitraire de telles affirmations : « Gardner a pu distinguer chez les chimpanzés plus de soixante sonorités diverses. Est-ce qu'ils parlent ? »



**PSYCHOLOGIE**  
**Le Grand Livre de la négociation**  
 de *M. Bercoff et al.*,  
 Eyrolles

Que vous souhaitiez vendre votre appartement, demander une augmentation à votre patron ou juste choisir un restaurant avec votre conjoint, il vous faudra manier les subtils ressorts de la négociation. C'est ce que vous proposez d'apprendre les auteurs de ce livre, à travers ces trois exemples et bien d'autres. Cet ancrage dans des cas concrets fait toute la force de ce texte, qui n'en oublie pas pour autant de les éclairer par des considérations théoriques, issues par exemple de l'étude des biais psychologiques ou de la théorie des jeux. À lire si vous avez l'impression de vous laisser systématiquement marcher sur les pieds.

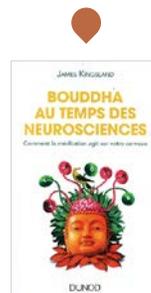


**MÉDECINE**  
**Sommeil, rythmes et psychiatrie**  
 d'*Isabelle Poirot et Carmen Schröder (dir.)*  
 Dunod

On ne compte plus le nombre de travaux scientifiques qui confirment cette intuition simple : le sommeil est au centre de la santé. Et en particulier de la santé mentale, pourrait-on ajouter, car il est altéré dans bien des maladies psychiatriques, pour ne citer que l'addiction ou la dépression. Au final, ce sont 30 à 50 % des adultes qui se déclarent victimes d'un trouble du sommeil. Les professionnels de la santé ont donc toutes les chances d'y être confrontés un jour ou l'autre. Ce livre devrait leur permettre de s'y préparer au mieux, en les guidant aussi bien dans les classifications variées que dans les diagnostics et les thérapies possibles.

## COUP DE CŒUR

Par *Guillaume Jacquemont*



**NEUROSCIENCES**  
**Bouddha au temps des neurosciences**  
 de *James Kingsland* Dunod

Qu'il est loin, le temps où Herbert Benson, un des pionniers de l'étude scientifique de la méditation, « faillit être renvoyé de la Harvard Medical School parce que son chef estimait inadmissible qu'un docteur perde son temps sur ce qu'il qualifiait d'absurdité hippie » ! Aujourd'hui, cette pratique est analysée par les chercheurs du monde entier, qui passent le cerveau des moines bouddhistes au crible des IRM ou cherchent à l'exploiter pour améliorer le bien-être et soigner les maladies mentales.

James Kingsland, journaliste scientifique au quotidien britannique *The Guardian*, livre ici une enquête passionnante sur cet engouement. Après avoir relaté les origines du bouddhisme, alternant informations historiques et extraits des textes sacrés, il entre dans le vif du sujet : la méditation de pleine conscience. Celle-ci « met en jeu un effort conscient pour vivre le moment présent en s'abstenant de tout jugement, en reconnaissant les pensées, sentiments et sensations à mesure qu'ils surviennent et en les acceptant pour ce qu'ils sont. »

Si cette pratique intéresse autant les chercheurs, c'est qu'ils lui ont trouvé une longue liste de bénéfices. Elle permet par exemple d'améliorer le contrôle de l'attention et de lutter contre le stress, la dépression, la douleur chronique, l'addiction... Sans la présenter comme une solution miracle, James Kingsland estime qu'elle « pourrait contribuer à "déboguer" l'esprit humain, à corriger des défauts qui se sont accumulés au cours de son évolution. » Son ouvrage impressionne notamment par la richesse de ses références scientifiques, distillées dans un style agréable et vivant. Autre point fort : les exercices pratiques de méditation qui terminent certains chapitres. Précisons enfin que l'auteur réussit à raconter cette rencontre entre traditions religieuses millénaires et science moderne sans jamais tomber dans un spiritualisme *New Age*. Après la lecture de son livre, même les plus farouches matérialistes d'entre nous devraient être tentés par une petite séance en pleine conscience !

