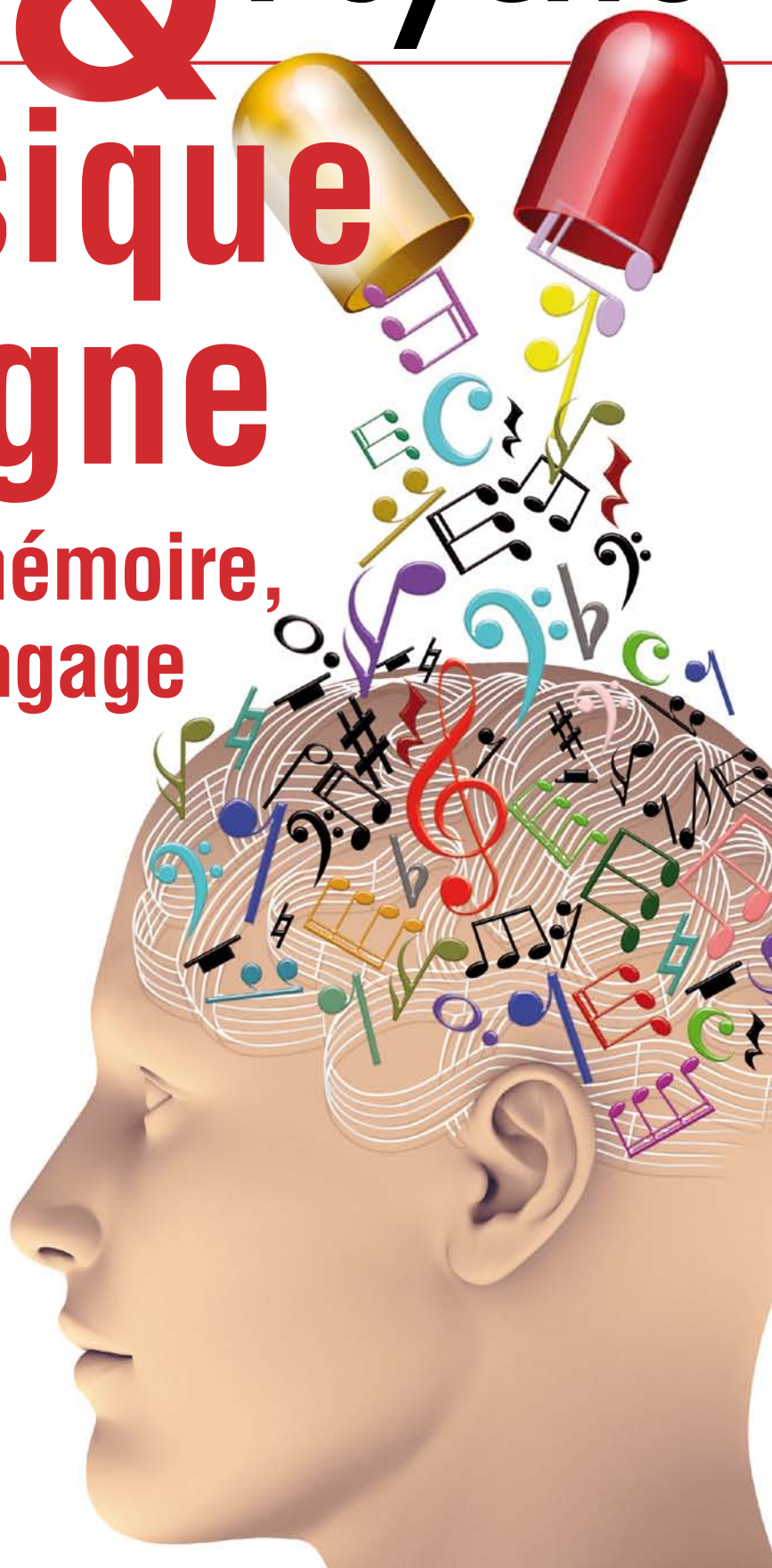


Comment l'argent modifie nos comportements

# Cerveau & Psycho

## La musique qui soigne

Elle stimule la mémoire,  
la marche, le langage



**Théorie du genre :  
qu'en disent  
les neurosciences ?**

**Les bienfaits du jeûne**

**La caféine contre  
la maladie d'Alzheimer**

M 07656 - 63 - F: 6,95 € - RD

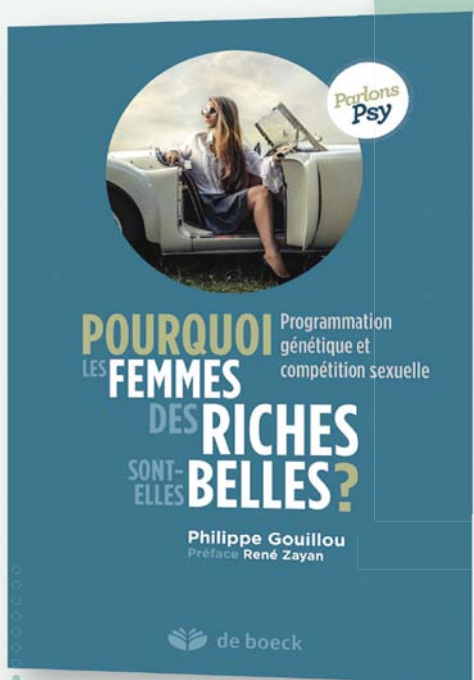


n°63 - Bimestriel mai-juin 2014

# « PARLONS PSY » PARLONS MIEUX

Chaque jour, nous sommes confrontés aux influences, conscientes ou non, des processus psychologiques qui nous entourent. Comment les décrypter pour les apprivoiser, les utiliser ou les déjouer ? Comment percevoir les enjeux réels sous-jacents ? Parlons-en.

NOUVELLE  
COLLECTION

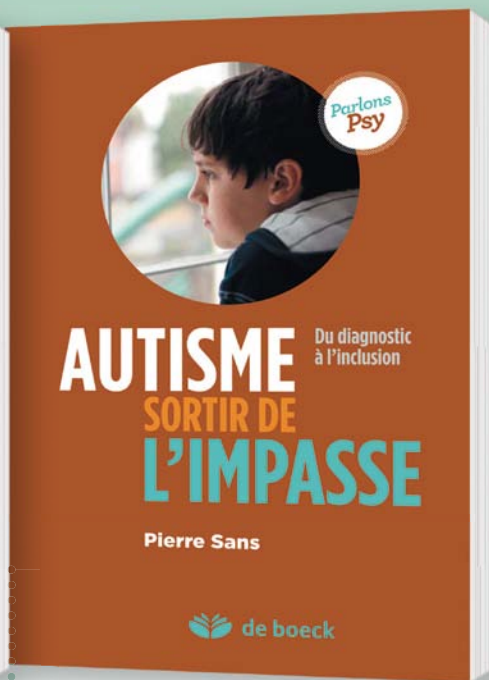


## **Pourquoi les femmes des riches sont-elles belles ?** Programmation génétique et compétition sexuelle.

*Ph. Guillou*  
*Préface : R. Zayan*

Cet ouvrage détaille tous les critères de beauté et de richesse. Mais surtout, il les relativise en faisant entrer en jeu le charisme, le rire, le non-verbal, l'empathie, le bluff. Une exploration des équations du comportement humain et leurs conséquences.

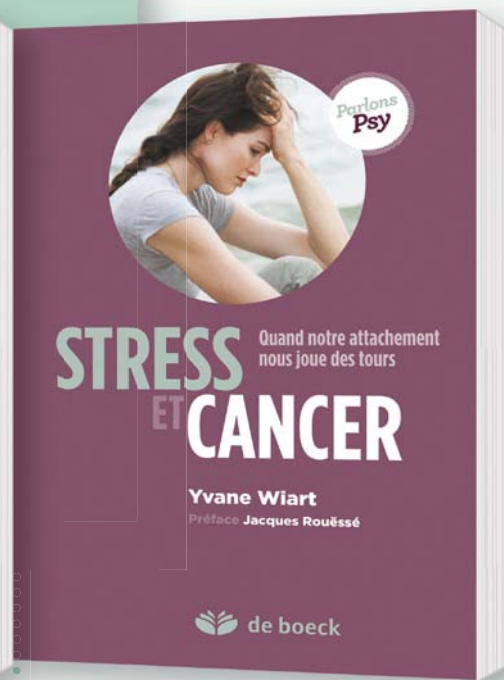
**Nouvelle éd. 2014 • 22 € • 240 p.**



## **Autisme, sortir de l'impasse** Du diagnostic à l'inclusion *P. Sans*

La France souffre d'un retard important dans la prise en charge des autistes, enfants ou adultes. Novatrice en son temps, la psychanalyse y constitue désormais un obstacle majeur à l'application, même mesurée, des méthodes cognitivo-comportementales.

**1<sup>er</sup> éd. 2014 • 22 € • 304 p.**



## **Stress et cancer** Quand notre attachement nous joue des tours *Y. Wiart*

*Préface : J. Rouëssé*

Existe-t-il des liens entre le psychisme et la maladie, et le cancer en particulier ? En a-t-on des preuves scientifiques ? Ce livre répond à ces questions, fondamentales pour tous.

**1<sup>er</sup> éd. 2014 • 20 € • 240 p.**

**Directrice de la rédaction:** Françoise Pétry

**Cerveau & Psycho**

**L'Essentiel Cerveau & Psycho**

**Rédactrice en chef:** Françoise Pétry

**Rédactrice en chef adjointe:** Bénédicte Salthun-Lassalle

**Rédacteur:** Sébastien Bohler

**Pour la Science**

**Rédacteur en chef:** Maurice Mashaal

**Rédactrice en chef adjointe:** Marie-Neige Cordonnier

**Rédacteurs:** François Savatier, Philippe Ribeau-Gesippe,

Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

**Dossiers Pour la Science**

**Rédacteur en chef adjoint:** Loïc Mangin

**Directrice artistique:** Céline Lapert

**Secrétariat de rédaction/Maquette:**

Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,

Ingrid Leroy, Caroline Vanhoove

**Responsable du site Internet:** Philippe Ribeau-Gesippe

**Marketing:** Élise Abib et Ophélie Maillet

**Direction financière et direction du personnel:**

Marc Laumet

**Fabrication:** Marianne Sigogne, assistée d'Olivier Lacam

**Presse et communication:** Susan Mackie

**Directrice de la publication et Gérante:** Sylvie Marcé

**Conseillers scientifiques:** Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro: Bettina Debû

**Publicité France**

**Directeur de la publicité:** Jean-François Guillotin

assisté de Nada Mellouk-Raja

(jf.guillotin@pouirlascience.fr)

Tél.: 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97

Télécopieur: 01 43 25 18 29

**Service abonnements**

Ginette Bouffaré: Tél.: 01 55 42 84 04

**Espace abonnements:**

<http://tinyurl.com/abonnements-pouirlascience>

Adresse e-mail: [abonnements@pouirlascience.fr](mailto:abonnements@pouirlascience.fr)

Adresse postale:

Service des abonnements - 8 rue Férou - 75278 Paris Cedex 06

Commande de magazines ou de livres:

Pour la Science, 628 avenue du Grain d'or, 41350 Vineuil

**Diffusion de Cerveau & Psycho:**

Contact kiosques: À juste titres; Pascale Delifer

Tel: 04 88 15 12 48

Canada: Edipresse: 945, avenue Beaumont, Montréal, Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse: Servidis: Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique: La Caravelle: 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles

Autres pays: Éditions Belin: 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06

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 adressées 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 santé par la musique

**Les Français sont parmi les plus gros consommateurs** de psychotropes. Les médicaments sont précieux et ont permis, avec d'autres facteurs, une augmentation notable de l'espérance de vie en bonne santé. Mais la question se pose toujours de savoir si le bénéfice qu'apporte un médicament est supérieur au risque que présente sa consommation. Quand la maladie est grave et que le bénéfice l'emporte, il n'y a pas d'hésitations à avoir, et le médicament doit être prescrit. Quand la maladie n'est pas trop handicapante, que le bénéfice des traitements disponibles n'est pas supérieur à celui d'un effet placebo, voire qu'il existe un risque – par exemple d'accoutumance ou d'effets secondaires –, mieux vaut parfois s'abstenir. Que faire dans ces conditions ?

**Se tourner vers la musique.** Toutes les études indiquent que la musique a des effets positifs sur le cerveau. Elle agit sur son fonctionnement, renforçant les connexions entre certaines aires, ou lui permettant de tracer des voies de « remplacement » pour traiter l'information quand l'une des voies « normales » est lésée. Ce faisant, la musique, notamment par ses propriétés rythmiques, réduit l'impact de divers troubles de la marche, du langage ou de la mémoire (*voir le Dossier : La musique qui soigne, page 26*). Écouter de la musique ou, mieux encore, la pratiquer améliore la santé physique et mentale.

**Agir par le biais de son alimentation.** C'est une autre approche possible. Les neurobiologistes confirment que l'alimentation et le fonctionnement du corps influent sur le cerveau. Ils montrent, par exemple, que la caféine protégerait contre la maladie d'Alzheimer ou encore que l'obésité serait une des causes possibles de la dépression (*voir le Focus : Le dialogue du corps et du cerveau, page 55*).

**Hippocrate le préconisait :** « Que ton aliment soit ta seule médecine. » La musique et l'alimentation sont deux « médecines » que l'on peut « consommer » sans craindre d'éventuels effets secondaires délétères. Elles sont, par ailleurs, excellentes pour les finances publiques...

## Dossier

### La musique qui soigne



Cerveau & Psycho / Shutterstock.com

#### 27 **La musique qui « pense » les neurones**

La musique est très étudiée comme remède potentiel à diverses maladies.

Emmanuel Bigand et Barbara Tillmann

#### 30 **Du rythme pour marcher à nouveau**

Des personnes atteintes de la maladie de Parkinson remarquent grâce à la musique.

Simone Dalla Bella et Barbara Tillmann

#### 36 **Stimuler le langage par la musique**

La musique redonne parfois la parole à ceux qui l'ont perdue.

Daniele Schon, Céline Hidalgo et Barbara Tillmann

#### 42 **La musique contre les troubles de la mémoire**

La musique renforce les réserves cognitives qui réduisent l'impact du vieillissement.

Hervé Platel, Mathilde Groussard et Baptiste Fauvel

#### 50 **Soigner avec les émotions musicales**

Les émotions musicales aideraient à soulager diverses maladies du cerveau.

Delphine Dellacherie et Séverine Samson

## Focus

### Le dialogue du corps et du cerveau

#### 55 **Métabolisme et cerveau**

L'environnement et notamment l'alimentation jouent un rôle notable sur le fonctionnement du cerveau.

Luc Buée

#### 56 **Du café contre la maladie d'Alzheimer ?**

Diverses études montrent que le café protège de la maladie d'Alzheimer.

David Blum et Luisa V. Lopes

#### 62 **Café et grossesse : un impact avéré**

Le café perturbe le développement du cerveau du fœtus.

Christophe Bernard

#### 64 **Des barrières cérébrales modulables**

La perméabilité des vaisseaux cérébraux s'adapte aux besoins de l'organisme.

Bénédicte Dehouck et Jean-Louis Nahon

#### 70 **La dépression, due à une inflammation ?**

Les réactions inflammatoires favorisées par l'obésité pourraient causer une dépression.

Lucile Capuron et Nathalie Castanon



Cinéma : Décryptage psychologique

## 14 **Twelve years a slave : le mal n'a pas de visage**

Ce film laisse entrevoir que, dans les systèmes d'oppression, il n'y a pas forcément de coupables.

Serge Tisseron

Psychologie au quotidien

## 20 **Les mirages de l'argent**

L'argent diminue l'altruisme et les comportements éthiques. Pourquoi lui accordons-nous tant d'importance ?

Nicolas Guéguen



Prudkov / Shutterstock.com

Psychologie

## 76 **Comment améliorer le recrutement**

Les informations sur les candidats abondent sur Internet. Il suffit de les consulter !

Tomas Chamarro-Premuzic et Christopher Steinmetz

Psychopathologie des héros

## 82 **Faust : la quête moderne du bonheur**

Vendre son âme au diable contre le bonheur... Mais qu'est-ce qui nous rend heureux ?

Sebastian Dieguez

Éditorial 1

L'actualité  
des sciences cognitives 4

- Pourquoi un bon roman change votre cerveau
- Une façon simple de détecter les mensonges
- Combien d'émotions ressentons-nous ?

Et bien d'autres sujets...

Point de vue

Théorie du genre :  
qu'en disent les neurosciences ? 10  
Agnès Fichard-Caroll

L'œil du Psy

Manger moins pour vivre mieux 12  
Christophe André

Psychologie... animale

La murène et le mérrou,  
une édifiante fable marine 90  
Georges Chapouthier

Idées reçues en psychologie

Il faut dévoiler  
les secrets de famille 92  
Anne Charlet-Debray

Analyses de livres 94

Tribune des lecteurs 95

Neuro-BD 96

Ce numéro comporte un encart d'abonnement Cerveau & Psycho broché sur la totalité du tirage

**Cerveau & Psycho** Le magazine de la psychologie et des neurosciences

Toutes les archives

- Cerveau & Psycho
- L'Essentiel Cerveau & Psycho

depuis **2003**

maintenant disponibles sur [www.cerveauetpsycho.fr](http://www.cerveauetpsycho.fr)\*  
\* à lire en ligne ou à télécharger au format PDF



En couverture : Cerveau & Psycho / Shutterstock.com



Neurosciences

## Pourquoi un bon roman change votre cerveau

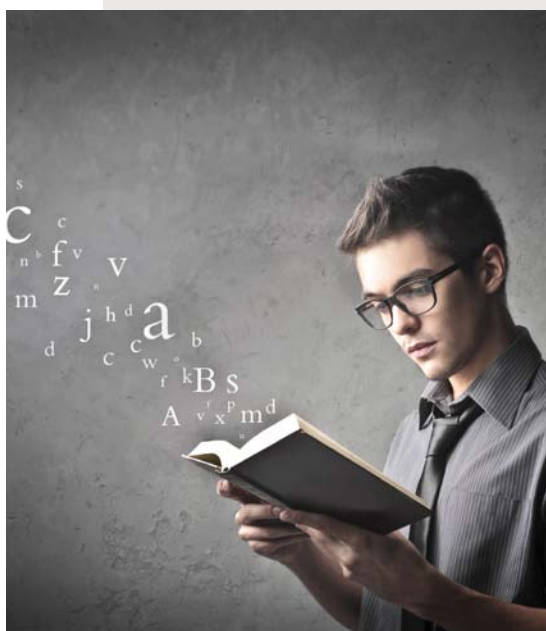
Un livre peut changer votre vie. Ce changement s'observe dans le cerveau : la lecture d'un roman modifie les connexions entre neurones. Comment cette trace est-elle détectée ? Gregory Berns et ses collègues, de l'Université d'Atlanta, ont demandé à des volontaires de lire un gros roman intitulé *Pompéi* (de Robert Harris, publié en 2003), en répartissant leur lecture sur neuf soirées. Ensuite, ils étaient soumis à des examens qui permettent d'observer les connexions cérébrales renforcées au cours de cette période.

Cette méthode d'imagerie, nommée connectivité fonctionnelle, consiste à observer l'activité du cerveau point par point, en découpant virtuellement celui-ci en petits volumes de un millimètre-cube environ, nommés voxels. Des algorithmes permettent ensuite de détecter

quels voxels du cerveau tendent à s'activer au même moment, signe qu'ils sont connectés.

En procédant de cette manière, les scientifiques ont constaté qu'après la période de lecture, un plus grand nombre de voxels dans le cerveau présentait une telle connectivité fonctionnelle. Tout se passe comme si des liens avaient été consolidés ou établis au cours des phases de lecture quotidienne. Et ce, dans deux grands réseaux neuronaux : un réseau temporal dévolu au traitement du langage – lire crée des connexions dans les aires du langage, qui persistent plusieurs jours après la lecture ; et un réseau organisé autour de trois structures importantes – le sillon pariétal central, le gyrus temporal supérieur et l'insula. Ce réseau prend en charge à la fois des commandes motrices (les mouvements) et sensorielles (les sensations corporelles et tactiles).

Ainsi, la lecture de fictions littéraires renforce la puissance de traitement du langage, mais aussi les sensations tactiles et les « simulations motrices internes » de notre cerveau. Le lecteur entre dans la peau des personnages et ressent tout un monde virtuel, tactile et moteur, où il se déplace et éprouve des sensations certes fictives, mais incarnées par nos modèles internes de la réalité. La lecture de fictions en littérature est une des plus fantastiques réalités virtuelles incarnées que peut produire notre cerveau.



Olyx / Shutterstock.com

G. Berns et al., in *Brain Connection*, vol. 3, p. 590, 2014

## Cognition

## Une façon simple de détecter les mensonges

Le meilleur des détecteurs de mensonges, c'est vous, même si vous ne le savez pas. Votre cerveau perçoit, inconsciemment, des signes du mensonge sur le visage de votre interlocuteur. Dès lors, pour capter ces signes, la meilleure stratégie est de s'en remettre à la sensation diffuse et très subjective que l'on peut avoir sur l'honnêteté d'autrui.

Dans une expérience récente, Leanne ten Brinke et ses collègues, de l'Université de Californie à Berkeley, ont fait visionner à des sujets des vidéos d'individus en train de mentir ou de dire la vérité. Puis, les spectateurs devaient réaliser une tâche, apparemment simple, consistant à classer le plus rapidement possible des mots comme fiable, authentique, trompeur, faux, honnête, triche, valide, selon deux catégories : « mensonge » ou « vérité ».

Or, avant la présentation de chaque mot, les scientifiques faisaient appa-

raître sur l'écran d'ordinateur, pendant un temps trop court pour être perçu consciemment (17 millièmes de seconde), l'image d'un des individus visionnés auparavant, menteur ou sincère. Ils ont constaté qu'après avoir perçu l'image subliminale d'un menteur, les sujets classaient plus vite les termes associés au mensonge. Après avoir vu l'image subliminale d'une personne disant la vérité, ils classaient plus vite les termes associés à la vérité.

L'explication serait aussi simple que surprenante : notre cerveau « inconscient » reconnaît des signes du mensonge sur les visages. Lorsque de tels signes lui sont présentés en mode subliminal (par des images ultra-brèves), il les détecte et préactiverait les concepts liés au mensonge, ce qui expliquerait qu'il les classe plus vite.

Concrètement, inutile d'essayer de voir chez autrui tel ou tel signe du mensonge. Ces signes échappent



à la conscience. Mieux vaut passer un moment avec cette personne, et, quand vous l'avez quittée, analyser l'impression qu'elle vous a faite. Ces sensations difficilement explicables n'en sont pas moins, d'après ces études, de bonnes conseillères.

L. ten Brinke et al., in *Psychol. Science*, 2014.

## Neuromarketing

## Le cerveau cible des publicités sur Internet

Pendant les trois heures quotidiennes que les Français passent sur Internet, des centaines d'images et de logos apparaissent en périphérie de leur champ visuel, souvent à leur insu. Quel effet ces stimulus ont-ils sur leur cerveau ? Didier Courbet et son équipe ont étudié l'effet des pop-ups, petites fenêtres colorées qui s'activent automatiquement sans que nous le voulions. Quatre cents volontaires devaient naviguer sur Internet à leur guise, pendant que des pop-ups



Nico el Nino / Shutterstock.com

s'affichaient à intervalles de temps aléatoires. Concentrés sur leur navigation, ils ont affirmé ne pas les avoir perçus consciemment.

Or, confrontés aux mêmes produits sept jours après cette phase « d'amorçage », ils les ont reconnus plus vite et ont exprimé de plus fortes intentions d'achat. L'effet se prolonge même jusqu'à trois mois après l'exposition !

D. Courbet et al., in *J. of Comp.-Med. Com.*, 2014



Psychologie

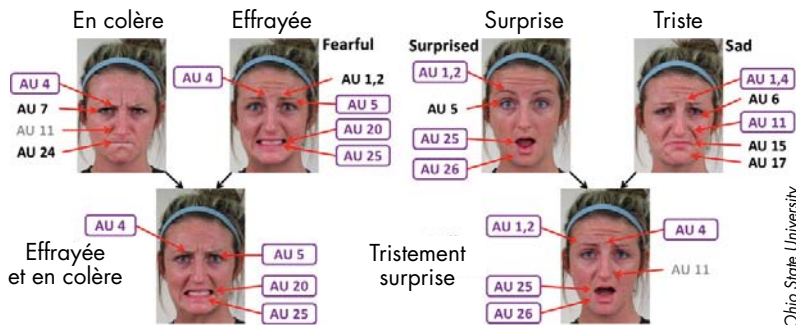
## Combien d'émotions ressentons-nous ?

Les scientifiques ont mis en évidence au moins 15 émotions nouvelles qui sortent de la palette habituelle des six émotions primaires : la joie, la tristesse, la peur, la colère, le dégoût et la surprise. Mais les combinaisons de muscles faciaux pouvant façonner l'expression [47 groupes de muscles, selon le pionnier de la recherche sur les émotions Paul Ekman] laissent entrevoir un éventail plus large. Dès lors, aurait-on sous-estimé le nombre d'émotions qui s'expriment sur les visages ?

Pour le savoir, des psychologues de l'Université de l'Ohio ont photographié 230 per-

sonnes à qui l'on donnait à lire des phrases telles que : « Vous venez d'apprendre une nouvelle joyeuse et inattendue », ou « Un ami vient de vous trahir ». De telles phrases contiennent des éléments émotionnels complexes, la seconde, par exemple, suscitant à la fois de la tristesse et de la colère.

En analysant 5 000 photographies avec des logiciels repérant les contractions des groupes musculaires du visage, les chercheurs ont constaté que ces photographies se répartissent selon 21 expressions du visage. On y trouve les six émotions de base, mais aussi 15 autres émotions composites, telles que « tristement surpris » ou « joyeusement dégoûté ». L'émotion « tristement surpris » combine des éléments de la tristesse (entre autres, la contraction de muscles frontaux entre les sourcils) et de la surprise (notamment, l'ouverture de la bouche). Les émotions apparaissent ainsi comme un arc-en-ciel dont les nuances s'obtiennent par combinaison de couleurs primaires.



Ohio State University

L'émotion « Tristement surprise » (en bas à droite) combine des éléments de la surprise (AU 1,2, AU 25 et AU 26), de la tristesse (AU 11) et de l'effroi (AU 4). Ces éléments sont nommés unités d'action (Action Unit en anglais, AU).

S. Du et al., in PNAS, à paraître

Neurobiologie

## Fatigue chronique : le cerveau à bout de forces

Difficultés à réfléchir, mémoire défaillante, pertes de concentration : les causes de la fatigue chronique restent mystérieuses. Des chercheurs japonais viennent d'observer des signes d'inflammation cérébrale chez les fatigués chroniques. Les cellules entourant les neurones (astrocytes et microglie) relâchent des molécules pro-inflammatoires qui réduisent leur efficacité. L'inflammation d'une zone nommée thalamus (impliquée dans le degré d'éveil) est reliée au sentiment de torpeur et de faiblesse. L'inflammation d'une autre

structure cérébrale nommée amygdale (impliquée dans les processus émotionnels) est associée à des difficultés à réfléchir, qui pourraient résulter de déficits attentionnels.

Les causes de l'inflammation pourraient être une infection chronique par des agents pathogènes, ou un surmenage qui conduirait les neurones à fonctionner au-delà de leurs possibilités pendant une période prolongée.

Y. Nakatomi et al., in J. Nucl. Med., vol. 55, DOI 10.2967, 2014



Africa Studio / Shutterstock.com



## En Bref

### La lumière du matin fait maigrir

Chaque heure passée avant midi à la lumière du jour ferait diminuer l'indice de masse corporelle, ont noté des chercheurs de l'Université de Chicago. Des volontaires ont porté des bracelets munis de capteurs de lumière, qui mesuraient la répartition des heures d'ensoleillement au cours de la journée. Pour toute heure passée à la lumière du jour plutôt l'après-midi que le matin, l'indice de masse corporelle augmente de 1,28 (pour une femme mesurant 1,70 mètre et pesant 60 kilos, cela correspond à un gain de 3,7 kilos si elle perd une heure d'ensoleillement matinal au profit d'une heure dans l'après-midi). Ces effets seraient dus à la mélatonine, dont la synthèse par l'épiphyse (dans le cerveau) a besoin d'être inhibée le matin et stimulée en soirée pour favoriser l'endormissement.

### Barbie, un handicap pour les filles ?

Jouer à la poupée Barbie cinq minutes par jour suffirait à décourager vos filles de faire des carrières de haut niveau, suggère une étude préliminaire de l'Université de Californie à Santa Cruz. Bien qu'obtenus sur 37 petites filles âgées de 4 à 7 ans, les premiers résultats de cette étude laissent songeur. Le bref contact avec Barbie réduit l'imaginaire des filles quand on les interroge sur leurs envies futures. Alors que des filles jouant avec un personnage en forme de pomme de terre s'imaginent volontiers entrepreneur ou pilote de chasse, celles ayant joué cinq minutes à la Barbie ne sortent guère des professions typiquement féminines et proposent un éventail plus restreint de perspectives professionnelles. Si ces résultats devaient être confirmés, ils devraient encourager les parents à stimuler la confiance en soi de leurs petites filles, surtout si elles jouent à la Barbie.

## Neurologie

### Des paralysés rebougent grâce à un implant neuronal

Une vidéo spectaculaire fait actuellement le tour du Web. On y voit un homme paraplégique depuis trois ans, sans espoir de guérison, allumer un boîtier électrique relié à une électrode dans sa moelle épinière, et soudain... retrouver l'usage d'une de ses jambes.

Ces travaux sont dus à plusieurs équipes de l'Université de Louisville, de Californie à Los Angeles et de Saint-Pétersbourg. Les patients (quatre au total), tous paralysés des membres inférieurs depuis au moins deux ans, ont subi une implantation d'électrodes au voisinage de leurs vertèbres lombo-sacrées (au niveau du bassin), ces électrodes délivrant des courants électriques de fréquence moyenne (30 hertz). Les patients ont ensuite suivi des séances d'entraînement pendant six mois à l'hôpital : tentatives de flexions des membres, avec ou sans stimulation électrique.



Anibodyphoto / Shutterstock.com

La présence de la stimulation électrique permet de retrouver le contrôle volontaire de certains mouvements, même si la marche n'est pas encore à l'ordre du jour. En s'entraînant quotidiennement à réaliser de tels mouvements des jambes, les patients sont arrivés à les reproduire avec des stimulations électriques de moins en moins intenses, l'un d'entre eux pouvant exécuter des mouvements sans stimulation à la fin de la période d'entraînement.

Comment expliquer ces résultats ? Selon les auteurs, les ruptures de la moelle épinière laisseraient quelques fibres nerveuses résiduelles, insuffisantes pour que le cerveau puisse commander les mouvements. Toutefois, quand elles reçoivent une stimulation électrique, ces fibres résiduelles deviendraient plus excitables et parviendraient à faire passer l'information. Activées de manière répétitive avec le temps, elles récupéreraient leur plasticité, créant de nouvelles connexions qui, à leur tour, augmenteraient l'efficacité de la transmission nerveuse.

Pour l'instant, les patients traités bénéficient surtout d'une meilleure mobilité et stabilité dans leurs postures assises, ce qui leur permet de s'adonner à des activités plus prolongées en ressentant moins de fatigue et plus de force. Mais cette méthode ne propose par encore de boîtier de stimulation facilement transportable et convivial, et on ignore si elle pourra un jour restaurer suffisamment la fonction des neurones pour permettre de remarcher.

C. Angeli et al., in *Brain*, à paraître



## Un gène lié au cannabis déterminerait le niveau de bonheur

Des neurobiologistes viennent de découvrir qu'un gène codant le récepteur du cannabis dans le cerveau pourrait avoir un impact sur notre niveau de bonheur. Ce gène existe en deux versions, et les personnes possédant une de ces deux versions seraient plus heureuses que les autres.

Le récepteur du cannabis est une molécule cérébrale dont la fonction première est de réguler l'activité des neurones en présence d'analogues naturels du cannabis dans le cerveau, les endocannabinoïdes. C'est pourquoi son véritable nom est récepteur des endocannabinoïdes.

Le gène des récepteurs des endocannabinoïdes existe sous deux versions différant par leur séquence en bases azotées (les bases A, C, T, G de l'ADN). Une des versions du gène porte une cytosine

(la base C) à l'endroit où l'autre possède une thymine T. Or les porteurs de la base C sont globalement plus heureux, ont constaté des chercheurs japonais, que les propriétaires de la base T. Leur niveau de « bien-être subjectif », mesuré par des questionnaires évaluant l'humeur du moment, la satisfaction dans la vie, l'attitude globalement optimiste ou pessimiste, révèlent des scores plus élevés. Ils retirent plus de satisfaction de plaisirs simples, comme le fait de regarder un film joyeux, et leur cortex préfrontal, zone du cerveau réduisant les émotions négatives, s'active davantage.

Les récepteurs des endocannabinoïdes modulent les réactions d'un ensemble de neurones impliqués dans le plaisir ressenti en diverses circonstances : il se pourrait que chez les personnes ayant la version C, ils jouent le rôle d'une caisse de résonance pour ces plaisirs quotidiens. Ce qui ferait des moments simples des instants spéciaux. La base du bonheur.

M. Matsunaga et al., in, PLOS ONE, 2014



### En Bref

#### À quoi sert d'embrasser ?

Savoir embrasser est un avantage pour construire une relation, selon une étude de l'Université d'Oxford. Dans ces expériences, les hommes présentés comme sachant bien embrasser sont plus recherchés (25 pour cent d'intentions en plus) par les femmes pour une relation d'un soir, et également (15 pour cent d'intentions en plus) pour une relation durable. Selon les psychologues, le baiser serait un moyen pour les femmes de goûter un homme avant d'aller plus loin. Ils pensent que les femmes sont plus sélectives que les hommes et ont besoin d'en savoir un peu plus avant de se livrer à des ébats plus sérieux. Le baiser leur livrerait des indications sur la qualité d'un éventuel reproducteur...

#### Intelligence des émotions

Reconnaître ses émotions et les mettre en perspective améliore la santé mentale. Sur un échantillon de 2500 personnes, des chercheurs allemands ont constaté que les personnes ayant une plus forte conscience de leurs émotions (identifier son propre état émotionnel et le verbaliser) présentent des scores d'anxiété plus faibles. Les personnes capables de compléter cette conscience par une stratégie dite de réévaluation (mettre son émotion en perspective, se demander ce qui l'a provoquée et s'il n'y a pas moyen de voir les choses différemment) sont statistiquement moins vulnérables à la dépression. L'intelligence émotionnelle, qui combine ces qualités et qui peut être développée par la pratique et l'entraînement, donne ici un exemple de bénéfices concrets.

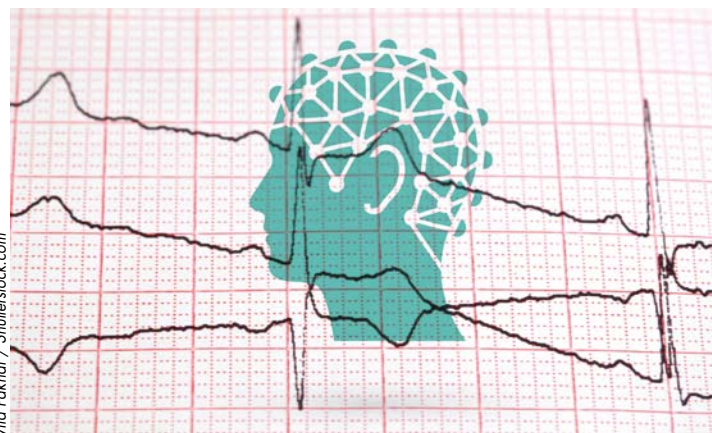
## Stimuler le cerveau pour sortir du coma ?

De premières expériences montrent que certains patients peuvent être tirés du coma si l'on stimule leur cerveau par des courants électriques.

Placer deux électrodes à la surface du crâne d'un patient dans le coma et appliquer un courant électrique qui traverse son cerveau, telle est la méthode expérimentée par le neurologue Steven Laureys et ses collègues du CHU de Liège. Attention : il ne s'agit pas de n'importe quel coma, mais de ce qu'on appelle les états de conscience minimale. De telles personnes présentent des signes de conscience (par exemple, suivre un objet des yeux) très faibles, mais néanmoins observables.

S. Laureys et son équipe ont ciblé une zone cérébrale importante pour la mémoire et l'attention : le cortex préfrontal gauche. Ils ont testé 55 personnes. Certains étaient en état de conscience minimale, d'autres en état végétatif (incapables d'interagir avec leur environnement). Chez 43 pour cent des patients en état de conscience minimale, des améliorations ont été notées : certains pouvaient serrer la main de leurs proches lorsqu'on le leur demandait, d'autres ont pu établir une communication non verbale.

Comment la stimulation électrique transcrânienne agit-elle ? Selon S. Laureys, le courant électrique abaisse le seuil d'excitabilité des neurones et leur permet de s'échanger de l'informa-



tion, alors qu'ils en étaient préalablement incapables. Quand elles sont activées, ces connexions pourraient se renforcer par des mécanismes de plasticité synaptique conduisant à une reconnexion progressive du cerveau. Ce qui remet en cause un dogme des neurosciences, selon lequel un patient n'ayant pas recouvré ses facultés au bout d'un an ne le fera probablement jamais. Les capacités de récupération du cerveau dépendent de nombreux facteurs, et également, comme le montrent ces travaux, de petits coups de pouce qu'on peut lui donner.

A. Thibaut et al., in *Neurology*, 2014

### Alzheimer : un test sanguin ?

Un test sanguin prédirait avec 90 pour cent de réussite si une personne donnée va développer, dans les deux à trois ans, la maladie d'Alzheimer. Les équipes américaines impliquées dans cette recherche (17 chercheurs au total) ont étudié la composition du sang en lipides et en métabolites de 525 participants pendant trois ans. Chez ceux qui ont déclaré la maladie au cours de l'étude, ils ont observé des concentrations anormalement basses, dans les prélèvements sanguins initiaux, de certains lipides au rôle prépondérant dans l'entretien des membranes des neurones, notamment l'acylcarnitine. La question de l'utilisation de ces tests se pose : faut-il savoir que l'on va avoir la maladie d'Alzheimer, alors même que les remèdes efficaces sont pratiquement inexistantes ?

# 10%

des Américains préféreraient manger de la chair humaine, plutôt que d'être végétaliens.

Source : sondage SPM sur 2500 participants 2014



**Sébastien Bohler**  
est rédacteur  
à *Cerveau & Psycho*.

Retrouvez la page Facebook  
de *Cerveau & Psycho* :

<https://www.facebook.com/pages/Cerveau-Psycho/212434006141?ref=ts>

# Théorie du genre : qu'en disent les neurosciences ?

Hommes et femmes ont-ils le même cerveau ? Il faut reconnaître que non, tout en distinguant les hypothèses des certitudes.

La polémique du début de l'année 2014 sur les études de genre a révélé que la question des différences entre hommes et femmes reste largement incomprise. Les études de genre s'intéressent à l'influence de la société sur le développement des filles et des garçons. Doivent-elles aboutir à l'idée qu'aucune différence biologique n'existe dans la constitution du cerveau des filles et de celui des garçons ?

Les études scientifiques sur ce thème semblent assez claires. Qu'il s'agisse d'émotions, d'humeur, de comportement, de traitement de l'information sensorielle, de mémoire, de cognition ou d'interactions sociales, le cerveau humain apparaît en partie sexué. Prenons l'exemple de la perception des couleurs. Il se trouve que les hommes ont besoin de longueurs d'onde plus grandes pour avoir la même expérience de la couleur que les femmes... Ou l'exemple du sommeil : les ondes cérébrales observées pendant le sommeil de bébés garçons et filles diffèrent légèrement... Dans le domaine de certaines pathologies, telles que le bégaiement, l'autisme ou la schizophrénie, davantage de garçons sont touchés que de filles. De même, l'effet du cannabis

sur la cognition varie entre filles et garçons : il entraîne une augmentation de la mémoire de travail spatiale chez les filles et non chez les garçons, et les garçons qui en consomment présentent un plus fort ralentissement psychomoteur que les filles.

Du point de vue structural, neurochimique et organisationnel, des différences sont également observées : des travaux récents portant sur une large cohorte de jeunes adultes indiquent que la connectivité entre les deux hémisphères cérébraux est accrue chez les garçons et que la connectivité au sein d'un même hémisphère est plus importante chez les filles. De nombreuses études utilisant l'imagerie cérébrale révèlent en outre que diverses structures cérébrales n'ont pas la même taille chez les femmes et chez les hommes, et que la façon dont certaines zones cérébrales sont mobilisées lors de tâches cognitives, comportementales, émotionnelles, diffère.

Faut-il accorder du crédit à toutes les études réalisées en ce domaine ? Plusieurs réserves sont de mise : tout d'abord, certaines de ces études sont effectuées sur des échantillons très limités ; ensuite, la taille d'une structure cérébrale n'est pas nécessairement liée à sa performance fonctionnelle ; les résultats

sont parfois contradictoires et ne sont pas toujours répliqués ; les représentations mentales que se font les scientifiques de la différence des sexes peuvent biaiser à la fois la conception des expériences et l'interprétation des résultats. Enfin et surtout, le cerveau est doué de plasticité. Chaque individu se situe au centre d'un maillage d'interactions sociales et environnementales qui construisent et modèlent les réseaux neuronaux. Par exemple, si les femmes réussissent moins bien une tâche consistant à faire tourner mentalement des objets dans l'espace à un jeu vidéo, l'écart se réduit après dix heures d'entraînement.

## Les données factuelles

Revenons à ce qui est établi. Deux aspects diffèrent entre les sexes : les gènes et les hormones. Ces paramètres déterminent le sexe de l'enfant. Chez l'embryon XY, le chromosome Y porte le gène SRY dont le produit déclenche la différenciation des gonades, originellement bipotentielles, en testicules. Ces testicules produisent de la testostérone qui oriente les différentes structures génitales vers un développement de type masculin. Chez l'embryon XX, dépourvu du gène SRY, la gonade bipotentielle se transforme en ovaire et les structures génitales associées forment un appareil génital féminin. La combinaison gènes et hormones imprime la destinée génitale de l'individu.

Ces différences génétiques et hormonales ont-elles un impact sur

*Les différences génétiques et hormonales entre hommes et femmes ont un impact sur le fonctionnement du cerveau.*



le fonctionnement neuronal ? Cela ne fait aucun doute. Le chromosome Y comporte certains gènes exprimés exclusivement au niveau des testicules et d'autres dans tous les tissus, y compris le cerveau. Par exemple, le gène SRY est exprimé dans certains neurones dopaminergiques présents dans deux régions du cerveau : l'aire tegmentale ventrale impliquée dans le système de la récompense, et la substance noire qui participe au contrôle des mouvements. On estime qu'environ un cinquième des gènes portés par le chromosome Y s'exprimerait dans le cerveau.

L'importance des chromosomes sexuels dans le fonctionnement cérébral est aussi illustrée par le syndrome de Turner. Les filles atteintes de ce syndrome n'ont qu'un seul chromosome X (au lieu de deux). Il en résulte une petite stature, une dysgénésie ovarienne (formation anormale des ovaires) conduisant à une diminution de la production des hormones sexuelles. Or, comme pour la plupart des situations où les chromosomes sexuels sont en nombre anormal, on observe des déficits cognitifs dans les compétences visuomotrices, dans l'orientation spatiale et la reconnaissance des visages. À l'évidence, les deux chromosomes X des femmes leur sont nécessaires pour un fonctionnement cognitif équivalent à celui des hommes. Il est d'ailleurs intéressant de noter, sans qu'il existe une explication précise pour ce phénomène, que les gènes importants pour le fonctionnement cérébral sont surreprésentés sur le chromosome X. Ainsi, les chromosomes sexuels sont impliqués dans le fonctionnement du cerveau.

Que dire des hormones ? Hommes et femmes ont des hormones identiques, mais à des concentrations différentes et variables au cours de la vie. Par exemple, des pics de sécrétion de testostérone ont lieu en période prénatale, périnatale et à l'adolescence chez l'individu mâle, dont elles



pourraient servir à « masculiniser » le cerveau. L'analyse est d'autant plus ardue que la testostérone peut être convertie en estrogène y compris dans le cerveau. Si les études liant les hormones au fonctionnement cérébral suscitent souvent la controverse, plusieurs données sont avérées.