*Guillaume Jacquemont est journaliste à Cerveau & Psycho.*



[serprix.com](http://serprix.com)



## SEBASTIAN DIEGUEZ

Chercheur en neurosciences au Laboratoire  
de sciences cognitives et neurologiques  
de l'université de Fribourg, en Suisse.

# Gaspard de la nuit

## *Un poète dévoile la mécanique des rêves*

Dans un recueil écrit au XIX<sup>e</sup> siècle, le poète Aloysius Bertrand a exprimé toute l'étrangeté des rêves. Un caractère bizarre que les neuroscientifiques commencent à expliquer...

**P**rophéties occultes, messages cryptés, éveil d'un moi interdit et inconnu... Les rêves, ces étranges manifestations nocturnes de la conscience, ont toujours alimenté les fantasmes. Phénomènes universels, ils ont inspiré aussi bien les poètes que les savants, et ce de manière beaucoup plus intriquée que toute autre expression de la vie mentale. Le désir de leur trouver un sens culminera avec la publication de *L'Interprétation des rêves* par Freud en 1899, au retentissement considérable.

Cette approche ne correspond pourtant ni aux premiers pas de la science des rêves, il y a près de 200 ans, ni à ses développements plus récents. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, on s'intéresse moins à «interpréter» les songes qu'à en décrire, le plus précisément possible, le fonctionnement et le contenu. Les chercheurs collectionnent alors les récits de rêves et tentent de percer les lois qui les gouvernent.

À l'époque, la quête d'une connaissance objective se mêle aux expérimentations littéraires les plus folles. Le poète et critique littéraire dijonnais

### EN BREF

● **L'œuvre d'Aloysius Bertrand illustre les traits essentiels des rêves : omniprésence des émotions, chronologie floue, variations dans l'incarnation du soi...**

● **Le poète s'inspire ainsi des scientifiques de son époque, voire anticipe leurs découvertes.**

● **Près de deux siècles plus tard, les études d'imagerie expliquent les bizarreries qu'il décrit en dévoilant le fonctionnement du cerveau endormi.**

Aloysius Bertrand (1807-1841) – de son vrai nom Louis Jacques Napoléon Bertrand – en livre un exemple frappant avec le poème «Un rêve», extrait du recueil *Gaspard de la nuit* (Gaspard étant un personnage fictif cherchant à comprendre l'art). Florence Dumora, de l'université Paris-Diderot, y voit un écho des préoccupations savantes de l'époque. Ce texte met en effet en scène certains traits marquants des rêves, comme leur richesse en émotions ou leur caractère décousu. Des traits que les chercheurs du XIX<sup>e</sup> siècle avaient décrits ou décritront peu après, et qui seront précisés et expliqués plus tard par les neuroscientifiques modernes.

### UN POÈTE OUBLIÉ

Aloysius Bertrand consacre sa vie à *Gaspard de la nuit*, qui sera son unique recueil. L'ouvrage ne paraît qu'en 1842, juste après sa mort, dans l'indifférence générale. Bertrand a d'ailleurs été considéré comme un des «oubliés du dix-neuvième siècle» par le journaliste littéraire Fortuné Calmels dès... 1861 ! Si son œuvre, dans laquelle on voit ●●

●● aujourd'hui l'invention du poème en prose, reste relativement confidentielle, elle a toujours exercé une puissante fascination chez ses admirateurs. Après sa disparition, Bertrand est rapidement redécouvert par Baudelaire, qui s'en inspire pour ses *Petits Poèmes en prose* : « C'est en feuilletant pour la vingtième fois au moins, écrira-t-il, le fameux *Gaspard de la nuit*, d'Aloysius Bertrand [...], que l'idée m'est venue de tenter quelque chose d'analogue. » Le recueil impressionnera par la suite d'autres poètes de renom, tel Mallarmé, ainsi que les surréalistes et le compositeur Maurice Ravel, qui en tirera une pièce pour piano.