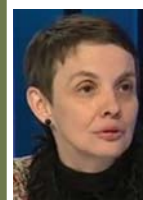
Premièrement, l'influence des hormones sur le cerveau n'est pas confinée aux seules zones cérébrales impliquées dans les comportements sexuels et reproducteurs. Deuxièmement, les hormones participent à la structuration anatomique du cerveau. Le fait de posséder un type particulier d'un récepteur sexuel stéroïde vient par exemple d'être associé à une maturation du cortex de type garçon. Plus encore, les hormones ont une influence sur le fonctionnement des neurones : l'exacerbation des crises d'épilepsie durant certaines phases du cycle menstruel montre la sensibilité des neurones au contexte hormonal, la progestérone ayant un rôle protecteur contre les crises.

## « Tous pareils » : le risque du nivellement

Les différences génétiques ou hormonales entre hommes et femmes ne sont pas marginales et la différence sexuelle est résolument un paramètre à intégrer dans les expériences ayant trait au fonctionnement cérébral. Ne pas prendre en compte cette différence conduit à des erreurs : à titre d'exemple, une étude des gènes associés à l'autisme par la méthode du séquençage intégral du génome des individus donne

des résultats (en identifiant des gènes potentiellement associés à l'autisme) lorsqu'on prend en compte la différence des sexes, mais ne livre aucun résultat si l'on omet cette distinction.

Dans ce contexte, quel est le discours juste à tenir sur les différences entre hommes et femmes aux niveaux cérébral, cognitif, comportemental ? Il est clair que le fonctionnement fin du cerveau diffère chez les filles et les garçons. Mais cela ne signifie pas que les uns soient « supérieurs » aux autres dans tel ou tel domaine de façon indiscutable et générale. Une comparaison l'illustre : deux voitures de course, de marque différente, peuvent obtenir des performances égales avec des moteurs fonctionnant globalement de la même manière, mais avec des caractéristiques qui leur sont propres. Il serait temps d'arrêter de poser le problème des différences cérébrales entre femmes et hommes en termes partisans et simplistes (zéro différence pour soutenir l'égalité entre les sexes, ou dualité pour consacrer la victoire des stéréotypes sociaux). Les enjeux sont multiples, aussi bien pour une vision équitable et constructive des différences sexuelles, que pour les problématiques de santé que nous avons évoquées.



**Agnès Fichard-Carroll** est professeure de neurosciences, chercheuse à l'Institut de neurosciences de Montpellier INSERM 1051 et référente égalité à l'Université Montpellier 2.

### Bibliographie

**M. Ingalhalikar et al.,** *Sex differences in the structural connectome of the human brain*, in *Proc. Nat. Acad. Sc. USA.*, vol. 111(2), pp. 823-828, 2014.

# Manger moins pour vivre mieux

Le jeûne, pratiqué dans de bonnes conditions, entraîne des effets positifs sur le fonctionnement cérébral ainsi que sur la santé.

---

Christophe André

---

« Jésus jeûna quarante jours et quarante nuits, après quoi il eut faim » nous raconte saint Mathieu dans son évangile. Mais cette fois, ce n'est pas un miracle : la plupart des êtres humains peuvent survivre à 40 jours de jeûne (à l'express condition, toutefois, de boire suffisamment). Toutes les traditions religieuses ont abordé la question du jeûne, tout comme les médecines traditionnelles. Et après avoir été négligée, voire combattue par la médecine moderne, sa pratique est de nouveau l'objet de travaux scientifiques prometteurs. Un ouvrage récent en témoigne, interpellant par son titre médecins et malades : *Le jeûne, une nouvelle thérapie ?*

Le jeûne n'est pas un simple régime, une modification qualitative ou quantitative de nos apports alimentaires, pour maigrir ou améliorer sa santé. Il représente une démarche plus radicale : la privation de nourriture, pendant un temps plus ou moins long, et à intervalles plus ou moins réguliers, pour provoquer un ensemble de réactions spécifiques et adaptatives. En l'absence d'apports extérieurs en glucose, indispensable source d'énergie,

notre organisme commence d'abord par en synthétiser à partir des protéines du corps (présentes notamment dans les muscles), puis, très vite, en utilisant les lipides. En effet, nos réserves de graisse représentent une ressource de stockage, facilement convertible en glucose, le carburant de l'organisme. Le foie se met alors à dégrader les lipides pour les transformer en corps cétoniques, qui remplacent sans inconvénient le glucose. L'étude des jeûnes prolongés sous contrôle médical montre que la fonte musculaire reste alors très limitée, car le stock de graisses joue parfaitement son rôle, et alimente correctement tous les organes vitaux, dont le cerveau, très gros consommateur de glucose, qui n'est ni lésé ni ralenti.

Au contraire, et c'est là que les choses deviennent très intéressantes, les données disponibles montrent des effets bénéfiques du jeûne sur l'humeur et la vigilance, chez l'être humain, et un accroissement des capacités d'apprentissage et de mémorisation, chez l'animal. Les mécanismes probables sont, entre autres, un accroissement de la biodisponibilité cérébrale de la sérotonine et des endorphines.

Comment expliquer la mise en place de telles modifications ? Très probablement par des raisons évolutionnistes : la plupart des espèces animales ont dû s'adapter à de longues périodes de jeûne, car la nourriture, dans les environnements naturels, est plus souvent manquante que pléthorique. De fait, ne pas manger pendant quelque temps devait non seulement être possible, mais également préserver les capacités motrices et cérébrales des animaux, ces deux conditions étant indispensables pour continuer à chercher de la nourriture.

## Le cerveau à jeun

De très nombreux exemples existent ainsi dans le monde animal à propos de capacités de jeûne, du banal à l'exceptionnel. Les oiseaux migrateurs peuvent parcourir des milliers de kilomètres sans manger ; en Antarctique, les manchots empereurs peuvent jeûner quatre mois (notamment les mâles, lorsqu'ils couvent l'œuf unique pondu par leur femelle). Dans le cas de cet oiseau, le jeûne consomme environ 90 pour cent de son stock de graisses corporelles pour seulement 5 pour cent de ses protéines. Il semble très probable que ces capacités adaptatives à la privation de nourriture soient également présentes dans l'espèce

« *Le jeûne s'est trouvé un nouvel allié : la science.* »

Thierry de Lestrade, *Le jeûne, une nouvelle thérapie ?*

humaine, qui a connu elle aussi durant son évolution de nombreuses périodes de disette, la période contemporaine, où la nourriture est pléthorique pour certaines populations humaines, étant une exception.

## Des bienfaits pour le corps

De nombreux travaux se sont donc penchés sur les conséquences du jeûne pour notre santé : les résultats sont passionnants. Les bienfaits connus du jeûne portent à ce jour sur des maladies comme le diabète ou l'arthrose, mais il semble aussi à même de représenter un facteur protecteur contre la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer, et certaines maladies cardio-vasculaires. Les mécanismes sont encore loin d'être élucidés, mais récemment, des données étonnantes, plusieurs fois répliquées, ont été obtenues dans le domaine du cancer : la pratique de jeûnes brefs avant et après chimiothérapie anticancéreuse semble de nature à en amplifier les effets de manière très significative.

Le premier promoteur de ces recherches est Valter Longo, biologiste spécialiste du vieillissement cellulaire, et professeur à l'Université de Sud-Californie. Après avoir montré comment le jeûne augmente la durée de vie des organismes monocellulaires, il a étendu ses recherches aux souris et à d'autres espèces : la restriction régulière des apports caloriques augmente la longévité de la plupart des organismes. Mais il semble être beaucoup moins bien toléré par les cellules « anormales », telles les cellules cancéreuses qui ont de gros besoins en énergie pour croître et se multiplier, et qu'il rendrait plus vulnérables (d'où l'efficacité accrue de la chimiothérapie).

La place manque ici pour aborder la multitude de travaux et d'hypo-

thèses autour du jeûne. En tant que médecin, ces données m'ont impressionné, et j'ai décidé de faire moi-même l'expérience d'un jeûne intégral (uniquement eau, tisanes

*Après quelques jours de jeûne, une clarté intellectuelle s'installe, qui n'exclut pas la pratique d'une activité physique soutenue.*

et bouillons de légumes filtrés) de huit jours. Quatre points m'ont marqué : la facilité à contrôler la faim, si l'on n'est pas exposé à un environnement incitatif, d'où l'intérêt d'apprendre à jeûner à l'écart du monde (centre spécialisé ou lieu de retraite) ; la capacité de continuer une activité physique notable – dans mon cas, trois à quatre heures de ski nordique tous les matins, sans difficulté ni hypoglycémie ; le sentiment de clarté intellectuelle et l'absence de somnolence diurne, même après ces efforts physiques ; le plaisir de recommencer à manger ensuite ! Il faut préciser que ce type de jeûne, librement choisi, dans un environnement adapté, et dont on peut sortir à tout moment, n'a rien à voir avec la privation de nourriture lors de famines subies, où le stress perturbe profondément le tableau.

Le jeûne est donc dans l'air du temps en médecine, comme en écho à la vogue qu'y connaît aussi la méditation. Restriction de nourriture dans un cas ; restriction de sollicitations, d'informations et de distractions dans l'autre. Nos sociétés de surabondance semblent avoir atteint leurs limites et déclenché dans l'espèce humaine une sorte de signal intuitif et vital : pour protéger notre santé et nos capacités, nous devons modifier nos conditions de vie et tourner le dos au « toujours plus » pour aller vers le « beaucoup moins ». Ce que certains appellent la décroissance, d'autres la « sobriété heureuse »...

Christophe ANDRÉ  
est médecin psychiatre  
à l'Hôpital  
Sainte-Anne, à Paris.



### Bibliographie

**T. de Lestrade**, *Le jeûne : une nouvelle thérapie*, La Découverte, 2013.

**G. Fond et al.**, *Fasting in mood disorders : neurobiology and effectiveness. A review of the literature*, in *Psychiatry Research*, vol. 209(3), pp. 253-238, 2013.

**C. Lee et al.**, *Fasting cycles retard growth of tumors and sensitize a range of cancer cell types to chemotherapy*, in *Science Translational Medicine*, vol. 4, 124ra27, 2012.

**V. Longo et al.**, *Evolutionary medicine : from dwarf model systems to healthy centenarians ?*, in *Science*, vol. 299, pp. 1342-1345, 2003.

**J.-P. Robin et al.**, *Protein and lipid utilization during long-term fasting in emperors penguins*, in *American Journal of Physiology*, vol. 254, R61-68, 1988.

## *Twelve years a slave*: quand le mal n'a pas de visage

L'empathie, la compassion et l'altruisme ne suffisent pas à renverser les systèmes d'oppression. Pire, ce film fait entrevoir que, dans de tels systèmes, il n'y a pas forcément de coupables.

**L**e réalisateur Steve McQueen signe avec *Twelve years a slave* une œuvre sobre et retenue qui contraste avec la théâtralisation, voire l'hystérisation de plus en plus intense qui accompagne la mise en scène de la violence au cinéma. Du coup, son film n'en est que plus dense, car rien ne nous éloigne des problèmes essentiels qui se sont posés à l'époque de l'esclavage, mais qui peuvent aussi se poser à nous en des circonstances différentes.

Son film peut se lire de deux façons bien différentes. On peut d'abord le regarder comme un récit historique : celui d'un homme libre, Solomon Northup (interprété par Chiwetel Ejiofor) enlevé dans le Nord des États-Unis en 1840 et réduit en esclavage pendant 12 ans dans les plantations du Sud, jusqu'à ce qu'il parvienne à s'échapper. On y découvre la vie à New York avec une apparente égalité des Noirs et des Blancs ; puis l'enlèvement et le début des violences, quand le geôlier de Solomon Northup le roue de coups pour lui faire dire qu'il est un « nègre évadé de Géorgie » ; le voyage qui le conduit vers la Louisiane ; l'ahurissant marché aux esclaves où les Noirs sont vendus nus et les familles séparées au gré des achats ; enfin, l'arrivée dans les plantations où les Noirs, traités comme des animaux durant la semaine, doivent écouter

le dimanche la lecture que le « maître » fait de la Bible, souvent enrichie de quelques phrases de son cru : « En cas de désobéissance, vingt, quarante, ou cent coups de fouet, c'est dans les saintes Écritures. »

### Les limites de l'empathie

Une seconde lecture possible de ce film concerne la manière dont Solomon Northup se bat pour garder sa dignité dans l'attente de retrouver la liberté. Mais cette question est très vite inséparable des dilemmes moraux auxquels il est confronté. Qu'est-il juste de faire dans des situations de violence extrême ? Doit-on se sentir coupable d'avoir tué quelqu'un lorsqu'on était sous la menace de mourir soi-même si on ne le faisait pas ? Quelle marge de liberté ont les protagonistes, et surtout les témoins, lorsque la loi justifie l'inégalité ? Autant de questions que le film met en scène à travers la situation historique de l'esclavage, mais qu'on aurait tort de réduire à celle-ci. Ces situations ébranlent en effet les repères de culpabilité et d'innocence sur lesquels nous voudrions pouvoir nous appuyer.

À son arrivée en Louisiane, Solomon Northup est acheté par un homme honnête et généreux : William Ford, interprété par Benedict Cumberbatch. En même temps



**Serge TISSERON**

est psychiatre, psychologue et psychanalyste, chercheur associé HDR à l'Université Paris VII Denis Diderot, à Paris.  
[www.sergetisseron.com](http://www.sergetisseron.com).



**I. Que peut faire un homme** seul contre une société entière organisée en système d'oppression ? Strictement rien. Un constat qui renvoie aux interrogations sur les limites de la bonne volonté.



CHIWETEL  
EJIOFOR  
MICHAEL  
FASSBENDER  
BENEDICT  
CUMBERBATCH  
PAUL  
DANO  
PAUL  
GIAMATTI  
LUPITA  
NYONG'O  
SARAH  
PAULSON  
BRAD  
PITT  
ALFRE  
WOODARD

UN FILM DE STEVE MCQUEEN

# 12 YEARS A SLAVE

L'INCROYABLE HISTOIRE VRAIE DE SOLOMON NORTHUP

RIVER ROAD ENTERTAINMENT et REGENCY ENTERPRISES présentent une production RIVER ROAD PLAN B et NEW REGENCY en association avec FILMA et avec STEVE MCQUEEN "12 YEARS A SLAVE" CHIWETEL EJIOFOR MICHAEL FASSBENDER BENEDICT CUMBERBATCH PAUL DANO PAUL GIAMATTI BRAD PITT COSTUME FRANKIE WASSLER CHIFFRE PATRICIA WOODS SCÉNARIO JEFF WALLEN MONTAGE ADAM STOCKALLEN PRODUCTION DE LA PRODUCTION DE SEAN PETERSON PRODUCTION EXECUTIVE TESSA PRESS JOHN WILLEY PRODUCTEURS BRAD PITT ERIC BASTONETI JEREMY KILGORE ANDREW M... STEVE MCDONALD ADAM WILKIN ANTHONY KATAGALIS COORDONNATEUR JASON BRIDLEY MONTAGEUR STEVE MCDONALD... © 2014 RIVER ROAD PLAN B / REGENCY ENTERPRISES. ALL RIGHTS RESERVED.

© Mars Distribution 2014

## En Bref

- *Twelve years a slave* révèle les limites de la compassion. Dans un monde où l'esclavage est la norme, l'empathie ne suffit pas à briser l'oppression.
- La non-intervention face aux situations où des individus sont transformés en victimes semble être l'attitude la plus fréquente.
- Ce film fait apparaître que certains débats moraux ne peuvent être résolus que par des choix politiques, voire par des révolutions.

## Cinéma : décryptage psychologique

que Solomon Northup, il achète une femme noire qui le supplie de ne pas être séparée de ses deux jeunes enfants. N'ayant pu empêcher que le garçon soit vendu à un autre, Ford propose d'acheter la fillette, ce à quoi le vendeur s'oppose en disant qu'il en tirera une fortune en la vendant comme esclave sexuelle.



© Mars Distribution 2014

**2. Malgré les apparences,** les Noirs réduits en esclavage étaient enfermés dans un rôle social bien défini : souffrir sans cesse et en silence, ce qui diffère du statut de victime, tel que nous le concevons aujourd'hui.

William Ford est donc doué d'empathie. Et pas seulement d'empathie émotionnelle. Il ne se contente pas de compatir à la souffrance de la mère à qui l'on arrache les enfants. Son mouvement de solidarité dépasse les bonnes intentions puisqu'il propose de racheter la fillette promise à la prostitution. Mais cette solidarité ne dépasse pas les limites que lui donne la société dans laquelle il vit. Un esclave coûte cher, et il ne propose pas au vendeur un prix élevé pour la fillette : sa fortune a des limites. Une situation semblable se reproduit un peu plus tard. Au service de William Ford, Solomon Northup s'est fait remarquer par son intelligence et le charpentier de la plantation (Tibeats, joué par Paul Dano), devenu jaloux de lui, décide de le tuer. William Ford n'a pas d'autre issue, pour sauver la vie de Solomon Northup, que de l'envoyer chez le seul autre propriétaire qui veut bien de lui : un homme particulièrement sadique qui ne cherche qu'à humilier et écraser ses employés (Edwin

Epps, interprété par Michael Fassbender). Là encore, William Ford, malgré son empathie, est obligé de vendre Solomon Northup au propriétaire réputé le plus cruel parce que ses moyens ne lui permettent pas de s'en séparer sans transaction.

Ainsi un piège se referme-t-il sur ce « bon patron » : le malheureux est condamné à souffrir de son empathie. Qui accuser ? Personne, ou plutôt tout le monde. Personne ne peut lui faire de procès, et pourtant personne n'a non plus envie de le déclarer innocent. Cet homme se débat avec la situation historique dans laquelle il se trouve et dont la principale préoccupation est de survivre. Le contraste entre sa propre perception de la situation et la perception qu'en ont les autres esclavagistes saute aux yeux du spectateur, et le heurte de plein fouet. L'injustice est criante, impossible à résorber, totalement liée à une situation historique et sociale.

Le scénario de la vie procède parfois ainsi. À la limite, le fait d'avoir acheté Solomon Northup joue pour William Ford comme une malchance avec laquelle il cherche à se débrouiller le mieux possible de façon à rester digne. Il pourrait dire : « Mais qu'ai-je fait pour mériter cela ? » Si Solomon Northup a eu la chance de tomber d'abord sur William Ford, Ford n'a vraiment pas eu de chance d'être tombé sur Solomon Northup. Contre qui pourrait-il se retourner ? Il n'est pas facile de porter plainte contre un mal dont personne ne veut intentionnellement imposer les effets.

L'esclavage, en Louisiane au XIX<sup>e</sup> siècle, n'était imputable à personne. Les victimes ne pouvaient même pas se revendiquer comme telles. Les Noirs réduits en esclavage n'étaient pas à proprement parler des victimes, mais plutôt des souffre-douleurs. Il leur était demandé de souffrir indéfiniment et en silence, sans protester et sans réclamer que soit reconnue leur dignité, ni même les maigres droits que la loi semblait leur accorder. Sur le bateau qui l'emmène en Louisiane, Solomon Northup fait connaissance avec deux autres Noirs enlevés comme lui qui le dissuadent de vouloir se rebeller. Bien sûr, les Noirs présents sur le bateau sont plus nombreux que les membres de l'équipage, mais en cas de rébellion, seuls eux trois se dresseraient contre leurs tortionnaires. Les autres « sont nés esclaves et resteront esclaves ».

Lorsqu'une victime sait se dresser, inflexible, face au déni d'humanité qu'on veut lui opposer, nous applaudissons. Et pourtant, où est la vraie liberté ? Sur le bateau qui emmène Solomon Northup en Louisiane, un Noir décide de refuser la place d'esclave soumis qui lui est faite. Lorsque l'un des marins vient chercher une jeune femme dans la cale pour la violer, il s'interpose, sans un mot, malgré ses chaînes, et fixe l'agresseur d'un regard accusateur : il est immédiatement éventré par le marin ricanant. La capacité des Noirs à accepter avec indifférence toutes les humiliations finissait évidemment par exciter le sadisme des petits Blancs. Mais en même temps, toute revendication de dignité provoquait la mort en retour. Solomon Northup, lui, n'a pas bougé. Entre les Noirs qui refusent d'envisager de protester parce qu'ils pensent leurs tentatives vouées à l'échec, et ceux qui réfléchissent à l'éventualité de protester, mais finissent par y renoncer comme Solomon Northup, où est la différence ?

Plus tard, Solomon Northup est obligé par Epps, un pistolet sur la tempe, de fouetter à mort une jeune esclave, Patsey (jouée par Lupita Nyong'o). Elle n'a pourtant rien fait d'autre que de s'absenter quelques heures, sur son temps libre – comme la loi lui en donne le droit –, pour aller chercher un morceau de savon dans une plantation proche. Qui est coupable du meurtre qui va s'ensuivre ? Est-ce Solomon Northup ou Epps ? Ou est-ce la femme de celui-ci qui le traite d'eunuque devant tous ses esclaves rassemblés, l'accuse de ne pas savoir se faire respecter et l'exhorte à faire mourir Patsey sous le fouet ? Solomon Northup est-il coupable de la souffrance qu'il inflige à cette jeune femme et de la mort qui s'en suivra, ou bien en est-il seulement responsable sans en être coupable, à moins qu'il n'en soit ni responsable ni coupable ? Steve McQueen n'apporte pas de réponse à ces questions. Mais nous aurions tort de ne pas les poser pour lui, car si son film renonce à tout caractère spectaculaire, c'est bien pour que ces cas de conscience et les dilemmes moraux théoriques qu'on peut en extrapoler soient posés en pleine lumière.

Solomon Northup apporte à sa façon une réponse à cette question. Après cet épisode, il détruit le violon que lui avait donné William Ford, sur lequel il avait gravé le prénom de sa femme. C'est à la fois une manière

d'expier la culpabilité, et aussi d'échapper à l'ordre auquel il a dû obéir plusieurs fois dans le film, d'en jouer pour couvrir les cris et les supplications des esclaves torturés.

## L'inaction, condition par défaut des témoins

Évoquons encore un dernier dilemme posé par Steve McQueen. Au début des années 1960, le psychologue Stanley Milgram avait mis en place un protocole d'expérimentation devenu célèbre, et reproduit plusieurs fois depuis. Milgram voulait comprendre comment des hommes ordinaires pouvaient devenir des tortionnaires zélés lorsqu'ils étaient placés dans certaines situations. Et pour y parvenir, il

### 3. L'exécution par le fouet

pouvait être pratiquée par les esclaves eux-mêmes.

Le dilemme était alors : dois-je fouetter mon semblable à mort, ou bien refuser, quitte à mourir avec lui ?

C'est l'épreuve qu'Edwin Epps (ci-dessous), le propriétaire sadique, imposera à Solomon Northup.





avait imaginé un protocole dans lequel un volontaire recruté par petites annonces devait obéir à une autorité scientifique qui lui ordonnait d'infliger à ses semblables des décharges électriques de plus en plus douloureuses (décharges factices, mais les participants l'ignoraient). Pour Milgram, la clé du phénomène était la soumission à une autorité reconnue comme légitime et pouvant l'emporter sur toutes les résistances psychologiques et morales. Mais ces situations ne sont qu'un élément minime de la question de la violence. En dehors des périodes de guerre, l'éventualité d'obéir à un ordre destructeur est faible. La situation la

viennent, les enfants jouent, la femme du maître de maison le voit de loin commencer à suffoquer... Personne ne bouge. Une jeune esclave vient finalement lui donner à boire sans que personne ne cherche à l'en empêcher ni à la punir. Simplement, chacun continue à faire comme s'il n'avait rien vu. Quelqu'un est allé prévenir William Ford qui arrive finalement à bride abattue et sauve la vie de Solomon Northup.

## Intervenir ou non ?

Que penser de ces témoins passifs ? On peut être libre de toute emprise terrorisante, n'être pas particulièrement indifférent à la souffrance d'autrui, et pourtant laisser faire l'injustice. Tout un chacun a la capacité de rester « à sa place » quand quelque chose de scandaleux se déroule près de lui. C'est ce que le philosophe Michel Terestchenko nomme « un si fragile vernis d'humanité » : la non-intervention face à une situation où quelqu'un est en posture de victime domine. Le caractère d'esclave des personnes qui passent et repassent autour de Solomon Northup en train de suffoquer au bout de sa corde n'explique pas tout. Ni la juste compréhension du rôle joué par les facteurs sociaux environnementaux, ni l'exploration des facteurs de personnalités. Un témoin a toujours une réticence à « sortir de sa place ».

Rappelons-nous ce qu'écrivait Franz Kafka dans sa nouvelle intitulée *Dans la colonie pénitentiaire* publiée en 1919. Un savant étranger en visite dans une lointaine colonie pénitentiaire est convié à assister à une exécution particulièrement cruelle. Le protocole de la punition lui a été expliqué, et il en connaît le caractère insupportablement violent : le condamné bâillonné de telle façon qu'aucun cri ne puisse sortir de sa bouche sera lentement laminé sur toute la surface de son corps par la herse d'une machine programmée pour tatouer progressivement, à même sa chair, la règle qu'il a enfreinte jusqu'à ce que mort s'ensuive, en général au bout d'une dizaine d'heures. Voilà ce qui est expliqué par l'officier en charge de l'exécution. Or le savant en visite n'intervient pas et se demande plutôt quelle légitimité il aurait à intervenir. Le témoin passif n'est passif qu'en apparence. Il est toujours l'objet d'un débat intérieur sur l'opportunité



© Mars Distribution 2014

**4. William Ford** est un propriétaire blanc qui a le malheur est d'être doué d'empathie. Il est sensible à la souffrance et aux suppliques des esclaves, mais ne peut objectivement rien faire. Dans ce monde absurde, qui est responsable ?

plus ordinaire est celle de la masse de gens qui ne sont ni invités ni contraints à participer au crime. Ils sont seulement mis en situation de le voir ou de le savoir commis et se contentent de traverser la période troublée en suivant leur chemin.

La non-intervention de Solomon Northup reçoit une première illustration lorsqu'il assiste à la pendaison de deux Noirs. Mais qu'aurait-il pu faire ? Un peu plus tard, c'est lui qui est pendu par le charpentier de William Ford avant que l'intendant n'interrompe l'exécution. Mais Solomon Northup est dans une posture difficile. La corde reste attachée à son cou et il ne doit sa survie qu'à l'équilibre qu'il réussit à conserver, sur la pointe des pieds malgré un sol détrempé. Il manque à chaque moment de glisser, de tomber et de mourir. Autour de lui, les autres esclaves vont et



d'intervenir ou de ne pas intervenir. Et cela l'occupe assez pour qu'il ne fasse rien...

Il est des situations où l'altruisme doit faire face à des choix dramatiques. Le Noir qui tente de prendre la défense de la femme violée par un marin fait preuve d'altruisme, mais il y perd la vie. Solomon Northup accepte, lui, de ne rien manifester de son empathie, ni ce jour-là, ni lorsque Patsey est fouettée, sauf à dire à Epps que « Dieu le punira de ce crime », ce dont celui-ci se moque bien sûr éperdument. Et il survit. C'est ce qui lui permettra plus tard de manifester son altruisme en témoignant contre l'esclavage lors de tournées de conférence dans le Nord des États-Unis.

Mais pour un Solomon Northup qui a réussi à s'échapper du bagne esclavagiste où son enlèvement l'avait placé, combien y sont morts ? Autrement dit, le choix de Solomon Northup de survivre à tout prix, qu'on peut considérer comme un choix efficace et au final solidaire, n'a dû son efficacité qu'au hasard de sa rencontre avec un charpentier canadien abolitionniste. On voit par là qu'il est impossible de désigner comme relevant d'une zone d'ombre tous les comportements qui ne se conformeraient pas à un modèle idéal d'altruisme. Il n'y a aucune raison d'ouvrir l'espace de la honte, ni de la mauvaise conscience et de la culpabilité pour tous ceux qui, pour une raison ou une autre, passent leur chemin. Le réflexe d'empathie suscité par la confrontation avec la personne qui souffre ne suffit pas à créer un lien de responsabilité dont le désaveu devrait faire honte.

## La question de l'altruisme

La mère à qui les enfants ont été enlevés et qui ne cesse de pleurer en fait la dure expérience. Aucun de ses compagnons d'esclavage ne lui accorde la moindre attention. Son attitude est même jugée indigne. Il n'y a pas de pitié possible pour elle, seulement du dégoût. Et ses patrons qui ne supportent plus ses pleurs finissent par s'en débarrasser. Solomon Northup lui-même a compris qu'à s'en occuper, il sombrerait comme elle dans le désespoir. Le renoncement à la compassion peut tenir au caractère incommunicable du malheur. En situation extrême, il n'y a parfois plus rien en commun qui puisse



© Mars Distribution 2014

être partagé d'un être à un autre. Patsey le vit également ainsi : elle demande à Solomon Northup de lui donner la mort, car « elle ne trouve aucune satisfaction à cette vie ». Sa dignité à elle, c'est la mort, et aussi le choix de celui qui la lui donnera. Plus tard, lorsque Epps mettra un fouet dans la main de Salomon en lui demandant de fouetter la jeune esclave à mort, elle dira : « Fais-le, Solomon, je préfère que ce soit toi ».

Il existe des situations où l'altruisme prêche comme une qualité individuelle atteint ses limites. La société esclavagiste du Sud des États-Unis en était une. Elle rendait impossible le lien entre le réflexe de cœur, autrement dit l'empathie émotionnelle et cognitive d'un côté, et la solidarité de fait, autrement dit l'empathie d'action et d'assistance de l'autre. Quant à Solomon Northup, il se révélera capable jusqu'au bout de préférer la vie au désespoir ou au sacrifice. Mais la mise en scène de Steve McQueen, riche en retours sur sa vie antérieure, nous en donne l'explication : c'est parce qu'il a d'abord été un homme libre et heureux. Or ce bonheur était profondément lié aux droits civiques accordés par les États du Nord de l'Amérique à ses membres. Le débat moral, du coup, se transforme en cause politique. Il y a des situations d'altruisme empêché que l'on ne peut résoudre que par des choix de société. Et il y faut parfois bien autre chose que de l'altruisme : une révolution, ou une guerre, comme celle que connaîtront les États du Nord et du Sud au début des années 1860.

**5. Un sentiment d'impuissance** se dégage du film. Car la relative indifférence des esclaves montre que, chez l'être humain, le lien entre le réflexe d'empathie et l'action est très faible, voire inexistant.

## Bibliographie

**F. Leichter-Flack,** *Le laboratoire des cas de conscience*, Alma, 2012.

**S. Tisseron,** *L'empathie au cœur du jeu social*, Albin Michel, 2010.

**S. Milgram,** *Soumission à l'autorité, un point de vue expérimental*, Calmann-Lévy, 1994.

**F. Kafka,** *Dans la colonie pénitentiaire*, Flammarion, 1991.

## Les mirages de l'argent

Diverses études expérimentales montrent que l'argent diminue l'altruisme, les comportements éthiques et le contact social. Dans ce cas, pourquoi lui accordons-nous autant de valeur ?

L'argent est partout. Dans notre poche, dans notre porte-monnaie, sur notre carte de crédit, dans les publicités, les offres promotionnelles, les portraits de célébrités qui réussissent, qui livrent leur déclaration de patrimoine... Il fait tellement partie de notre environnement que l'on ne se demande même plus de quelle façon il influe sur nos comportements.

La démarche scientifique suppose de se poser des questions même et surtout sur ce qui nous semble plus naturel. Alors, quel est l'impact de cette composante omniprésente de nos cultures sur ce que nous sommes ? Qu'implique, dans notre façon d'interagir avec les autres, le fait de manipuler quotidiennement des euros, des dollars, des yens ou des roubles ? Comme nous le découvrirons, l'univers de l'argent et de la marchandisation pose un filtre bien particulier sur notre vision du monde et de la société.

La psychologue américaine Kathleen Vohs, de l'Université du Minnesota à Minneapolis, a été l'une des premières à introduire le thème de l'argent dans le champ de la psychologie expérimentale. Dans une de ses expériences, elle a, avec ses collègues, exposé des étudiants à un test :

tout d'abord, ils devaient lire des phrases faisant référence à l'argent, ainsi que des phrases neutres. Une alternative à ce dispositif consiste à faire apparaître brièvement dans le champ visuel de participants une image du jeu de Monopoly.

Ensuite, les sujets devaient résoudre des problèmes logiques ardues. Il leur était précisé qu'ils pouvaient demander de l'aide autour d'eux s'ils en avaient besoin. Les psychologues ont constaté que les personnes exposées à des phrases parlant d'argent – et plus encore à l'image d'un Monopoly – tardent beaucoup plus que les autres à demander l'aide de leurs semblables.

### Argent contre altruisme ?

Pour les chercheurs, l'argent aurait pour effet de centrer l'individu sur lui-même et de le rendre plus individualiste, réduisant ses comportements d'aide à autrui. Par des protocoles similaires, les mêmes chercheurs ont montré que l'activation de concepts en lien avec l'argent conduit les sujets à ne pas prêter attention à une personne demandant de l'aide pour résoudre un des problèmes, ou pour ramasser des affaires qu'elle aurait laissé tomber par mégarde.



Nicolas Guéguen

est enseignant-chercheur en psychologie sociale à l'Université de Bretagne-Sud, et dirige le Laboratoire d'Ergonomie des systèmes, traitement de l'information et comportement (LESTIC) à Vannes.

## En Bref

D'autres effets « égoïstes » sont observés, telle une réticence à verser des dons au profit d'associations. De façon générale, les chercheurs pensent que l'exposition à des concepts en lien avec l'argent conduit à porter moins d'attention à notre environnement social et à ne pas prendre en compte les demandes d'aide.

Que se passe-t-il quand on manipule des billets ? Les effets constatés sur l'aide à autrui s'accroissent, et ce même lorsque le contact est fugace. Dans une recherche menée au laboratoire avec nos étudiants, nous avons observé des personnes qui venaient de retirer de l'argent à un distributeur de billets ou qui passaient à proximité de ce distributeur. Nous attendions que la personne se soit un peu éloignée du distributeur, puis une jeune femme l'abordait pour lui demander de répondre à un court questionnaire sur le thème des « enfants et de l'autorité ».

Nous avons alors observé que 34 pour cent des personnes venant de manipuler de l'argent ont accepté de répondre, contre 62 pour cent de celles n'ayant pas touché à

- Selon les études scientifiques, le simple fait de penser à de l'argent diminue les comportements d'entraide.
- Lorsque nous touchons des billets de banque, nous aurions plus facilement tendance à mentir ou à adopter des comportements non éthiques.
- Des psychologues confirment le lien entre l'argent et l'individualisme dans un modèle social de libre concurrence.

l'argent. Il semble bien que le fait de manipuler de l'argent ne soit guère favorable à l'interaction sociale. Mais peut-être la personne interrogée était-elle sur la défensive, soupçonnant que cette demande n'était qu'un prétexte pour lui demander de l'argent ou peut-être même le lui dérober ? Toutefois, on observe les mêmes effets lorsqu'il s'agit d'aide implicite (une situation où la personne est susceptible d'apporter son aide à quelqu'un sans que la demande lui en soit faite).



Eder von Rabenstein / Shutterstock.com

**I. Selon plusieurs expériences,** le fait de toucher des billets de banque diminue les comportements d'entraide.

## La perte du lien social dans nos sociétés serait-elle due au pouvoir de l'argent qui éloigne les gens les uns des autres ?

Nous avons décidé d'approfondir un peu la question. Pour cela, nous avons imaginé une autre expérience. Une jeune femme se plaçait quelques mètres devant une personne qui venait de retirer de l'argent à un distributeur automatique. Elle avait pour instruction de fouiller dans sa poche tout en marchant, de faire tomber par inadvertance un ticket de bus et de poursuivre sa route sans s'apercevoir de cette perte.

Nous comptons alors les personnes qui hélaient la jeune femme afin de lui signaler la perte du ticket, ou qui le ramassaient pour le lui rendre. En situation neutre – sans avoir touché d'argent – 96 pour cent des gens

appellent la jeune femme ou ramassent son ticket pour le lui rendre. Mais mauvaise nouvelle pour l'*Homo economicus* : seuls 60 pour cent des gens ayant retiré de l'argent au distributeur agissent de même.

De nombreux autres comportements sociaux changent quand on entre en contact avec l'argent. K. Vohs a par exemple constaté que des personnes chez qui le concept d'argent avait été « activé » (on leur fait lire des phrases évoquant ce concept directement ou indirectement) maintiennent une distance physique supérieure avec leur interlocuteur, alors que des gens n'ayant pas ce concept à l'esprit se tiennent plus près, comme s'ils étaient plus confiants.

Les psychologues parlent « d'éloignement social » provoqué par le concept d'argent. K. Vohs et ses collègues ont réalisé d'autres expériences, qui montrent que l'activation du concept d'argent conduit les personnes testées à choisir, parmi une liste d'activités, des activités plus solitaires. De même, elles choisissent de travailler seules, plutôt qu'en binôme ou en groupes. Évidemment, la tendance à travailler seul ou en groupes dépend aussi du tempérament, mais l'effet de l'argent se superpose à ces variations interindividuelles.

### Maître mot : concurrence

Les recherches en psychologie ont curieusement établi que l'argent aide à supporter l'exclusion sociale. Ainsi, le psychologue Xinyue Zhou de l'Université Sun Yat-Sen, à Taïwan, et ses collègues ont observé comment se comportaient des sujets qui traversaient une situation d'exclusion sociale, après avoir ou non manipulé des billets. On reproduisait une situation d'exclusion sociale en utilisant un jeu vidéo en réseau, où un artifice informatique permettait de faire croire à un joueur que les autres ne voulaient plus jouer avec lui. Le joueur se sentait alors dévalorisé et exclu, mais ce

### Le billet neuf flatte l'estime de soi

Outre la saleté, la sensation tactile produite par les billets exerce également une influence. Fabrizio Di Muro, de l'Université de Winnipeg, et son collègue Théodore Noseworthy, de l'Université de Guelph au Canada, ont donné à des étudiants 20 dollars en billets qui, selon le cas, étaient soit usagés (sans être sales) et donc plutôt souples, soit neufs et donc plus rigides et plus craquants dans la main. On disait alors aux étudiants qu'ils pouvaient dépenser ce qu'ils voulaient de cet argent pour acheter des produits d'épicerie (chips, crackers, chocolats, etc.) parmi une liste de 26 produits coûtant de 3,40 à 16,25 dollars.

Les résultats ont révélé que lorsque les billets étaient neufs, les étudiants ont moins consommé (4,13 dollars) que lorsque les billets étaient usagés (10,85 dollars). Plusieurs études de ces auteurs ont confirmé qu'il semble y avoir une volonté de rétention, et donc de dépenser moins, quand les billets sont neufs. En outre, on observe que les attitudes diffèrent selon l'état des billets. Ainsi, ces chercheurs ont montré que le fait d'avoir un billet neuf conduit les individus à se percevoir avec plus de fierté que ceux ayant reçu un billet déjà usagé. Cela pourrait donc inciter à conserver ce type de billets et à moins dépenser. On a également observé que les billets usagés étaient perçus comme plus sales et moins hygiéniques, ce qui pourrait conduire à vouloir s'en débarrasser plus vite et donc, logiquement, à dépenser plus.



sentiment lui était moins pénible lorsqu'il avait préalablement touché de l'argent.

L'argent agirait-il comme un palliatif à l'exclusion ? La perte du lien social dans nos sociétés serait-elle due au pouvoir de l'argent qui éloigne les gens les uns des autres ? Pour évaluer cet aspect, le psychologue Eugène Caruso, de l'Université de Chicago, et ses collègues ont placé des personnes devant un ordinateur dont le fond d'écran était constitué d'une photo d'un tas de billets de 100 dollars. Les personnes devaient ensuite indiquer si elles étaient d'accord avec des propositions telles que : « Certains groupes sociaux sont supérieurs aux autres » ou « Le système libéral d'économie de marché est le meilleur possible », ou encore « Ce qui arrive aux autres ne dépend que de leur volonté ».

## L'argent favoriserait le mensonge

Comme on s'y attendait, les personnes ayant répondu aux questions en présence d'un fond d'écran représentant des billets de 100 dollars ont estimé que le système actuel dans lequel ils vivaient avait plus de légitimité, que les gens étaient plus responsables de ce qui leur arrivait, que certains groupes sociaux étaient supérieurs à d'autres et que la régulation de l'économie par le marché était souhaitable. Devant ces résultats, E. Caruso conclut que l'argent aurait cette capacité de favoriser des analyses moins intégrées socialement, plus individualistes et favorables au libéralisme économique et social.

L'idée selon laquelle les plus aptes doivent gagner plus, et les plus faibles doivent gagner moins, ne s'encombre guère d'éthique. D'où la question : le contact avec l'argent diminue-t-il les préoccupations éthiques ? Pour le savoir, certains psychologues, dont Maryam Kouchaki à l'Université Harvard, ont utilisé une méthode habile pour « infiltrer la pensée de l'argent » dans l'esprit de sujets participant à des expériences et pour en observer les conséquences sur leurs comportements éthiques. Dans cette expérience, des étudiants étaient confrontés à des problèmes simples de type « des chiffres et des lettres ». Devant eux, des phrases dont les mots étaient mélangés.

Leur tâche : les remettre dans l'ordre pour restituer son sens à la phrase.

L'astuce était la suivante : dans certains cas, la phrase obtenue avait un lien avec l'argent (« Elle dépense de l'argent facilement »), dans d'autres, bien qu'ayant la même longueur et la même structure, elle n'avait aucun lien avec l'argent (« Elle marche sur l'herbe »). Puis, les participants devaient lire le scénario suivant : « En tant que secrétaire dans une administration, vous êtes amené(e) à faire des photocopies. Vous vous rappelez alors que vous manquez de papier chez vous, et que vous pourriez emporter un paquet avec vous, sans que personne le sache. » On leur posait alors la question : dans une telle situation, quelle serait la probabilité que vous emportiez du papier de l'entreprise pour votre usage personnel ? La probabilité devait être évaluée de 1 (très peu probable) à 7 (très probable).

Le simple fait d'avoir formé des phrases ayant trait à l'argent augmentait la probabilité d'emporter le papier. Dans d'autres expériences de ce type, les mêmes chercheurs ont confirmé des effets similaires sur les comportements liés à l'éthique :

**2. Après avoir retiré des billets** à un distributeur, nous serions moins enclins à répondre à quelqu'un qui nous adresse la parole dans la rue.



Grandpa / Shutterstock.com

### Bibliographie

**E. Caruso et al.,**  
*Mere exposure to money increases endorsement of free-market systems and social inequality*, in *J. of Exp. Psy.: Gen.*, vol. 142, p. 301, 2013.

**M. Kouchaki et al.,**  
*Seeing green: Mere exposure to money triggers a business decision frame and unethical outcomes*, in *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 121, p. 53, 2013.

**Q. Yang et al.,**  
*Diverging effects of clean versus dirty money on attitudes, values, and interpersonal behavior*, in *J. of Pers. and Soc. Psy.*, vol. 104, pp. 473-489, 2012.

**X. Zhou et al.,**  
*The symbolic power of money: Reminders of money alter social distress and physical pain*, in *Psychol. Science*, vol. 18, pp. 795-706, 2009.

**K. Vohs et al.,**  
*Psychological consequences of money*, in *Science*, vol. 314, p. 1154, 2006.

être exposé à des concepts en lien avec l'argent pousse plus facilement à mentir, ou à employer des mots tels que *affaire, vente, transaction*. Pour les chercheurs, les phrases faisant référence à l'argent activeraient un sentiment de compétition similaire à celui en vigueur dans les relations commerciales, ce qui pousserait les individus à agir sans s'encombrer de valeurs éthiques.