Cette fascination s'explique à la fois par la perfection formelle de l'œuvre, concentré de trouvailles et d'audaces stylistiques, et par son atmosphère fantasmagorique. Une atmosphère qui emplit le poème « Un rêve », habile tentative de modélisation et de réduction aux traits les plus marqués de cette expérience si banale, et pourtant si mystérieuse, qu'est le rêve.

### AU GRAND BAZAR DES RÊVES

Le texte, qui dépeint une mise à mort nocturne, foisonne dès le départ de sensations et d'émotions. Les deux premiers paragraphes enchaînent ainsi les impressions visuelles, puis auditives (« ainsi j'ai vu, [...] ainsi j'ai entendu »), le tout inspirant un ressenti macabre. Mais ce qui frappe surtout, note Florence Dumora, c'est le caractère à la fois décousu et cohérent du poème, qui semble intégrer plusieurs tableaux différents dans un « montage en parallèle ». Le flou de la chronologie est accentué par l'alternance des temps de conjugaison (présent, passé simple, plus-que-parfait...). Les phrases semblent guidées par des associations de sonorités, de sensations ou de termes appartenant au même domaine sémantique (« capes et chapeaux », « barre du bourreau », « chapelle ardente [...] blanche robe » et « torches des pénitens noirs »). La ponctuation et la mise en page très

particulières, faisant fort usage de tirets et d'espaces, indiquent à la fois ruptures et continuités. Enfin, la perspective du rêveur semble osciller au cours du récit : d'abord observateur distant et passif, il devient acteur à la fin du troisième paragraphe, où l'on apprend que le « criminel » qui apparaît dans le deuxième n'est autre que lui-même.

Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, les scientifiques notent que ces éléments sont caractéristiques des songes. En 1820, le médecin et anatomiste français Moreau de la Sarthe remarque ainsi la richesse sensorielle des rêves, avec une prééminence d'impressions visuelles et auditives – les sensations tactiles, gustatives ou olfactives étant bien plus rares. Il souligne aussi l'omniprésence des émotions, le plus souvent négatives. Un peu plus tard, d'autres pionniers francophones de l'étude du rêve, tels

Joseph Delboeuf ou Hervey de Saint-Denys, insisteront sur l'instabilité du soi onirique, qui change de place et de rôle au gré des circonstances. Aloysius Bertrand est cette fois en avance sur la science, car il a décrit cette instabilité avant eux !

Dans le courant du XX<sup>e</sup> siècle, les chercheurs constituent des « banques » de rêves, dont l'étude permettra de confirmer et quantifier les caractéristiques des songes. On découvre par exemple que les émotions négatives y sont deux fois plus fréquentes que les ressentis positifs. Est aussi confirmée l'existence de songes impliquant une bilocation, c'est-à-dire où le rêveur est observateur et acteur en même temps, ou oscille entre ces deux positions – même si ce phénomène ne survient que dans 3 % des rêves.

De façon générale, nous nous représentons nous-mêmes dans plus

## EXTRAIT

### LE RÊVE D'ALOYSIUS BERTRAND

**Il était nuit. Ce furent d'abord, — ainsi j'ai vu, ainsi je raconte, — une abbaye aux murailles lézardées par la lune, — une forêt percée de sentiers tortueux, — et le Morimont\* grouillant de capes et de chapeaux.**

**Ce furent ensuite, — ainsi j'ai entendu, ainsi je raconte, — le glas funèbre d'une cloche auquel répondaient les sanglots funèbres d'une cellule, — des cris plaintifs et des rires féroces dont frissonnait chaque feuille le long d'une ramée, — et les prières bourdonnantes des pénitens noirs qui accompagnaient un criminel au supplice.**

**Ce furent enfin, — ainsi s'acheva le rêve, ainsi je raconte, — un moine qui expirait couché dans la cendre des agonisants, — une jeune fille qui se débattait pendue aux branches d'un chêne, — Et moi que le bourreau liait échevelé sur les rayons de la roue.**

**Dom Augustin, le prieur défunt, aura, en habit de cordelier, les honneurs de la chapelle ardente, et Marguerite, que son amant a tuée, sera ensevelie dans sa blanche robe d'innocence, entre quatre cierges de cire.**

**Mais moi, la barre du bourreau s'était, au premier coup, brisée comme un verre, les torches des pénitens noirs s'étaient éteintes sous des torrens de pluie, la foule s'était écoulée avec les ruisseaux débordés et rapides, — et je poursuivais d'autres songes vers le réveil.**

\* C'est à Dijon, de temps immémorial, la place aux exécutions.

« Un rêve », extrait de *Gaspard de la nuit*, Flammarion, pp. 209-210, 2005  
(N.D.L.R. : la note et l'orthographe particulière de certains mots correspondent au texte original)

de 90 % de nos rêves. Nous y sommes presque toujours acteurs, dotés d'une personnalité et d'une apparence proches de la réalité, et accompagnés d'autres personnages. En moyenne, un rêve contient entre 3 et 5 personnes. L'instabilité du soi y prend parfois des formes spectaculaires, le rêveur pouvant «changer de corps» et se retrouver à la place d'un autre !

Comment expliquer les multiples bizarreries des rêves ? Au XIX<sup>e</sup> siècle, Moreau et d'autres supposent qu'ils sont le siège d'associations mentales anarchiques, où une sensation, une idée, un souvenir, en amène d'autres de proche en proche. Pendant le sommeil, ces associations se produiraient hors de tout contrôle de la volonté. Récemment, plusieurs études d'imagerie ont confirmé l'extinction d'une zone coordinatrice du cerveau pendant le rêve : réalisées dans une phase du sommeil qualifiée de sommeil paradoxal, où les rêves sont particulièrement fréquents et complexes, elles ont montré que le cortex dorso-latéral préfrontal est alors désactivé. Or cette zone est impliquée dans l'attention, le contrôle volontaire et l'ordonnement des idées...

#### LE CERVEAU RÊVEUR

En revanche, les régions impliquées dans la gestion des émotions, telle l'amygdale, ainsi que les zones occipitotemporales, concernées par la vision et l'audition, sont suractivées. Ces données expliquent à la fois la richesse sensorielle et affective des rêves, leur caractère désordonné, et l'incapacité du rêveur à prendre conscience des incohérences qu'il rencontre.

L'instabilité de la représentation du soi et des autres dans les rêves du sommeil paradoxal s'expliquerait également par les particularités de l'activité cérébrale. Les régions impliquées dans la conscience d'autrui et la cognition sociale restent en effet très actives, tandis que le cortex pariétal inférieur, associé à la localisation du soi dans l'espace et le temps, ainsi qu'à la distinction entre soi et autrui, se désengage. Voilà qui rend

compte, d'une part, du caractère social et interactif des rêves, et, d'autre part, des libertés que peuvent y prendre la chronologie et le soi.

Loin d'être une fantaisie inutile, ces libertés seraient à la base d'une des fonctions du rêve. Selon certains chercheurs, celui-ci permettrait en effet d'exercer notre capacité à nous mettre à la place des autres, essentielle à la vie sociale. À cet égard, il est d'une puissance sans égale,



## Pendant le rêve, les régions cérébrales associées à la localisation du soi dans l'espace et le temps, ainsi qu'à la distinction entre soi et autrui, sont comme endormies...

puisqu'il fait vivre plusieurs personnages et brouille les frontières entre eux et nous. D'autres fonctions, non exclusives, ont été proposées. Le rêve servirait par exemple à simuler les menaces, d'où la prééminence des émotions négatives. Et c'est efficace ! En 2013, l'équipe d'Isabelle Arnulf, de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière à Paris, a ainsi montré que des étudiants qui rêvent d'échouer à un examen le réussissent mieux ensuite.