## Le pouvoir de l'argent sale

Voici maintenant un des effets les plus surprenants de l'argent : selon que l'argent que nous tenons dans les mains a un aspect propre ou au contraire sale et usagé, nous montrerions honnêtes ou malhonnêtes. Voici comment cet effet a été étudié. Des psychologues chinois, Qing Yang et ses collègues, de l'Université Sun Yat-Sen, ont demandé à des compères de se rendre au marché et d'acheter 500 grammes d'un même produit – des légumes. Une fois la pesée effectuée et le prix donné, l'acheteur remettait au marchand un billet de 10 yuans, neuf ou volontairement sali. Dès que le vendeur avait pris le billet, le compère-acheteur se ravisait : « En fait, il faut également que je prenne autre chose. Redonnez-moi mon billet et je vous paierai le tout en même temps. » Il demandait alors 500 grammes d'un autre légume et remettait un billet propre de 20 yuans. L'objectif était d'observer si le fait d'avoir tenu de l'argent propre ou sale dans sa main influencerait sur la

générosité ou la malhonnêteté du vendeur lors de la seconde commande. Les résultats de cette expérience amusante ont montré qu'après avoir manipulé des billets sales, le vendeur s'est montré moins honnête : il donnait une quantité de légumes inférieure à celle correspondant au prix demandé.

Mais est-ce l'argent ou la saleté qui encourage ce comportement malhonnête ? Pour le savoir, les psychologues ont demandé à des volontaires, sous le prétexte d'une tâche de dextérité, de compter des billets sales disposés en tas, ou des morceaux de papier sales. Ensuite, on leur demandait combien d'argent ils demanderaient pour commettre un acte immoral, par exemple taper sur la tête d'un chien, tromper quelqu'un ou gifler leur propre père. Plusieurs sommes allant jusqu'à un million de yuans étaient proposées, ainsi que la réponse : « À aucun prix. » Les résultats ont montré que ceux qui avaient manipulé des billets sales ont estimé qu'ils seraient susceptibles d'accomplir les actes demandés pour des sommes inférieures à celles demandées par ceux ayant manipulé des morceaux de papier sales. Manipuler de l'argent sale nous conduirait donc à nous montrer plus aisément corruptibles et susceptibles de réaliser des actes immoraux.

Que penser du fait qu'aucun des effets de l'argent sur les comportements ne soit positif en termes d'altruisme, d'éthique ou d'honnêteté ? L'argent est le nerf de la guerre, disent les uns, ou du moins celui

## L'argent contre la douleur ?

Un des effets les plus inattendus de l'argent est de favoriser la résistance à la douleur. Dans une expérience, le psychologue Xinyue Zhou de l'Université Sun Yat-Sen a demandé à des sujets de compter des billets de banque ou de simples papiers de même format. Puis il a demandé à ces sujets de plonger la main dans de l'eau chaude (43 °C) ou très chaude (50 °C), et d'estimer leur niveau de douleur. Étrange résultat : les participants ayant compté les billets ont déclaré avoir éprouvé moins de douleur que ceux ayant compté les petits papiers, et ce pour la température la plus élevée. Selon les chercheurs, cet effet découlerait d'un lien classique entre argent et

adversité : lorsque les choses vont mal, l'argent donnerait l'impression de pouvoir échapper à certaines difficultés. L'assurance psychologique fournie par l'argent influencerait la perception subjective de la douleur, en la réduisant.

À l'inverse, des personnes à qui ces mêmes chercheurs ont demandé d'énumérer leurs dépenses du mois écoulé ont affirmé ressentir plus de douleur avec l'eau à 50 °C que des personnes à qui l'on avait demandé de parler de la météo du mois écoulé. L'argent agirait donc comme un antidouleur et un antilien social : il permet de supporter aussi bien la douleur que l'isolement social, qui sont très proches sur le plan du vécu affectif.

de l'économie. Qui pourrait s'en passer ? Ces études dans leur ensemble révèlent que l'argent est étroitement lié à une posture égocentrée : lorsque nous pensons à l'argent, nous réfléchissons davantage à la première personne, et devenons plus solitaires ou méfiants.

## Nul besoin des autres ?

Finalement, ce sont là des traits de comportement que l'on trouve dépeints dans le personnage de *L'Avare* (celui de Molière, au premier chef) : méfiant, hargneux, seul et sans pitié. Il faudrait sans doute de longues pages pour démêler l'origine de ces liens, mais il est vrai que l'argent peut beaucoup. Avec lui, nous pouvons subvenir à nos besoins alimentaires, à notre santé, à notre confort matériel. Nous pouvons avoir un toit, une assiette pleine, des moyens de transport, et du pouvoir sur nos semblables : en un mot, nous pouvons survivre sans les autres, ce qui était impossible en des temps plus anciens, quand manger ou se protéger du froid nécessitait la



Claus Mikosch / Shutterstock.com

présence et l'aide des autres. Dans la société technologique contemporaine, l'argent nous fait croire que nous pouvons nous passer des autres. Mais ce n'est qu'une illusion, illusion que la psychologie sociale s'entend aujourd'hui à dissiper. Le lien social est aussi important à l'homme que le confort matériel, et il ne s'achète pas. Bien au contraire, comme nous venons de le constater.

**3. Les billets sales ou usagés** déclenchent des comportements plus malhonnêtes que les billets neufs. Ils rendraient ceux qui les manipulent plus facilement corrompibles.



**les conférences**  
 à la Cité des sciences et de l'industrie

Entrée libre dans la limite des places disponibles

> **Les mardis 6, 13, 20, 27 mai et 3, 10 juin, à 19h**

théma **À la recherche du temps**  
**La Terre, le vivant, la société : question de rythmes**

En apparence, les scientifiques se concentrent sur des intervalles de temps disparates selon leur sujet d'étude. Certes la vie d'une cellule ou d'un organisme n'est qu'un battement de cil par rapport aux transformations géologiques, mais ces deux rythmes interagissent. Et en quelques générations, nos sociétés ont entraîné dans leur transformation la planète entière.

Avec, entre autres, Pierre-Henri Gouyon, Harmut Rosa, Gilles Clément.

Avec le soutien de **Cerveau & Psycho** **SCIENCE** **plus**

programme complet sur [cite-sciences.fr](http://cite-sciences.fr)

# Dossier

## La musique qui soigne



Raphael Queruel

Au-delà des émotions qu'elle suscite, la musique a des effets notables sur le cerveau. Elle stimule sa plasticité, renforce le « dialogue » entre les aires cérébrales, ce qui a des conséquences positives pour la réhabilitation de personnes présentant des troubles de la motricité, du langage ou de la mémoire.

Les neuroscientifiques se penchent sur ces effets, d'une part, pour en comprendre les mécanismes et, d'autre part, pour optimiser la prise en charge des malades dont elle améliore l'état. De surcroît, ces recherches dépassent le cadre des pathologies, puisque la musique aide aussi à préserver les capacités cognitives des personnes âgées saines. Ce dossier est consacré à différents aspects de l'intérêt thérapeutique de la musique.

**27** La musique qui « panse » les neurones

**30** Du rythme pour marcher à nouveau

**36** Stimuler le langage par la musique

**42** La musique contre les troubles de la mémoire

**50** Soigner avec les émotions musicales



# La musique qui « panse » les neurones

La musique change de statut. Si elle reste un moyen sans égal d'éprouver des émotions intenses, elle est de plus en plus étudiée comme un remède potentiel pour diverses maladies.

La musique et la santé entretiennent des relations étroites depuis des temps immémoriaux. Ainsi, sur les pyramides d'Égypte, des dessins indiquent que la musique permet de lutter contre les effets des piqûres de serpents, et cette croyance a été déclinée sous différentes formes ; certaines pièces musicales, par exemple la tarentelle, illustrent l'effet de la musique sur la piqûre de tarentule. Aujourd'hui encore, les fêtes de la Tarentelle continuent d'agrémenter les soirées d'été dans la région des Pouilles, en Italie. La musique est omniprésente, et on lui attribue souvent diverses vertus. Un exemple parmi d'autres : dans la petite tribu des Tulé, en Amazonie, la musique est utilisée pour dissuader les différents prédateurs qui rodent autour du village la nuit, de venir y faire des incursions.

Combien de croyances, notamment médicinales, qui persistent aujourd'hui en Occident, relèvent-elles d'une pensée magique similaire ? Face aux angoisses de la maladie, il est facile d'invoquer des croyances qui sont d'autant plus rassurantes et porteuses d'espoir qu'elles sont infondées. Croyance sur les pouvoirs supposés de tel objet, lumière, aliment, art et pourquoi pas aujourd'hui musique ? La musique au service de la médecine ? Est-ce du domaine de la pensée magique ? Ou bien la musique « panse »-t-elle vraiment nos neurones ?

Ces questions sont débattues depuis longtemps dans le cadre de la musicothérapie. Dans sa biographie de Pythagore, le philo-

sophe Jamblique (242-325), rapporte que Pythagore « faisait passer les âmes d'un état en son contraire [...], pleurs, colères, apitoiements, envies irraisonnées, frayeurs, désirs de toutes sortes, excès d'émotivité et d'appétence, asthénie, mégalomanie, agressivité, chacun de ces troubles était ramené à la vertu correspondante grâce aux mélodies appropriées, comme au moyen de quelques médicaments efficace et soigneusement préparé ».

## Le pouvoir de la musique

Le pouvoir de la musique ne se réduit certainement pas à « adoucir les mœurs », comme le prétend l'adage. Par son pouvoir émotionnel, la musique permet de communiquer avec autrui, y compris avec ceux qui, pour différentes raisons, sont en souffrance ou ont perdu les codes habituels de communication. Au même titre que le toucher, la musique offre un moyen de communiquer avec les autres sans le langage. Son pouvoir de mise en relation est exploité par la musicothérapie depuis longtemps. Qui pourrait contester que la musique enrichisse la démarche du psychologue clinicien dans sa relation aux patients souffrant de différents troubles de la personnalité, l'autisme en particulier ? Toutefois, la validation scientifique de ces approches cliniques demeure aussi imparfaite que difficile à réaliser.

Mais aujourd'hui, de nombreuses recherches en neurosciences montrent que la musique a bien la capacité de soulager diverses pathologies, le pouvoir relationnel de la musique

**Emmanuel Bigand,**

professeur de psychologie cognitive, dirige le Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement, UMR 5022, à l'Université de Bourgogne, à Dijon.

**Barbara Tillmann**

directrice de recherche CNRS, dirige l'équipe Cognition auditive et psychoacoustique au Centre de recherche en neurosciences de Lyon, CNRS-UMR 5292, INSERM U 1028, Université Lyon-I.

## *Jouer avec des sons est une activité bénéfique pour le cerveau, suscitant de surcroît émotions et plaisir. À consommer sans modération !*

jouant un rôle déterminant pour engager les malades dans une approche thérapeutique.

Ainsi, nous organisons des ateliers musicaux dans des institutions qui accueillent des personnes à un stade avancé de la maladie d'Alzheimer. Souvent, quand nous entrons avec nos instruments, notre arrivée ne provoque aucune réaction. Quand nous commençons à jouer, il ne se passe rien. Puis nous remarquons de petits mouvements, un éveil progressif des visages.

### **Le rétablissement du lien**

Au fil des séances, des sourires se dessinent, les malades commencent à reprendre les refrains, les corps s'animent, certains se lèvent, parfois subitement, pour un pas de valse. Après quelques ateliers, les séances, qui, au début, ne durent pas plus de 40 minutes, s'allongent, l'ambiance devient chaleureuse, parfois joyeuse, et il est alors difficile de clore les ateliers, même au bout d'une heure et demie.

On observe dans de nombreuses pathologies ce pouvoir de la musique à rapprocher ceux qui se sont éloignés. Nous en avons de nombreux exemples. Ainsi, cette octogénaire qui venait d'être victime d'un accident vasculaire cérébral et que nous avons rencontrée quelques heures après les premiers soins. Elle était devenue aphasique, ne prononçait plus un mot et n'avait même pas la volonté de parler avec nous. Nous lui avons fait entendre *Fleur bleue* de Charles Trenet. Alors, avec une énergie dont nous ne l'aurions pas cru capable, elle a repris instantanément le refrain de cette chanson, engageant ainsi quasi immédiatement son cerveau à la reconquête du langage. Ces effets émotionnels de la musique ne surprendront pas ceux qui ont l'habitude d'utiliser la musique en milieu hospitalier.

La nouveauté que révèlent aujourd'hui les neurosciences est d'entrevoir des effets encore plus fondamentaux de la musique sur le fonctionnement du cerveau. La

musique est une activité complexe dont l'importance sur le développement psycho-affectif et cognitif du nourrisson a été confirmée à maintes reprises. L'attrait pour la musique serait une aptitude cognitive archaïque, beaucoup plus résistante aux atteintes cérébrales que d'autres capacités acquises plus récemment au fil de l'évolution, le langage notamment. Cela expliquerait qu'elle puisse être préservée dans de nombreuses atteintes cérébrales, ce qui la rend précieuse pour la rééducation des troubles neuropsychologiques qui résultent de lésions cérébrales. On sait par exemple, que les stimulations musicales que proposent les approches thérapeutiques des aphasies par l'intonation mélodique, contribuent à restaurer les compétences linguistiques chez les sujets aphasiques qui sont capables, dans une certaine mesure, de chanter ce qu'ils ne peuvent dire.

### **Des modifications du fonctionnement cérébral**

Ces thérapies ont un effet sur les réorganisations cérébrales qui interviennent après une lésion du cerveau. Ainsi, généralement, le traitement du langage est plutôt assuré par l'hémisphère gauche, mais, en cas d'aphasie, certains éléments des compétences linguistiques sont transférés à l'hémisphère droit par le biais de la musique. Dans ce type de situation, la musique n'agit pas seulement sur l'humeur du sujet en améliorant son bien-être, mais elle contribue à une réorganisation fonctionnelle du cerveau. De même, quand une personne a été victime d'un accident vasculaire cérébral ayant causé des troubles moteurs, apprendre à jouer du piano est une stratégie thérapeutique plus efficace que de suivre une rééducation motrice classique. Cette pratique instrumentale stimule le cortex auditif et le cortex moteur, et cette association contribuerait à la réorganisation du cortex moteur endommagé par l'accident vasculaire cérébral.

Ainsi, de nombreux travaux suggèrent que la sollicitation des régions cérébrales impliquées dans le traitement de la musique aurait un effet positif sur les aptitudes cognitives (l'attention, la mémoire, le traitement du langage) et motrices en cas de lésions.

D'autres chercheurs utilisent plus particulièrement certaines caractéristiques de la musique (le rythme, par exemple) pour en étudier les effets bénéfiques sur les traitements cognitifs, tel celui du langage chez les enfants ayant des troubles développementaux du langage (dyslexie, dysphasie), et sur les activités motrices de personnes atteintes, par exemple, de la maladie de Parkinson. Les résultats obtenus montrent que la musique (ou les matériaux musicaux) ne se limite pas à offrir un support de communication adéquat dans le cadre de certains troubles de la personnalité, mais qu'en contribuant à la plasticité du cerveau, elle contribuerait à soigner le cerveau malade. Cette plasticité est avérée chez les sujets sains musiciens ; découvrir qu'elle est à l'œuvre chez des personnes présentant des lésions cérébrales ou atteintes de maladies neurodégénératives et neurodéveloppementales est un fait nouveau.

## Contre le vieillissement cognitif également

Les recherches en neurosciences tentent d'identifier les caractéristiques de la musique responsables de ses effets bénéfiques et de comprendre les mécanismes neurobiologiques sous-jacents. Pour ce faire, les neuroscientifiques utilisent des musiques connues, mais aussi des matériaux musicaux spécialement construits pour la recherche. Certains se focalisent sur la structure rythmique, d'autres visent à identifier des associations avec le langage. Quand on comprendra mieux les mécanismes sous-jacents, on pourra améliorer les programmes d'entraînement et en concevoir de nouveaux encore mieux adaptés.

L'impact de la musique sur le cerveau et sur le fonctionnement cognitif ne se limite pas aux malades, mais a été observé bien au-delà, chez tout un chacun. En effet, la musique est associée à un ensemble de réseaux neuronaux qu'elle synchronise, ce qui a des effets spécifiques : par exemple, les régions cérébrales sollicitées simultanément



ment renforcent leurs connexions synaptiques. Un tel renforcement de la connectivité a plusieurs conséquences : les échanges d'informations deviennent plus rapides et le nombre de neurones assurant cette communication augmente. Chez les musiciens experts, ces modifications se traduisent par des changements anatomiques visibles, par exemple, au niveau du corps calleux, un faisceau de fibres nerveuses qui relie les deux hémisphères cérébraux, ou des faisceaux arqués qui relient les cortex temporaux et frontaux. Ces modifications anatomiques et fonctionnelles se mettent en place rapidement avec la pratique musicale, même chez les adultes qui commencent tardivement à jouer d'un instrument.

Les modifications induites par l'activité musicale ont des effets positifs sur le fonctionnement cognitif global. Ainsi, des jeunes seniors qui pratiquent la musique résistent mieux au vieillissement cognitif que ceux qui se livrent à d'autres activités. Par son impact sur le cerveau, la pratique musicale pourrait augmenter les ressources neuronales et contribuer à lutter contre le vieillissement cognitif.

En résumé, la musique stimule le développement cognitif de l'enfant, contribue à la réhabilitation des personnes ayant subi une lésion cérébrale et de celles présentant des troubles neurodéveloppementaux ou neurodégénératifs, et prépare l'adulte à lutter contre le vieillissement cognitif, comme le montrent les différents articles de ce dossier. Jouer avec les sons est une activité bénéfique pour le cerveau, suscitant, de surcroît, émotions et plaisir. À consommer sans modération ! ■

Ce dossier a été réalisé à l'occasion du **Congrès international des neurosciences de la musique**, qui se tiendra à Dijon du 29 mai au 1<sup>er</sup> juin 2014.

Ce congrès réunira plusieurs centaines de chercheurs du monde entier.

Une rencontre entre scientifiques, neurologues et artistes, ouverte au public, se tiendra le 29 mai.

Voir : [www.fondazione-mariani.org/en/neuromusic/conferences/dijon-may-june-2014.html](http://www.fondazione-mariani.org/en/neuromusic/conferences/dijon-may-june-2014.html)

# Du rythme pour marcher à nouveau

Continuer à marcher en dépit de la maladie de Parkinson, après un accident vasculaire cérébral ou malgré le vieillissement : la musique le permet quand on l'adapte à la personne concernée.

**Simone Dalla Bella,**

membre de l'Institut universitaire de France, est professeur de sciences du mouvement, et chercheur au Centre EuroMov, Laboratoire M2H, à l'Université de Montpellier-I.

**Barbara Tillmann,**

directrice de recherche CNRS, dirige l'équipe Cognition auditive et psychoacoustique au Centre de recherche en neurosciences de Lyon, CNRS-UMR 5292, INSERM U 1028, Université Lyon-I.

Quelques jours après la naissance, le cerveau du nouveau-né réagit à un changement de la durée d'une séquence de sons de percussion. Dès sept mois, un bébé peut apprendre différents rythmes, par exemple ceux d'une marche ou d'une valse, et les mouvements associés. Ainsi, au cours d'une de leurs études, les psychologues canadiennes Laurel Trainor et Jessica Phillips-Silver dansaient avec des bébés dans les bras sur un rythme qui correspondait soit à une valse, soit à une marche. Dans la seconde phase de l'expérience, les psychologues faisaient entendre aux bébés des séquences de sons ayant un rythme de valse ou de marche. Elles ont observé qu'ils préféraient la musique ayant le même rythme que celui de la phase d'apprentissage : le mouvement permet aux bébés de mémoriser différents rythmes.

Malgré sa simplicité apparente, la capacité de bouger au rythme de la musique

fait appel à un réseau complexe de régions cérébrales. Ces dernières sous-tendent la perception du rythme et des durées, la planification et le contrôle du mouvement, ainsi que les processus d'intégration faisant le pont entre perception et action. Quand on écoute de la musique, on a envie de bouger : les aires cérébrales motrices s'activent. Mais il est plus surprenant de constater que si l'on demande à un sujet d'effectuer une tâche purement perceptuelle, par exemple de dire si une séquence de notes présente un rythme particulier, les régions associées à la motricité, tels les ganglions de la base et le cortex prémoteur, s'activent aussi malgré l'absence de mouvement ! La simple écoute d'un morceau sollicite donc les aires cérébrales motrices.

Cette observation est essentielle et a fait naître l'idée que l'on pourrait utiliser la musique comme outil de rééducation du mouvement chez certaines personnes. Ainsi, le rythme de la musique, par le fait

## En Bref

- Les troubles de la marche, qu'ils soient associés à la maladie de Parkinson, à un accident vasculaire cérébral, ou au vieillissement sont invalidants.
- Quand une personne atteinte de la maladie de Parkinson synchronise son pas avec un rythme adapté, elle apprend à remarcher naturellement.
- Les victimes d'un accident vasculaire cérébral récupèrent leurs capacités motrices avec de la musique rythmée ou en apprenant à jouer du piano.
- Les personnes âgées saines se déplacent plus vite et font de plus grandes enjambées quand elles écoutent une musique rythmée pendant la marche.





qu'il stimule notre « cerveau moteur », même en l'absence de mouvement (juste par l'écoute), peut aider à réactiver ou à améliorer le mouvement chez des personnes présentant des troubles de la motricité. En effet, de plus en plus de travaux de recherche montrent que marcher au rythme d'une musique est efficace pour la rééducation des fonctions motrices. Nous examinerons deux exemples : celui des personnes atteintes de la maladie de Parkinson et celui des victimes d'un accident vasculaire cérébral. Et nous nous demanderons si la musique pourrait aider les personnes âgées à marcher de façon plus assurée.

## Le rythme contre la maladie de Parkinson

La maladie de Parkinson est une maladie neurodégénérative qui touche en Europe plus de 1,2 million de personnes. Chez la personne âgée de plus que 65 ans, 160 individus sur 100 000 souffrent de cette maladie. En raison du vieillissement de la population, ce chiffre doublera d'ici 2030. Cette maladie est liée à un dysfonctionnement des structures cérébrales nommées ganglions

de la base, situées au cœur du cerveau. Une personne atteinte de la maladie de Parkinson présente des tremblements au repos, des mouvements volontaires lents, et une difficulté à déclencher ses mouvements. Les symptômes sont visibles quand le patient doit se lever et quand il marche. Ces déficits, auxquels s'ajoutent une rigidité musculaire généralisée et des troubles de l'équilibre, perturbent la marche. Le sujet se déplace lentement, fait des petits pas ; parfois, il s'arrête de marcher et tombe.

Les déficits de la marche sont très handicapants pour les personnes atteintes de la maladie de Parkinson et réduisent leur qualité de vie. De surcroît, ils favorisent les chutes. Dès lors, les risques de blessure, de fracture du col du fémur, de traumatismes crâniens, voire de mortalité associés augmentent. En bref, les troubles de la marche constituent l'une des causes principales de handicap et de dépendance chez des personnes atteintes de la maladie de Parkinson.

Comment réduire ces troubles ? Le traitement pharmacologique dont nous disposons pour lutter contre la maladie de Parkinson, la L-dopa, réduit efficacement les symptômes moteurs, tel le tremblement, du moins au

**I. La danse**  
met en œuvre des fonctions motrices bien sûr, mais exige de suivre le rythme et la musique. Elle active également diverses fonctions cognitives d'attention, de planification, de coordination avec le partenaire, sans oublier les émotions et le plaisir.

## Plus que la musique elle-même, c'est le rythme qui semble être l'élément le plus important.

début du traitement. Malheureusement, il est quasi inefficace vis-à-vis des troubles de la marche. C'est pourquoi d'autres pistes ont été explorées. La musique s'est révélée particulièrement efficace pour améliorer la marche de ces personnes. Plus que la musique elle-même, c'est le rythme qui semble être l'élément le plus important.

### Marcher en rythme

Comment procède-t-on ? On fait, par exemple, écouter aux malades des sons répétés et réguliers alors qu'ils sont en train de marcher. Quand le rythme des sons répétés ou le tempo de la musique sont adéquats – ni trop lents, ni trop rapides –, le sujet tend à synchroniser ses pas sur leur rythme. Ce faisant, ses pas se font plus longs, plus assurés, il accélère. Sa marche devient plus naturelle et plus régulière. Il retrouve la spontanéité de la marche « normale ».

La méthode, nommée *indiçage auditif*, et ses effets bénéfiques sont connus depuis les années 1940. Toutefois, ce n'est que beaucoup plus récemment qu'elle a été étudiée de façon plus approfondie. Ainsi, en 1997, Michael Thaut, un des pionniers de la rééducation neurologique, et ses collègues, de l'Université d'État du Colorado, ont étudié l'effet du rythme sur la marche de 21 personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Parmi eux, dix recevaient de la L-dopa, dix ne recevaient aucun traitement. Dix personnes du même âge, mais qui n'étaient pas atteintes de la maladie, étaient également testées. Chaque participant devait marcher une trentaine de mètres à sa vitesse maximale avec ou sans une stimulation sonore rythmée (le rythme était adapté à une marche rapide). L'expérience a montré que la stimulation rythmée améliore la marche pour tous les participants. De surcroît, la longueur de l'enjambée augmente chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson, mais pas chez les personnes non atteintes du même âge.

Dès lors, la synchronisation du mouvement de ces malades avec le rythme de la musique peut-elle être utilisée pour

la rééducation de la marche ? Oui, et des programmes d'entraînement fondés sur la stimulation rythmique ont été conçus. Ils impliquent des sessions de marche rythmée par la musique plusieurs fois par semaine, pendant un à deux mois. Ces programmes donnent des résultats très encourageants, car non seulement la marche s'améliore aux cours des séances d'entraînement, mais des effets positifs restent visibles après la thérapie, les sujets marchant plus vite, avec des enjambées plus longues et ce en l'absence du stimulus rythmé.

### Des réseaux parallèles

Quels sont les mécanismes cérébraux qui permettent cette rééducation ? Le rythme permettrait aux personnes atteintes de la maladie de Parkinson d'utiliser un réseau neuronal secondaire, compensant le réseau moteur endommagé par la maladie (*voir la figure 2*). Ce réseau compensatoire inclurait des régions cérébrales impliquées dans la motricité et dans le contrôle fin du mouvement, telles que le cervelet. Ces aires s'activent notamment quand on bouge au rythme d'un stimulus externe, ce qui est le cas des méthodes d'indiçage auditif.

Les effets bénéfiques du rythme décrits chez le patient parkinsonien ne se limitent pas à la marche. Ses bienfaits pourraient aller au-delà de la motricité. Nous l'avons montré avec Sonja Kotz, à l'Université de Manchester, et Charles-Étienne Benoit, au Centre EuroMov de l'Université de Montpellier I. Un groupe de personnes atteintes de la maladie de Parkinson était soumis à un programme d'entraînement par indiçage auditif pendant un mois. Les sujets marchaient au rythme d'une chanson populaire, trois fois par semaine pendant 30 minutes. Après la thérapie, la marche était améliorée. De surcroît, ils percevaient mieux la durée des sons, mais aussi le tempo. Ainsi, les réseaux neuronaux influencés par l'indiçage auditif sous-tendraient aussi la perception des durées.

Il est nécessaire d'étudier de façon plus approfondie le couplage des mouvements

et de la stimulation rythmique. D'autres recherches en cours se focalisent sur le développement d'outils qui faciliteraient la rééducation de la marche chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Par exemple, une application pour smartphone délivrant une musique rythmique au cours de la marche pourrait s'adapter à la performance motrice de chaque sujet.

## Réapprendre à bouger

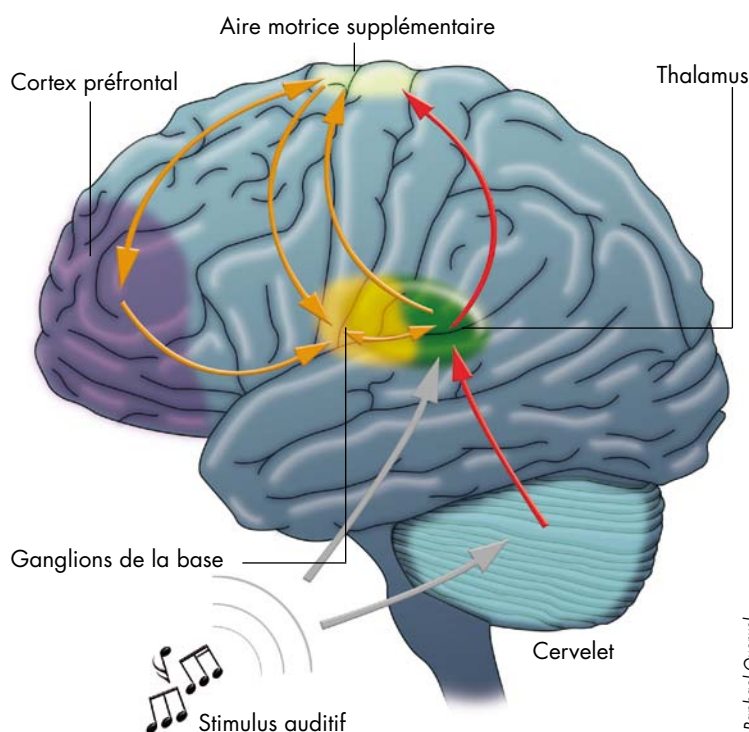
Si les recherches se poursuivent autour de cette maladie, les approches musicales et rythmiques ne s'appliquent pas uniquement à cette pathologie. On découvre de nouveaux champs d'application, notamment dans le cadre des accidents vasculaires cérébraux. Ces derniers, qui touchent environ 150 000 personnes chaque année en France, laissent souvent des séquelles graves, parmi lesquelles des troubles du langage et des troubles moteurs, notamment des paralysies. On a donc tenté d'appliquer la méthode de l'indigage auditif chez des victimes d'un accident vasculaire cérébral.

M. Thaut et ses collègues l'ont appliquée à des personnes qui avaient un bras paralysé et, par conséquent, présentaient des difficultés pour atteindre un objet. Les sujets devaient tenter d'attraper un objet, soit dans le silence, soit en présence d'un son rythmé régulier, par exemple le tic-tac d'un métronome. En présence du rythme, on a constaté que la trajectoire des mouvements était plus régulière et plus reproductible, le mouvement du coude plus ample et l'ensemble du mouvement plus fluide. Comme nous l'avons évoqué dans le cas des personnes atteintes de la maladie de Parkinson, les sons réguliers permettraient d'augmenter la capacité du cerveau à optimiser certains mouvements. Cette méthode utilise des séquences de sons simples et repose surtout sur le rythme musical.

Une autre approche plus récente propose aux sujets d'apprendre à jouer d'un instrument, notamment du piano. Cette approche se fonde sur les résultats de diverses recherches ayant montré que la pratique d'un instrument renforce la plasticité cérébrale dans un large réseau. Ce dernier comprend les régions traitant l'information auditive (notamment le cortex temporal et le

cortex frontal), le cortex moteur et le cortex prémoteur (utile pour la planification et la préparation des mouvements), ainsi que des régions assurant l'intégration des informations sensorielles et motrices (notamment les régions frontales et pariétales).

Des recherches récentes ont montré que cette plasticité n'est pas seulement observée quand on compare des musiciens, qui ont une longue pratique de la musique, à des non-musiciens. Elle est à l'œuvre chez des enfants et des adultes qui apprennent à jouer d'un instrument pendant quelques semaines ou quelques mois dans le cadre d'un protocole de recherche. On observe un phénomène nommé couplage auditivo-moteur, c'est-à-dire que la perception des sons active bien sûr les aires auditives primaires



**2. Un réseau de compensation** est mis en place grâce à la musique. Normalement, quand un stimulus auditif est perçu (*en gris*), il est traité par les aires auditives, transmis au thalamus, plaque tournante du cerveau qui centralise de nombreuses informations, puis à l'aire motrice supplémentaire qui envoie les commandes de mouvement. Chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson, les ganglions de la base (*en jaune*) sont moins fonctionnels. La musique, notamment par son rythme, active un circuit de compensation qui parvient à stimuler l'aire motrice supplémentaire. Ainsi, le signal sonore active le cervelet, qui transmet l'information au thalamus, lequel envoie des signaux à l'aire motrice supplémentaire (*flèches rouges*). Les boucles de rétroaction normales (*en orange*) s'activent. Ce circuit de compensation aide les malades à retrouver leur capacité de marcher.

et secondaires, mais aussi le cortex moteur. Ainsi, chez une personne ayant appris à jouer du piano, l'écoute des mélodies apprises active aussi le cortex moteur (ce qui n'était pas le cas avant l'apprentissage).

### Apprendre à jouer du piano

Dès lors, pourrait-on exploiter l'apprentissage d'un instrument dans le cadre d'une thérapie pour réhabiliter les capacités motrices des personnes victimes d'un accident vasculaire cérébral ? Eckart Altenmüller et son équipe, de l'Université de Hanovre en Allemagne, ont proposé un tel programme thérapeutique en utilisant des tambourins électroniques (émettant des sons de piano) et des claviers de piano. Les deux types d'instruments permettaient de travailler la motricité grossière (avec le bras) et la motricité fine (avec la main).

Les sujets apprenaient à jouer des mélodies avec l'aide d'un thérapeute. On évaluait leurs progrès moteurs en les comparant à ceux d'un groupe de personnes ayant eu un accident vasculaire cérébral qui ne suivaient qu'un programme de rééducation standard. Chez les sujets du groupe « apprentissage musical », la vitesse, la précision et la fluidité des mouvements se sont améliorées plus que chez les sujets de l'autre groupe. On l'a mis en évidence en analysant les caractéristiques des mouvements, et aussi au moyen de tests qui évaluent des activités motrices dans la vie de tous les jours. Par exemple, dans un test, on demande aux

patients de saisir neuf petites baguettes et de les placer dans des petits trous – un exercice qui nécessite précision et rapidité. Les personnes des deux groupes ne présentaient pas de différences avant le traitement, mais après, le groupe ayant suivi l'apprentissage du piano se montrait plus performant.

Ainsi, apprendre à jouer du piano semble améliorer les capacités motrices des personnes victimes d'un accident vasculaire cérébral. Le bénéfice de cette thérapie tient sans doute à plusieurs facteurs agissant de conserve, tels que la répétition des mouvements, le couplage du geste avec le son, ou encore l'association à des facteurs émotionnels et motivationnels. Mais en plus de l'émotion et de la motivation, le couplage du son et du geste pourrait avoir un autre effet. Des neuroscientifiques ont montré un renforcement des connectivités entre les régions auditives et les régions sensori-motrices après l'apprentissage. On en déduit qu'un apprentissage combinant des informations auditives, sensorielles et motrices jouerait un rôle notable dans la rééducation motrice.

Comment expliquer les effets d'une telle association du geste et du son, appuyer sur une touche (activation du circuit moteur) engendrant un son (activation du circuit de la perception) ? Dans le cadre du projet européen EBRAMUS, qui étudie les effets bénéfiques de la musique sur le cerveau, Floris Van Vugt, à l'Université de Hanovre et au Centre de recherche en neurosciences de Lyon, s'est intéressé à cette question. Dans une de ses études, les personnes ayant eu un accident vasculaire cérébral apprenaient à jouer du piano soit dans des conditions normales (l'appui sur la touche de piano est immédiatement suivi par le son), soit dans des conditions modifiées : le son était retardé d'un délai aléatoire compris entre 100 et 600 millisecondes, pour perturber le couplage auditivo-moteur. Contrairement à l'hypothèse qui avait été émise, les sujets appartenant au groupe « sons retardés » progressaient plus au test des neuf petites baguettes que ceux du groupe « sons normaux ». Les expérimentateurs ont montré par le biais de questionnaires que les sujets n'étaient pas conscients du fait que le son n'était pas émis au moment où ils appuyaient sur les touches.

Cette étude incluant des sons retardés par des délais variables montre qu'on pour-

**3. Jouer du piano** est une activité plaisante et motivante dont on découvre qu'elle améliore la récupération des capacités motrices chez les personnes ayant eu un accident vasculaire cérébral.



Anna Lurye / Shutterstock.com



#### 4. La marche des personnes âgées

devrait être facilitée par une stimulation musicale rythmique diffusée par un smartphone. Cette application est en cours de développement.

rait améliorer la réhabilitation motrice sans perturber la motivation ou l'émotion ressentie. Nous avons donc décidé d'étudier plus en détail le rôle de l'intégration sensorielle et motrice dans l'amélioration du mouvement, et ainsi sa contribution dans la réhabilitation motrice. L'ensemble des résultats suggère que l'utilisation d'un programme d'apprentissage de la musique, notamment du piano, semble une stratégie thérapeutique innovante, plaisante, motivante et efficace pour améliorer la réhabilitation des capacités motrices chez les victimes d'un accident vasculaire cérébral.

#### Et la personne âgée ?

Marcher au rythme de la musique et jouer du piano semblent améliorer la rééducation de la motricité chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson ou victimes d'un accident vasculaire cérébral. Toutefois, les bienfaits de la musique ne se limitent pas à la rééducation de ces sujets. Ces stratégies peuvent être aussi appliquées pour améliorer la qualité de vie des personnes âgées saines qui, elles aussi, présentent des difficultés motrices. Ainsi, dix pour cent de la population âgée saine marche lentement. Outre les difficultés que pose une marche difficile, le déclin de la vitesse de marche va souvent de pair avec un déclin cognitif.

Autant de raisons de rechercher des méthodes susceptibles de lutter contre les difficultés de la marche. Or les méthodes d'indiciage auditif fondées sur la musique semblent particulièrement intéressantes. Par exemple, en 2013, Joanne Wittwer et ses collègues, de l'Université de Melbourne en Australie, ont étudié des personnes saines âgées de plus de 65 ans qui devaient marcher soit avec un métronome, soit avec de la musique. Le rythme du métronome et celui de la musique étaient ajustés à celui de la marche de chaque individu. Au son de la musique, les sujets marchaient plus vite qu'à leur vitesse naturelle, et faisaient de plus grands pas, ce qui n'était pas le cas avec un métronome.



L'indiciage par la musique serait-il une solution peu coûteuse pour ralentir la réduction naturelle de la motricité chez la personne âgée, et le déclin cognitif qui l'accompagne ? Cette question fait l'objet de plusieurs recherches, notamment dans le Centre EuroMov à Montpellier. Par exemple, le projet européen *BeatHealth* étudie comment utiliser la musique pour améliorer la motricité de la personne âgée, augmenter sa mobilité et sa qualité de vie pour lui permettre de « mieux vieillir ». Comme pour les personnes atteintes de la maladie de Parkinson, des applications pour smartphones capables de présenter une stimulation musicale rythmique adaptée aux caractéristiques de la marche de la personne âgée sont en cours de développement.

Les effets de la musique chez l'individu sain ne se limitent pas aux troubles moteurs. Dans des études récentes, Andrea Trombetti et ses collègues, de l'Université de Genève, ont proposé à des personnes saines âgées de plus de 65 ans un entraînement associé à la musique, par exemple marcher sur la musique ou apprendre à jouer d'un instrument. Après la période d'entraînement, les participants non seulement marchaient mieux et tombaient moins souvent, mais ils obtenaient de meilleures performances aux tests cognitifs standards et étaient moins anxieux quand ils marchaient (car ils avaient repris confiance et avaient moins peur de tomber). Ces résultats prometteurs soulignent l'urgence de conduire des recherches plus nombreuses et bien contrôlées sur le rôle de la musique dans la prévention du déclin cognitif et moteur chez la personne âgée. ■

#### Bibliographie

**A. Rodríguez-Fornells et al.**, *The involvement of audio-motor coupling in the music-supported therapy applied to stroke patients*, in *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1252, p.282, 2012.

**S. Spaulding et al.**, *Cueing and gait improvement among people with Parkinson's disease: a meta-analysis*, in *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 94, pp. 562-570, 2012.

**S. Kotz et al.**, *Differential input of the supplementary motor area to a dedicated temporal processing network: functional and clinical implications*, in *Frontiers in Integrative Neuroscience*, vol. 5, pp. 86, 2011.

Réseau européen  
EBRAMUS : Europe,  
Brain and Music  
<http://leadserv.u-bourgogne.fr/ebramus/>

Projet *BeatHealth*  
<http://www.euromov.eu/beathealth/>

# Stimuler le langage par la musique

La musique – et en particulier le rythme – redonne parfois la parole à ceux qui l’ont perdue. Elle semble aussi améliorer certains troubles associés à la dyslexie et les compétences linguistiques des enfants sourds.

## Daniele Schon

est chargé de recherche CNRS, dans le Groupe DCP, à l’Institut de neurosciences des systèmes, à Marseille.

## Céline Hidalgo

est orthophoniste au Centre d’action médico-sociale précoce de Marseille.

## Barbara Tillmann,

directrice de recherche CNRS, dirige l’équipe Cognition auditive et psychoacoustique au Centre de recherche en neurosciences de Lyon, CNRS-UMR 5292, INSERM U 1028, Université Lyon-I.

Le langage (notamment la parole) et la musique partagent des caractéristiques qui demandent des traitements similaires. Ces similarités peuvent être décrites à plusieurs niveaux, du sensoriel jusqu’au cognitif. Qu’il s’agisse de la musique ou du langage, ces deux domaines nécessitent un traitement précis de la hauteur (des sons graves aux sons aigus), du timbre (par exemple, la différenciation des instruments de musique ou des phonèmes, tels que [ta] ou [da]) et de la dimension temporelle (tempo ou rythme, par exemple). De plus, le langage et la musique reposent sur des éléments organisés en structures hiérarchisées : pour le langage, les phonèmes et les mots ; pour la musique, les notes et les accords. Ces structures peuvent être décrites par une « syntaxe ». Par conséquent, le traitement des structures linguistiques, tout comme celui des structures musicales nécessite de la mémoire, de l’attention et une capacité d’intégration temporelle des événements, afin de créer une représentation mentale cohérente.

Le traitement de la musique et celui du langage partagent-ils certaines ressources neuronales ? Un entraînement musical a-t-il une influence bénéfique sur le traitement cognitif en général et sur le traitement du langage en particulier ? Nous examinerons comment les réponses qu’apportent les neurosciences à ces questions permettent d’envisager une utilisation de la musique et des rythmes musicaux pour prendre en

charge des pathologies du langage, telles que la perte de la parole, des difficultés d’élocution ou la dyslexie. Plus surprenant encore, contrairement à ce que l’on a longtemps admis comme une évidence, les troubles du langage associés à la surdité peuvent être soulagés par la musique.

## Un transfert de compétences

Commençons par l’étude des corrélats cognitifs et neuronaux impliqués dans le traitement du langage et de la musique. Pour faire ce type d’études, on compare souvent les performances de sujets musiciens et non musiciens. On a d’abord recherché l’existence de ressources neuronales partagées par la musique et le langage et la possibilité de transférer des compétences d’un de ces deux domaines à l’autre. Afin d’exclure la possibilité que le cerveau des musiciens et des non-musiciens aient été différents avant l’entraînement musical, on a mis en place des protocoles d’entraînement à long terme ; des enfants non musiciens sont partagés en deux groupes et suivent soit un entraînement musical soit un autre type d’entraînement (peinture, art dramatique) durant quelques mois. On compare les performances de chaque enfant avant et après l’entraînement, et celles des enfants qui ont suivi soit l’entraînement musical, soit l’autre type d’entraînement. On peut ainsi mettre en évidence



Peir Vaclavek/ Ramona Kaulizki/ Shutterstock.com

l'existence (ou l'absence) d'effets bénéfiques d'un entraînement musical sur les corrélats neuronaux, ainsi que sur les processus sensoriels et cognitifs impliqués dans le traitement du langage. Ces recherches ont révélé le bénéfice d'un entraînement musical sur le traitement langagier à plusieurs niveaux.

Les effets se manifestent sur les corrélats neuronaux, tant anatomiques que fonctionnels, ainsi que sur les processus sensoriels et cognitifs impliqués dans le traitement du langage. Nina Kraus et ses collègues de l'Université de Northwestern ont montré que l'expertise musicale modifie la façon dont le colliculus inférieur (un relais sous-cortical du traitement auditif) traite l'information langagière : le traitement des sons est amélioré, et, avec lui, celui de la prosodie de la parole aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant musicien.