Pour Sophie Schwartz, de l'hôpital universitaire de Genève, cette plongée dans la mécanique du rêve a un étrange air familier. En 2000, elle relevait la continuité entre l'approche moderne et celle du XIX<sup>e</sup> siècle. Pour elle, ces deux périodes sont séparées par le hiatus dû à l'essor de la psychanalyse, qui s'intéressait à déchiffrer le contenu caché des rêves plutôt qu'à leur structure apparente, et à celui du béhaviorisme, qui a délaissé l'expérience consciente pour se cantonner à l'étude des conditionnements. Si les pionniers de l'étude du rêve ne disposaient pas des techniques d'imagerie moderne, ils pouvaient en revanche compter sur toute la puissance introspective et évocatrice d'auteurs comme Aloysius Bertrand. ●

#### Bibliographie

**M. Desseilles et al.**, Cognitive and emotional processes during dreaming: A neuroimaging view, *Consciousness & Cognition*, vol. 20, pp. 998-1008, 2011.

**F. Dumora**, Aloysius Bertrand, Un Rêve : l'ordinaire fantastique, *Otrante : art et littérature fantastiques*, n° 37, pp. 57-70, 2015.

**S. Schwartz**, A historical loop of one hundred years: Similarities between 19th century and contemporary dream research, *Dreaming*, vol. 10, pp. 55-66, 2000.

# Cerveau & Psycho

## LA PERSONNALITÉ

### Comment se révèle-t-elle ?



**NOTRE PERSONNALITÉ SE COMPOSE DE DIVERS ÉLÉMENTS QUI, COMBINÉS LES UNS AUX AUTRES, RENDENT CHACUN UNIQUE.** Comment les repérer, les évaluer pour mettre au jour notre structure intime ? Cette science du soi a acquis aujourd'hui une puissance prédictive qui sert à la fois à l'analyse personnelle et à l'évaluation en contexte de recrutement. Jusqu'aux récents développements de l'imagerie cérébrale qui détecte les traces de notre individualité dans notre cerveau.

En kiosque  
le 19 octobre 2016

**POUR LA SCIENCE**

8 rue Férou, 75278 Paris Cedex 06  
Tél : 01 55 42 84 00

**Directrice des rédactions :** Cécile Lestienne

**Cerveau & Psycho**

**Rédacteur en chef :** Sébastien Bohler

**Rédactrice en chef adjointe :** Bénédicte Salthun-Lassalle

**Rédacteur :** Guillaume Jacquemont

**Conception graphique :** William Londiche

**Directrice artistique :** Céline Lapert

**Maquette :** Pauline Bilbault,  
Raphaël Queruel, Ingrid Leroy,  
Cassandra Vion (stagiaire)

**Correction et assistance administrative :**

Anne-Rozenn Jouble

**Développement numérique :** Philippe Ribeau-Gésippe  
assisté d'Alice Maestracci (stagiaire)  
et William Rowe-Pirra (stagiaire)

**Marketing et diffusion :** Laurence Hay, Ophélie Maillat.

**Direction financière et du personnel :** Marc Laumet

**Fabrication :** Marianne Sigogne, Olivier Lacam

**Presse et communication :** Susan Mackie

**Directrice de la publication et gérante :** Sylvie Marcé

**Ont également participé à ce numéro :** Maud Bruguère, Sophie Lem, Isabelle Bousquet-Maniguet

**Anciens directeurs de la rédaction :**

Françoise Pétry et Philippe Boulanger

**Presse et communication**

Susan Mackie

susan.mackie@pouirlascience.fr – Tel. : 01 55 52 85 05

**Publicité France**

Directeur de la publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@pouirlascience.fr) – Tél. : 01 55 42 84 28