La pratique musicale influe sur le traitement de divers paramètres des sons linguistiques, tels que la hauteur (la fréquence fondamentale), mais aussi d'autres aspects du son, tels les formants vocaliques, qui permettent de distinguer les voyelles (par exemple [a] et [o]), et les transitoires rapides qui assurent la distinction des consonnes (par exemple [d] et [t]). On note aussi une

sélection plus performante des informations pertinentes pour la compréhension du discours ; on dit que le filtrage attentionnel s'améliore, quand il s'agit de discriminer la parole dans le bruit, par exemple.

On observe aussi des changements neuronaux à la suite d'un entraînement musical au niveau du cortex auditif qui améliore la perception des sons musicaux et linguistiques (des voyelles et des consonnes). On constate également que les réseaux neuronaux impliqués dans le traitement des phonèmes et ceux qui traitent les mélodies se chevauchent au niveau du cortex temporal (gauche et droit). Ce chevauchement expliquerait pourquoi les personnes ayant un entraînement musical

**I. La musique** aide les personnes atteintes de troubles du langage à améliorer le traitement de la parole tant en perception qu'en production, c'est-à-dire qu'ils comprennent et parlent mieux.

### En Bref

- Le traitement du langage et celui de la musique partagent certains corrélats neuronaux.
- La musique renforce la plasticité cérébrale.
- De nombreuses études suggèrent que la musique, et en particulier ses aspects rythmiques, aide les personnes souffrant d'aphasie, de dysphasie, de dyslexie, et même de surdité à mieux maîtriser la parole.

## Les processus sensoriels ou cognitifs utilisés pour le traitement de la parole et ceux qui traitent la musique partagent certains réseaux neuronaux.

auraient également un traitement phonologique performant pour le langage. On observe aussi que la pratique musicale peut modifier des fonctions plus complexes, telles que le traitement de structures syntaxiques.

### Un partage des ressources neuronales

On a montré que traiter des extraits musicaux dont on a modifié les structures musicales active également le cortex frontal inférieur, c'est-à-dire l'aire de Broca dans l'hémisphère gauche et son homologue dans l'hémisphère droit, de façon similaire à ce que l'on observe lors du traitement des structures linguistiques. Le langage est plutôt traité par l'aire de Broca, donc le cortex frontal inférieur de l'hémisphère gauche, et la musique plutôt par le cortex frontal inférieur de l'hémisphère droit, mais chacune intervient dans le traitement du langage et celui de la musique. Ce partage des ressources neuronales expliquerait aussi pourquoi le traitement des structures linguistiques est parfois meilleur chez les enfants musiciens, quand on les compare à des enfants non musiciens.

Ainsi, le traitement de la hauteur des sons et celui des structures syntaxiques pour la musique et le langage partagent certaines ressources neuronales. C'est également le cas pour le traitement des structures temporelles, tel le rythme. Dans le langage, et plus précisément la parole, le rythme résulte du regroupement d'éléments (les phonèmes) dans une configuration temporelle globale. Les intervalles temporels qui séparent les syllabes en français ou les accents en anglais, façonnent un rythme de parole à partir duquel émerge une structure dite métrique, qui est marquée par une alternance de phonèmes accentués et non accentués.

La perception de cette structure influe sur le traitement du langage parlé (ses structures syntaxiques et sémantiques). On a constaté que lorsque des événements séquentiels présentent une régularité temporelle, cette régularité facilite le traitement

de l'information, qu'il s'agisse de percevoir un extrait musical ou des mots. Dans le cadre du programme européen EBRAMUS (pour *Europe, Brain and Music*), nous avons exploré avec Nia Cason, de l'Institut de neurosciences des systèmes, à Marseille, la combinaison d'un matériel musical et langagier. Ainsi, nous faisons écouter aux sujets testés un rythme musical, puis, juste après, un mot ou une phrase, l'extrait et la phrase présentant une structure métrique similaire.

Nous avons constaté que la perception de la parole est « augmentée », sans doute grâce à une optimisation des mécanismes de prédiction temporelle : comme l'extrait musical précède la phrase, le sujet connaît sa structure métrique, ce qui en améliore la compréhension. Ces résultats confortent l'hypothèse selon laquelle l'apprentissage de la musique influe sur la perception et la production des structures rythmiques et métriques dans la musique, mais qu'il se transfère aussi à la perception de la parole, et plus précisément à ses aspects rythmiques et métriques qui semblent jouer un rôle majeur dans l'acquisition des compétences phonologiques.

### Une plasticité cérébrale renforcée

Ainsi, les ressources neuronales sont partagées pour le traitement de la musique et celui du langage, et la pratique de la musique peut faciliter le traitement du langage. Cela repose en grande partie sur une amélioration du traitement de l'information temporelle à plusieurs échelles, allant de l'information spectrale et temporelle fine (de l'ordre de la milliseconde) à la capacité de construire une représentation mentale de ce que l'on entend, qui permet de prédire et d'anticiper des événements dans le temps (l'échelle de temps est alors de plusieurs secondes). Dès lors, on a proposé d'utiliser la musique pour stimuler le traitement du langage, voire de l'utiliser dans des programmes de réhabilitation.

En 2013, Ani Patel, de l'Université de Tufts, dans le Massachusetts, a émis l'hy-



pothèse que l'entraînement musical peut renforcer la plasticité neuronale, qui améliore le traitement du langage dans certaines conditions. C'est en partie dû au fait que le traitement de la musique et celui du langage partagent certains réseaux neuronaux, et que le premier requiert une précision plus importante et des demandes attentionnelles plus élevées que le second, car il fait aussi intervenir des processus émotionnels et attentionnels, ainsi que des répétitions.

La musique se retrouve donc dans une position privilégiée pour participer à la réhabilitation des troubles du langage. En plus des raisons évoquées, la musique peut se pratiquer en groupes et pas seulement en séances individuelles, comme c'est souvent le cas pour la rééducation orthophonique. Or travailler en groupes renforce l'aspect ludique et émotionnellement positif de la rééducation. De surcroît, chez le jeune enfant (âgé de deux à trois ans), une activité musicale réalisée dans un contexte social et d'imitation améliore les compétences de synchronisation, qui sont aussi nécessaires dans le traitement de la parole davantage qu'avec un programme sans partenaire, un programme d'entraînement sur ordinateur, par exemple.

Pratiquée en groupes, la musique stimule les systèmes sensoriels et cognitifs, et implique aussi le corps, les émotions et les intentions, qui s'influencent et s'enrichissent dans un processus dynamique complexe. Cela sollicite l'audition, la motricité et le couplage entre les deux, ainsi que des mécanismes d'anticipation, de prédiction et de préparation, compétences qui facilitent l'acquisition des représentations multisensorielles de la parole. En d'autres termes, faire de la musique dans un contexte social nous permet de mieux anticiper à chaque instant les événements à venir. Comme les exemples que nous allons développer le suggèrent, le rythme est le paramètre qui a le plus d'importance dans l'utilisation de la musique pour la rééducation. Examinons donc pourquoi une activité rythmique semble appropriée à la prise en charge de divers troubles du langage.

La musique peut être efficace dans la prise en charge des personnes victimes d'un accident vasculaire cérébral, qui présentent souvent, après leur accident, des troubles de la parole et de troubles moteurs. L'aphasie, ou perte de la parole, peut être plus ou moins

importante. Pour la rééducation du langage, plusieurs approches ont été proposées, par exemple la thérapie d'intonation mélodique (*Melodic Intonation Therapy*). Cette méthode est assez souvent utilisée, surtout en Amérique du Nord, pour des personnes aphasiques ayant une importante lésion de l'hémisphère gauche et présentant une importante aphasie.

## Le rythme pour rendre la parole

La thérapie d'intonation mélodique a été développée à partir de l'observation de personnes aphasiques présentant une énonciation hachée (ces patients sont dits aphasiques non fluents) et qui peuvent produire correctement des mots en les chantant. Cette thérapie utilise des modèles chantés (dits patrons intonatifs chantés) qui exagèrent la musicalité de la parole (l'intonation) : la prosodie de la parole est traduite en mélodies de deux notes, la plus aiguë représentant la syllabe accentuée. Le patient commence par chanter des mots ou des syntagmes à deux syllabes. Quand ce niveau est maîtrisé, il passe à un niveau plus complexe, par exemple à des phrases plus longues.

En plus du chant, la thérapie d'intonation mélodique utilise aussi le rythme : le patient tape avec sa main gauche (commandée par l'hémisphère droit), par exemple sur une table, à chaque syllabe. La méthode faciliterait la production de la parole grâce à une implication plus importante de l'hémisphère droit dans l'articulation de la parole. Cet hémisphère est sollicité par la mélodie, la production relativement lente des syllabes (une syllabe par seconde) et les mouvements de la main gauche. Une étude récente suggère que la composante rythmique joue un rôle crucial dans la récupération des fonctions langagières. Les auteurs de l'étude ont comparé les effets respectifs de la mélodie et du rythme chez des sujets aphasiques non fluents, et montré que le rythme serait le paramètre essentiel dans la rééducation, en particulier pour les personnes présentant des lésions sous-corticales (localisées notamment dans les ganglions de la base).

**2. Le rythme,** plus que la mélodie, serait la principale caractéristique de la réhabilitation des troubles du langage.



skf12344 / Shutterstock.com

Il est intéressant de mentionner également que l'équipe de Gottfried Schlaug à Boston a commencé à développer une méthodologie inspirée de la thérapie d'intonation mélodique, afin de proposer des programmes d'entraînement du langage à une population d'enfants autistes.

## Dyslexie et dysphasie aussi

Certaines recherches récentes ont montré que les enfants présentant des troubles développementaux du langage, telles qu'une dyslexie (difficultés d'écriture et de lecture) ou dysphasie (troubles du langage) présentent parfois aussi des difficultés de traitement des aspects temporels d'un signal auditif, notamment le rythme et la métrique dans un matériel musical. On suppose que ces déficits rythmiques perturbent le traitement de certains indices acoustiques de la parole, tels que le voisement nécessaire à distinguer un [ba] d'un [pa] (les sons voisés dépendent de la position des lèvres et non de la vibration des cordes vocales, ce qui est le cas des sons non voisés). En outre, les indices permettant par exemple d'extraire des syllabes et des mots d'un flot de paroles sont mal utilisés.

Plusieurs chercheurs ont alors émis l'hypothèse selon laquelle le déficit de la lecture observé chez les dyslexiques serait dû à une anomalie du traitement temporel, notamment dû à un système perceptif fonctionnant avec une résolution temporelle trop faible pour traiter précisément l'information langagière. Compte tenu, d'une part, des déficits du

traitement du langage et des aspects temporels musicaux chez ces enfants et, d'autre part, des recherches sur l'influence de l'attention rythmique et du traitement temporel, les chercheurs ont postulé qu'un entraînement musical et notamment une stimulation rythmique auraient des effets bénéfiques pour le traitement du langage.

Katie Overy de l'Université d'Édimbourg a été la première à proposer un programme d'entraînement musical rythmique à des enfants dyslexiques. Bien que l'étude ait été réalisée sur un petit échantillon d'enfants, elle a révélé une amélioration des performances phonologiques connues pour être déficitaires chez l'enfant dyslexique. Dans une étude clinique multicentrique récente coordonnée par Elena Flaugnacco à Trieste, des enfants dyslexiques ont suivi un entraînement musical pendant un an, et leurs performances ont été comparées à celles d'un groupe contrôle ayant suivi une activité d'arts plastiques. Les performances du groupe « musical » sont meilleures en termes de compétences phonologiques, le rythme jouant un rôle prépondérant dans cette rééducation. Les différents résultats obtenus sont encourageants pour les enfants dyslexiques ou dysphasiques qui discriminent difficilement les phonèmes, et segmentent mal les mots dans la parole et lors de la lecture.

En plus de l'entraînement musical à long terme, un bénéfice de la musique se manifeste aussi à très court terme, notamment *via* une stimulation rythmique qui précède directement la présentation du langage. Cette stimulation a un effet bénéfique sur le traitement syntaxique des enfants présentant des troubles développementaux du langage, notamment les enfants dyslexiques et dysphasiques. Un extrait musical avec une structure temporelle soit régulière soit irrégulière était suivi par des phrases (présentées oralement) dont les enfants devaient dire si elles étaient grammaticalement correctes ou non. Les performances étaient meilleures après les extraits à structure régulière. La rythmicité de l'amorce musicale semble donc influencer le traitement de l'information langagière, et cet effet perdure au-delà de la durée de l'extrait musical, probablement grâce à un couplage entre le stimulus musical et des réponses neuronales qui modifient l'attention temporelle. Tous les résultats obtenus sont encourageants,

**3. Les personnes sourdes**, elles-mêmes, pourraient bénéficier de la musique pour améliorer leurs capacités langagières, contrairement à ce qui a été longtemps admis.



duranelallera/Shutterstock.com

et davantage d'études sur l'influence d'une stimulation rythmique sur le traitement du langage devraient être réalisées, surtout pour la prise en charge des enfants dyslexiques.

## Les troubles du langage associés à la surdité

Nous terminerons par la surdité, un handicap sensoriel avec une prévalence de 1 pour 1000 naissances, se manifestant par un déficit langagier (phonologique, lexical, syntaxique, discursif et prosodique). Le travail classique dans la prise en charge de ce handicap est réalisé par les orthophonistes qui tentent de restaurer les éléments du langage absents, et ce afin de favoriser l'intégration scolaire et sociale du sujet. Toutefois, les profils langagiers et les capacités d'intégration de ces enfants après rééducation orthophonique restent hétérogènes.

La déprivation sensorielle révèle d'abord un déficit langagier, mais elle engendre en réalité différents troubles d'origine centrale, souvent liés à une difficulté de traitement temporel : en l'absence de stimulation auditive, les capacités de traitement séquentiel des données perceptives se développent difficilement. Les enfants atteints de surdité perçoivent mal le déroulement temporel et, par conséquent, maîtrisent mal les aspects du langage qui lui sont reliés, et les aspects temporels liés à la capacité de prédire et d'anticiper les événements multisensoriels.

Les liens de succession, de cause à effet, de structuration ou d'organisation qui se réalisent de façon implicite chez l'enfant entendant, se mettent en place tardivement et de manière grossière chez l'enfant sourd. Ces enfants n'arrivent pas à utiliser précisément ce qui a trait au traitement du temps, à sa structuration et à son organisation. Il apparaît donc primordial, en termes de prise en charge, de favoriser l'acquisition des processus cognitifs temporels, et l'entraînement musical est pour cela un outil de choix. La stimulation musicale a longtemps été considérée comme inappropriée pour des personnes souffrant de surdité. Du fait de leur déficience auditive, l'accès à la musique ne leur était jamais proposé partant du postulat qu'elle serait très peu perçue et de façon distordue.

Pourtant, un projet de recherche récent, réalisé par Emmanuel Bigand et ses collè-

gues, de l'Université de Bourgogne, propose un programme d'entraînement auditif à des enfants malentendants en utilisant des sons musicaux ainsi que des sons de l'environnement et des voix. Le programme propose un jeu combinant des sons et des gestes pour stimuler des opérations cognitives fondamentales dans la perception auditive, telles que la discrimination des sons, leur identification ou la mémoire auditive. Après quelques mois d'entraînement, non seulement les enfants sont meilleurs dans les tâches du jeu sur lesquelles ils s'étaient entraînés, mais ils discriminent aussi mieux les stimulus phonétiques, et leur production vocale est améliorée.

## L'amorçage rythmique

Récemment, nous nous sommes intéressés au lien entre structures rythmiques dans la musique et dans la parole, afin de déterminer si la perception et la production de la parole peuvent bénéficier d'un amorçage rythmique (on commence par présenter un rythme musical et on voit si cette amorce améliore la perception des structures temporelles de la parole). Nous avons montré que chez des sujets qui entendent normalement, le traitement phonologique des mots et des phrases est renforcé lorsque la parole est conforme aux prédictions temporelles des auditeurs, mais aussi que l'amorçage rythmique peut améliorer la perception et la production phonologique chez les enfants malentendants. Lorsqu'une phrase (parlée) est précédée par un rythme musical qui lui ressemble, les enfants arrivent à reproduire bien plus précisément les sons et les mots contenus dans la phrase.

Étant donné les résultats très prometteurs obtenus lors de cette étude avec un simple amorçage rythmique, c'est-à-dire sur une échelle de temps très courte, nous pensons qu'un entraînement musical sensori-moteur, ludique, réalisé en groupes et sur le long terme est une approche thérapeutique adaptée à la prise en charge de la surdité pour l'amélioration de la perception et de la production du langage. Ainsi, la musique redonne la parole aux personnes qui entendent bien, mais présentent des troubles du langage, même importants, et aux personnes qui entendent mal ! ■

### Bibliographie

**N. Cason et al.,**  
*Rhythmic priming enhances speech production abilities: evidence from prelingually deaf children*, in *Neuropsychology*, à paraître.

**C. François et al.,**  
*Music training for the development of speech segmentation*, in *Cerebral Cortex*, vol. 9, pp. 2038-2043, 2013.

**A. Patel,**  
*Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis*, in *Hear Res.*, vol. 308, pp. 98-108, 2013.

**B. Tillmann et al.,**  
*La musique au secours du langage : De l'étude des corrélats neuronaux vers des perspectives de réhabilitation*, in *Neuropsychologie et art* (Eds. H. Platel & C. Thomas-Antérion), Collection Neuropsychologie. De Boeck-Solal, 2013.

**B. Tillmann,**  
*Music and language perception: Expectations, structural integration and cognitive sequencing. TopiCS – Topics*, in *Cognitive Sciences*, vol. 4, pp. 568-584, 2012.

Réseau européen EBRAMUS : Europe, Brain and Music  
<http://leadserv.u-bourgogne.fr/ebamus/>

# La musique contre les troubles de la mémoire

La musique renforce la mémoire et les réserves cognitives, précieuses pour lutter contre les effets du vieillissement normal. On a même découvert que des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer peuvent encore mémoriser de nouvelles mélodies.

## Hervé Platel

est professeur de neuropsychologie, Inserm U1077, à l'Université de Caen.

## Mathilde Groussard

est maître de conférences, Inserm U1077, à l'Université de Caen.

## Baptiste Fauvel

est doctorant, Inserm U1077, à l'Université de Caen.

*Je me souviens de ton bouquet de pensées  
amoureusement cueilli autour du monument  
aux morts.*

*Je me souviens de beaucoup de chansons de  
Claude François.*

*Je me souviens que mon père nous emmenait à  
l'école dans la remorque à vélo.*

Extrait de *Je me souviens*, Georges Perec, 1978

**O**n a tous en mémoire une chanson particulière, et l'on se souvient de l'année et des circonstances où on l'a écoutée. Le lien entre la musique et les souvenirs personnels est fréquent et étroit, qu'il s'agisse de chansons, de musique folklorique, de musique classique, de chansons populaires : certaines musiques sont des jalons de notre mémoire autobiographique, voire de notre identité.

Ce n'est que depuis la fin des années 1990, c'est-à-dire tout récemment, que les sciences cognitives et les neurosciences ont commencé à s'intéresser à la mémoire musicale. Or ces recherches présentent un intérêt tant fondamental que clinique. Intérêt fondamental, car l'écoute et la pratique de la musique sont des activités qui aident à mieux comprendre la diversité et la spécificité des mécanismes neurocognitifs de la mémoire ; intérêt clinique, car les activités musicales sont de plus en plus utilisées pour restaurer des fonctions cognitives dégradées par

certaines pathologies. Cela tient notamment au fait que la mémoire musicale est une fonction cognitive étonnamment résistante aux maladies du cerveau.

Qu'est-ce que la « mémoire musicale » ? Bien que la mémoire soit complexe et présente de multiples facettes, plusieurs de ses dimensions sont liées au domaine de la musique. Tout d'abord, elle peut fonctionner selon un mode volontaire, contrôlé, explicite, ou mode conscient, ou selon un mode involontaire, automatique, implicite, ou mode inconscient. En effet, nous mémorisons le monde qui nous entoure soit en faisant un effort mental afin de retenir des informations, ce qui passe par des stratégies de répétitions ou d'associations de ces informations – mode conscient –, soit sans faire d'effort particulier – mode inconscient. Cette distinction est importante, car, en musique, beaucoup de nos connaissances et représentations sont acquises par exposition « naturelle ».

Nous savons que les mécanismes cognitifs complexes et contrôlés, tels que l'encodage d'informations et leur récupération, sont sensibles aux effets des maladies qui perturbent la mémoire. Or la mémoire implicite est plus résistante aux maladies du cerveau. Dès lors, la mémoire musicale, qui est largement supportée par les mécanismes de la mémoire implicite, serait-elle résistante à certaines maladies du





Martin Good / Shutterstock.com

cerveau ? Permettrait-elle même de lutter contre elles ? Nous allons examiner ici de nombreux résultats qui l'indiquent.

## Mémoire consciente et mémoire inconsciente

À partir de la distinction entre mémoire implicite et mémoire explicite, il est possible d'identifier cinq grands types de mémoires : la mémoire de travail, qui nous permet de retenir et de manipuler une petite quantité d'informations pendant quelques secondes, le fonctionnement de cette mémoire étant volontaire et nécessitant un contrôle conscient ; la mémoire épisodique, qui nous permet de nous rappeler une information spécifique dans le contexte où elle a été acquise, cette mémoire étant celle des événements que nous avons vécus et nécessitant un niveau de contrôle mental complexe ; la mémoire sémantique, qui correspond à nos savoirs sur le monde, dont l'encodage et la récupération peuvent se faire aussi bien de façon relativement automatique, que de façon volontaire et contrôlée ; la mémoire perceptive à long terme, correspondant à la

conservation du traitement sensoriel d'une information, et fonctionnant de façon involontaire ; enfin, la mémoire procédurale, qui permet d'acquérir des procédures cognitives et motrices (par exemple, faire du vélo), cette mémoire nécessitant généralement une phase d'apprentissage consciente avant que les procédures apprises ne soient exécutées de façon automatique.

Or il existe de nombreux exemples musicaux de ces différentes facettes de la mémoire : maintenir une mélodie temporairement en mémoire (mémoire de travail), se remémorer le contexte d'exécution ou

**I. Les musiciens,**  
et notamment les chefs d'orchestre, ont une mémoire impressionnante. Leur pratique musicale renforce les « réserves cérébrales ». Ici, Antoine Manguier dirige le concert donné le 21 mars 2014 au Victoria Hall de Genève, en Suisse.