**Espace abonnements :**

<http://boutique.cerveauetpsycho.fr>

**Adresse e-mail :** [cerveauetpsycho@abopress.fr](mailto:cerveauetpsycho@abopress.fr)

Téléphone : 03 67 07 98 17

**Adresse postale :**

Cerveau & Psycho - Service des abonnements  
19, rue de l'Industrie - BP 90053 - 67402 Illkirch Cedex

**Diffusion de Cerveau & Psycho :**

**Contact kiosques :** À juste titres ; Manon Castel

Tel : 04 88 15 12 48

**Information/modification de service/réassort :**

[www.direct-editeurs.fr](http://www.direct-editeurs.fr)

**Abonnement France Métropolitaine :**

1 an - 11 numéros - 54 € (TVA 2,10%)

Europe : 67,75 € ; reste du monde : 81,50 €

Toutes les demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue *Cerveau & Psycho* doivent être adressés par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. Certains articles de ce numéro sont publiés en accord avec la revue *Spektrum der Wissenschaft* (© Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, mbHD-69126, Heidelberg). En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).

# LA PSYCHOLOGIE... DU QUOTIDIEN



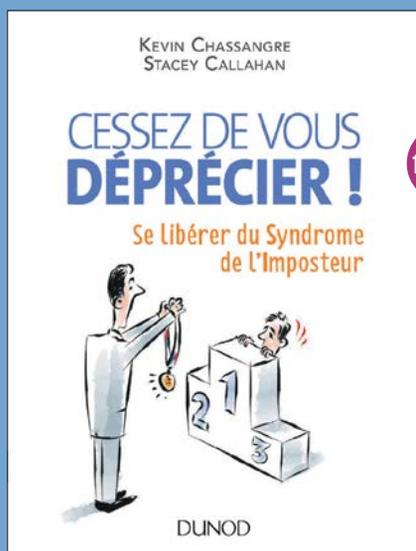
16,50 €

9782100711246



22,90 €

9782100755127



14,90 €

9782100751907

## NON, VOUS N'ÊTES PAS NUL(-LE) !

Retrouvez-nous sur



[facebook.com/editionsdunod](https://facebook.com/editionsdunod)

→ Toute la collection est sur [dunod.com](https://dunod.com)



ÉDITEUR DE SAVOIRS



## SANTÉ

PSYCHIATRIE  
NEUROCHIRURGIE  
NEUROLOGIE  
NEUROPHYSIOLOGIE  
STÉRÉOTAXIE  
NEURO IMAGERIE  
STIMULATION CÉRÉBRALE  
PROFONDE  
STIMULATION MAGNÉTIQUE  
TRANSCRANNIENNE  
TOC  
TROUBLES AFFECTIFS  
NEURO GÉRIATRIE  
SOMMEIL  
AVC  
NEUROPHARMACOLOGIE  
PSYCHOPATHOLOGIE



## SE FORMER À L'UPMC C'EST CONSTRUIRE ET PENSER ENSEMBLE VOTRE AVENIR

FAÏTES LE CHOIX DE L'EXCELLENCE

UPMC : UNIVERSITÉ DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE

Une offre complète qui s'adapte à vos besoins

- > Formations qualifiantes inter entreprises
- > Prestations sur mesure, formations intra entreprises
- > Parcours individualisés
- > Accompagnement à la mise en oeuvre de la VAE individuelle ou collective

**UPMC**  
SORBONNE UNIVERSITÉS



[www.fc.upmc.fr](http://www.fc.upmc.fr)

BIOLOGIE  
MATHÉMATIQUES  
INFORMATIQUE



Formation continue  
Université Pierre & Marie Curie  
«Créateur de futurs»

[formation.continue@upmc.fr](mailto:formation.continue@upmc.fr)  
01 44 27 82 82