### En Bref

- Il existe cinq grands types de mémoire, qui tous sont sollicités par la musique. La pratique musicale renforce notamment la mémoire de travail.
- Cette pratique renforce la connectivité entre les aires cérébrales. C'est sans doute pourquoi elle atténue les effets délétères du vieillissement, en permettant des stratégies compensatrices.
- On montre que des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer à un stade avancé peuvent encore mémoriser des extraits musicaux.

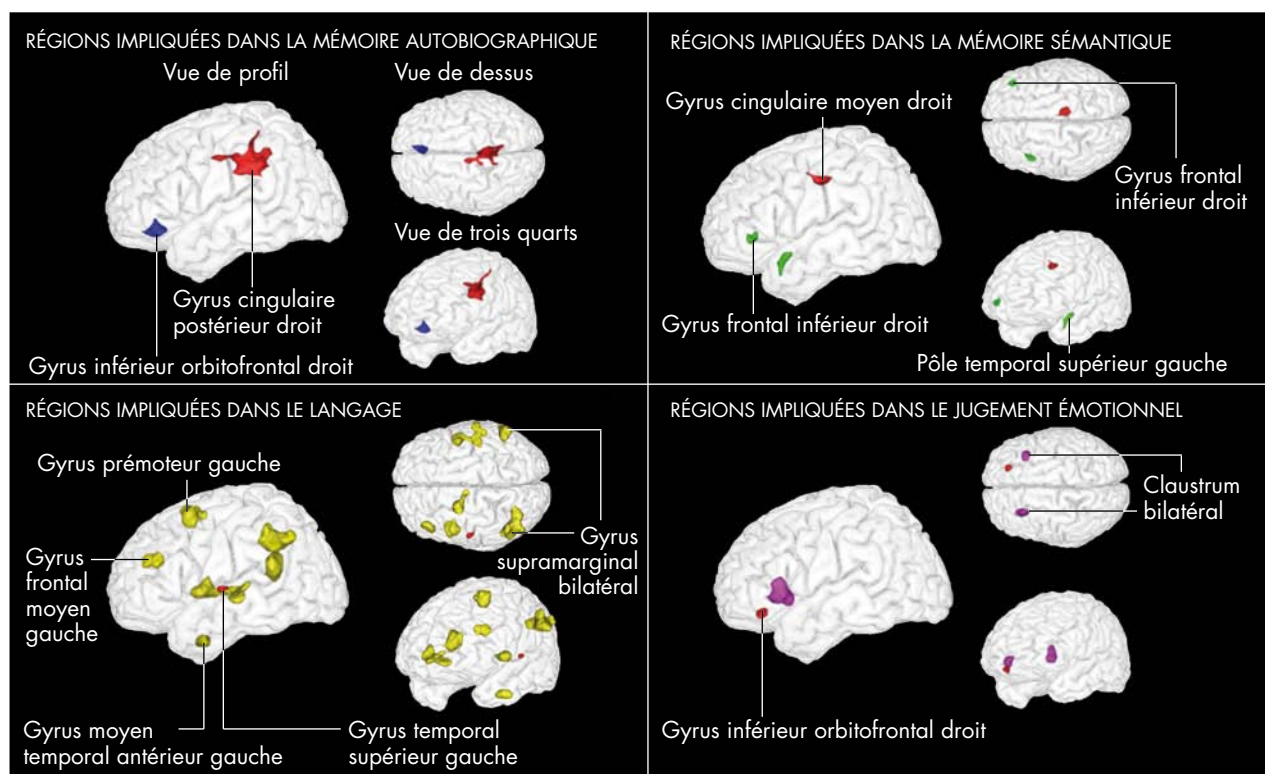
d'écoute d'une pièce musicale (mémoire épisodique), identifier et reconnaître une musique familière (mémoire sémantique), distinguer et reconnaître des orchestrations différentes d'une pièce musicale (mémoire perceptive), automatiser l'exécution d'une pièce musicale sur un instrument particulier (mémoire procédurale).

## Le rôle de l'expertise musicale

Ainsi, l'activité musicale active toutes « les mémoires », surtout lorsqu'elle est pratiquée par un chanteur ou un instrumentiste. Au-delà de ces différents types de mémoires musicales, la musique se conserverait également sous une forme émotionnelle. Les musiciens, et plus généralement les artistes, soulignent l'importance de ce répertoire émotionnel. La prodigieuse mémoire de certains interprètes ou chefs d'orchestre, parfois malgré un âge respectable, fascine. Quel est donc ce lien entre

expertise musicale et mémoire ? Est-ce qu'apprendre de nombreuses partitions par cœur a un effet particulier sur l'organisation et le fonctionnement de la mémoire des musiciens ?

L'impact cognitif de la musique a été très étudié, mais, curieusement, l'effet de l'expertise musicale sur le fonctionnement de la mémoire a été négligé, alors qu'apprendre la musique a un effet stimulant sur les processus mnésiques. On sait que les fonctions de planification d'actions, d'inhibition (des erreurs) et de contrôle cognitif sont aussi importantes que les capacités auditives et motrices pour apprendre la musique. Par ailleurs, des travaux d'imagerie par IRM fonctionnelle et électroencéphalographie montrent que le stockage en mémoire de travail et les opérations exécutives appliquées au matériel musical ne semblent pas faire intervenir de modules corticaux spécifiques de la musique : ils impliquent des réseaux généraux qui servent aussi au traitement d'autres types de stimulus (visuels, verbaux).



**2. La connectivité de certaines aires cérébrales** augmente notablement chez les musiciens. À partir des zones (en rouge) qui présentent un volume de substance grise plus important chez les musiciens que chez les non-musiciens, on analyse, par IRMf au repos, la connectivité fonctionnelle, c'est-à-dire les

liens renforcés avec d'autres zones. Sur ces images, on a indiqué les régions impliquées dans des tâches particulières : mémoire autobiographique, mémoire sémantique, langage et jugement émotionnel. On a représenté le cerveau vu de dessus, de profil et de trois quarts, la partie antérieure étant toujours à gauche.

## *La pratique musicale utilise de nombreuses ressources neuronales pour intégrer toutes les informations associées aux différentes modalités sensorielles.*

Chez les non-musiciens, on constate que l'écoute musicale sollicite préférentiellement les aires auditives primaires et secondaires. Chez les musiciens, outre ces aires, sont également activées des régions corticales associatives, telles que le gyrus supramarginal, le cortex préfrontal, le cortex pariétal, le gyrus cingulaire. Or ces aires associatives ont la capacité d'intégrer – d'associer – des stimulus perceptifs différents. Ainsi, sont combinés des stimulus auditifs, visuels (les notes, les portées, etc.) et linguistiques (le « nom » des notes). L'analyse réalisée par le cerveau musicien est plus complexe et plus riche, combinant des informations de natures différentes. Plus la difficulté de la tâche augmente, plus les experts ont recours à ces régions multimodales, et plus leurs performances surpassent celles des sujets contrôles.

### **Le dialogue des aires cérébrales**

Quelles sont les spécificités du fonctionnement cérébral des musiciens ? Comme nous l'avons évoqué, les aires cérébrales « dialoguent » davantage que chez le non-musicien. En outre, on sait que le cerveau des personnes non voyantes de naissance se réorganise, les aires visuelles inutilisées étant allouées à d'autres tâches : par exemple, elles ont une meilleure mémoire verbale que les voyants. C'est aussi le cas dans le cerveau des musiciens. Cette réorganisation fonctionnelle n'est alors pas due à une privation sensorielle (comme chez les aveugles), mais à leur pratique instrumentale qui nécessite d'utiliser le plus de ressources neuronales disponibles pour intégrer toutes les informations associées aux différentes modalités sensorielles : auditives bien sûr, mais aussi, nous l'avons évoqué, visuelles, linguistiques, tactiles (le toucher du piano, la pression de l'archet sur les cordes), ou encore motrices et posturales.

Une équipe de l'Université de Beijing a montré que le cortex frontal, l'amygdale et l'hippocampe, des structures clefs

des processus mnésiques, en particulier épisodiques, sont davantage activés chez les musiciens. En 2010, nous avons mis en évidence une augmentation de la densité de substance grise dans l'hippocampe gauche chez les musiciens. Or on sait que cette région est particulièrement importante pour la mémoire épisodique verbale et autobiographique.

### **Une augmentation de la connectivité cérébrale**

Par ailleurs, nous avons récemment montré que certaines régions cérébrales sont mieux synchronisées chez les musiciens du fait de leur pratique. Ce résultat a été obtenu en analysant la connectivité fonctionnelle de leur cerveau au repos : les sujets sont placés dans un scanner IRM et ils ont pour consigne de ne penser à rien de particulier, de laisser leur esprit vagabonder pendant qu'on enregistre l'activité de leur cerveau. Le « connectome » ainsi obtenu révèle que certaines régions du cerveau des musiciens sont davantage connectées, associées à des réseaux cérébraux impliqués dans des fonctions cognitives de haut niveau, telles que le jugement émotionnel, le langage, et les mémoires autobiographique et sémantique. Autrement dit, la pratique musicale a renforcé le « dialogue » de certaines régions cérébrales, qui sont impliquées dans des fonctions cognitives de haut niveau. On comprend pourquoi cette pratique renforce de façon indirecte l'efficacité de ces fonctions cognitives.

Ainsi, le cerveau du musicien est modifié, et présente des caractéristiques directement liées au niveau d'expertise musicale, ce qui influe sur les performances cognitives. Or on sait que ces performances évoluent différemment selon les individus. Ainsi, pour un même degré d'atrophie de telle ou telle aire cérébrale, les conséquences cliniques varient considérablement d'un sujet à l'autre, même s'ils sont génétiquement très proches. Certains ont une plus grande capacité à résister à la perte de



neurones et maintiennent un fonctionnement cognitif relativement bon, alors que d'autres subissent un déclin handicapant qui peut conduire à une perte d'autonomie. Deux enfants ne se développent ni à la même vitesse ni de la même façon. De même, la vitesse du déclin cognitif lié à l'âge aussi bien que son amplitude semblent être régulées par les gènes, les comportements et l'environnement.

### Réserve cognitive et réserve cérébrale

Afin d'expliquer ce phénomène, les chercheurs ont proposé la notion de réserves cérébrale et cognitive. La réserve cérébrale est liée aux caractéristiques anatomiques du cerveau : en cas d'atrophie, l'apparition des premiers troubles sera d'autant retardée que le volume de substance grise est important (réserve physiologique). Quant à la réserve cognitive, elle fait plutôt appel à des mécanismes de neuroplasticité : en cas d'atrophie, les premiers troubles seraient retardés si un réseau cérébral engagé pour réaliser une tâche est particulièrement efficace, ou s'il existe des réseaux supplémentaires ou alternatifs, qui permettent de mettre en place des stratégies de compensation. Ces mécanismes permettraient une performance cognitive efficace, malgré les perturbations physiologiques liées à l'âge.

La réserve cérébrale est déterminée très tôt par des critères génétiques et le niveau

d'éducation, mais aussi tout au long de la vie, par l'hygiène de vie des individus, notamment la diététique et les activités sportives qui favorisent la vascularisation et l'oxygénation cérébrale. La réserve cognitive serait plutôt liée à d'autres déterminants environnementaux, tels que le niveau d'éducation, les activités de loisir (jouer aux cartes ou aller au théâtre par exemple), la qualité du réseau social et le caractère stimulant de la profession exercée. Plusieurs études réalisées sur le long terme ont établi que les activités de loisir réduisent le risque d'être atteint d'une démence 20 à 40 ans plus tard.

### La pratique musicale : un stimulant neuronal

Par ailleurs, en 2008, Michael Valenzuela et ses collègues, de l'École de psychiatrie de Sydney, en Australie, ont montré, chez 37 sujets sains âgés, que leur hippocampe – une aire cérébrale essentielle à la mémoire – était d'autant plus volumineuse qu'ils avaient eu de nombreuses activités sociales au cours de leur vie. Un nouvel examen réalisé trois ans après le premier a révélé que la perte neuronale dans l'hippocampe est moindre chez les sujets ayant eu le plus d'activités.

Les travaux de neuropsychologie expérimentale laissent penser que la pratique d'un instrument de musique est une activité particulièrement adaptée à la constitution d'une réserve cognitive, et serait utile pour lutter contre les effets du vieillissement normal. Nous l'avons évoqué, cette pratique fait intervenir un large réseau associant les aires frontales, temporales et pariétales, notamment les aires de Broca et de Wernicke, essentielles à la production et à la compréhension du langage. Dès lors, on conçoit que des stratégies de compensation puissent se mettre en place plus facilement.

Le fait que la pratique musicale mette en jeu simultanément ces différents réseaux de neurones optimiserait son effet dans le cadre du vieillissement normal. Des mesures de la densité de fibres de substance blanche, couplées à des données comportementales recueillies chez des sujets âgés, ont montré que la quantité de myéline et l'intégrité des fibres de substance blanche sont des indices qui prédisent les performances mnésiques et exécutives ainsi que la vitesse de traitement

**3. Apollon** était le dieu grec de la musique, qui lui apportait encore davantage que les bénéfices constatés aujourd'hui, puisqu'elle lui conférerait aussi la force. Sur cette fresque conservée à Pompéi, il terrasse un python.



© Mimmo Jodice/Corbis



de l'information (rappelons que les longs prolongements des neurones sont recouverts d'une gaine de myéline, ou substance blanche). La musique pourrait même être plus appropriée que les programmes d'entraînement standardisés de la cognition, car elle favorise les communications au sein de chaque hémisphère et entre les hémisphères, ce qui facilite la réorganisation corticale fonctionnelle indispensable à l'utilisation de stratégies de compensation. Enfin, jouer d'un instrument de musique a un aspect hédonique qui donne envie de recommencer et augmente les adaptations plastiques tout en procurant un sentiment de satisfaction et de développement personnel ainsi qu'une diminution des scores sur les échelles qui évaluent la dépression.

L'étude de Brenda Hanna-Pladdy et d'Alicia Mackay, de l'Université du Kansas, réalisée en 2011, est l'une des rares à s'être intéressée au fonctionnement cognitif d'individus âgés qui se sont adonnés à une activité musicale au cours de leur vie. Les résultats ont mis en évidence des différences significatives : les musiciens obtiennent de meilleurs résultats aux tests cognitifs, et les performances des musiciens amateurs se situent à mi-chemin entre celles des musiciens professionnels et celles des sujets contrôles. Ainsi, la pratique musicale améliorerait un grand nombre d'opérations mentales, stimulerait les circuits neuroaux de la mémoire, et permettrait de lutter contre les effets du vieillissement cérébral.

## La musique protège-t-elle de tout ?

Malheureusement, la musique n'est pas la panacée, et les musiciens ne sont pas à l'abri des maladies du cerveau. Toutefois, dans les maladies neurodégénératives, quelques cas cliniques ont montré que d'anciens musiciens atteints de la maladie d'Alzheimer conservent de remarquables capacités musicales, alors qu'ils présentent d'importants troubles de la mémoire et du langage. Certains restent capables de jouer des compositions apprises avant le début de leur maladie. Ils conservent de surprenantes aptitudes de reconnaissance et d'apprentissage musical, contrastant avec les difficultés mnésiques et langagières associées à cette pathologie.



© Ocskay Bence/Shutterstock.com

Ces observations ont conduit les chercheurs à proposer des études plus systématiques permettant d'évaluer les compétences en mémoire musicale de non-musiciens atteints de la maladie d'Alzheimer. La synthèse de tous les résultats publiés sur cette question, que nous avons réalisée en 2013, nous a permis de faire le point et de proposer une explication possible aux divergences constatées. Ces différences tiennent en partie au fait que les résultats ne sont pas comparables, car les processus de mémoire évalués varient dans les études selon les stades de la maladie. Par ailleurs, aux stades précoces de la maladie, la mémoire épisodique musicale est à peu près la seule à être systématiquement évaluée ; elle apparaît déficitaire chez ces patients, mais ce n'est pas surprenant.

En revanche, à partir des stades modérés de la maladie, on observe que ce sont plutôt la mémoire sémantique et les apprentissages implicites, connus pour résister plus longtemps à la pathologie, qui sont évalués. La mémoire épisodique est alors trop déficitaire à ces stades de la maladie. Ainsi, les études portant sur les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer suggèrent que les capacités d'associations verbales concernant les connaissances musicales sont altérées de façon précoce, alors que les traces perceptives résistent durablement. Dans plusieurs séries

**4. Quand le lien**  
est rompu avec  
la personne âgée,  
la musique peut  
le restaurer. Certaines  
personnes atteintes de  
la maladie d'Alzheimer  
parviennent ainsi  
à mémoriser  
de nouvelles chansons.

## Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer conservent d'étonnantes capacités d'apprentissage de nouvelles mélodies.

### Bibliographie

**B. Fauvel et al.**, *Morphological cerebral plasticity induced by musical expertise is accompanied by modulation in functional connectivity at rest*, in *Neuroimage*, vol. 90, pp. 179-188, 2014.

**H. Platel et M. Groussard**, *La musique et la peinture comme révélateurs de capacités d'apprentissage préservées de patients Alzheimer à un stade modéré à sévère*, in H. Platel & C. Thomas-Antérion, *Neuropsychologie et Art : Théories et applications cliniques*, De Boeck/Solal, p. 255, 2014.

**M. Groussard C. Mauger et H. Platel**, *La mémoire musicale à long terme au cours de l'évolution de la maladie d'Alzheimer*, in *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.*, vol. 11, p. 99, 2013.

**B. Fauvel et al.**, *Neural implementation of musical expertise and cognitive transfers: Could they be promising in the framework of normal cognitive aging?*, in *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 7, p. 693 ; doi:10.3389, 2013.

d'expériences, réalisées en collaboration avec Odile Letortu dans l'Unité Alzheimer de la Maison de retraite Les pervenches, à Biéville-Beuville, dans le Calvados, nous avons montré que cette trace pouvait être évaluée à partir de l'émergence d'un sentiment de familiarité (le sujet sait qu'il a déjà entendu la mélodie). Chez ces personnes, on ne peut pas toujours mesurer l'émergence d'un sentiment de familiarité en leur demandant si elles reconnaissent l'extrait. En revanche, on peut le faire en écoutant leurs éventuels commentaires spontanés, en observant leur attitude, les mimiques faciales ou l'intonation de la voix.

### Nouveaux apprentissages

En notant la force de ce sentiment de familiarité sur une échelle de un à six, nous avons montré chez des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer à un stade avancé que la présentation au cours de séances répétées pendant huit jours des différents extraits de musiques instrumentales produit une augmentation du sentiment de familiarité entre la première séance d'exposition et la dernière. Ces personnes qui ne mémorisent plus aucun événement récent, et qui ne connaissent pas la mélodie la première fois, la mémorisent, au point qu'elle devient familière au bout de quelques séances. Ces personnes présentent un sentiment de familiarité plus marqué pour les morceaux auxquels elles ont été exposées que pour les extraits nouveaux.

Qui plus est, deux mois et demi après ces séances, nous avons observé que le sentiment de familiarité pour ces extraits musicaux reste présent. On n'obtient pas ce type de résultats avec des poèmes ou des paroles de chansons. Ces observations plaident en faveur d'un système de mémoire musicale à long terme particulièrement résistant, distinct de la mémoire verbale, et confirment que les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer conservent d'étonnantes capacités d'apprentissage de nouvelles mélodies.

Quand le sentiment de familiarité pour une musique augmente, et que le patient affirme connaître telle ou telle musique, peut-on dire qu'il y a eu création d'une nouvelle représentation en mémoire sémantique ? La question du statut en mémoire de ces nouvelles traces reste ouverte : doit-on parler de nouvelles représentations perceptives à long terme ou de nouvelles connaissances ? L'étude en imagerie cérébrale que nous réalisons actuellement permettra peut-être d'apporter des éléments de réponses sur la nature des processus de mémoire sous-tendant l'émergence d'un tel sentiment de familiarité chez ces malades.

Ces capacités préservées d'apprentissage implicite de nouvelles mélodies, absentes quand il s'agit de matériel linguistique, sont-elles vraiment spécifiques de la musique ? La musique aurait-elle un statut particulier ? Le pouvoir attractif, émotionnel et la richesse perceptive du matériel musical utilisé sont indéniablement des facteurs d'une importance cruciale. En plus des effets sur la cognition, le fort pouvoir émotionnel de la musique semble avoir un impact sur les composantes sensorielles, affectives, sociales et comportementales des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer.

### Utiliser la musique pour renforcer la mémoire ?

La musique, en tant que matériel riche au plan de la perception et de l'émotion, permet de montrer que diverses capacités, y compris mnésiques, restent présentes chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, même à un stade avancé de la maladie. Les recherches doivent s'orienter vers la mise en évidence de ces aptitudes préservées, notamment des capacités d'apprentissage. On saura alors si ce support artistique a vraiment des effets uniques et spécifiques sur notre mémoire, et comment utiliser la musique pour entretenir le lien ténu avec des malades dont la mémoire se délète au fil du temps. ■

# SciLogs

La nouvelle communauté de  
blogueurs scientifiques francophones

De blogs en blogs,  
explorez la science en direct  
avec ceux qui la font,  
commentez les articles  
et participez au débat !

## Raison et Psychologie

Comprenez comment  
la perception du hasard et  
d'autres biais psychologiques  
peuvent interférer avec  
le raisonnement sur le blog  
de **Nicolas Gauvrit**, maître  
de conférences à  
l'Université d'Artois.



## Mémoires & Cie

Découvrez les secrets de  
la mémoire avec le blog  
d'**Alain Lieury**, professeur en  
psychologie. Apprentissage,  
histoire, psychologie  
n'auront plus  
de secrets  
pour vous !



## L'actu sur le divan

En partant de l'actualité  
politique et sociale,  
**Sébastien Bohler**, journaliste à  
la revue *Cerveau & Psycho*,  
décode dans son blog  
les comportements  
humains.



Retrouvez aussi les autres communautés « SciLogs » :  
déjà plus de 140 blogueurs scientifiques à l'international !



Connectez-vous  
maintenant  
pour découvrir  
[www.SciLogs.fr](http://www.SciLogs.fr) !



Suivez les dernières actualités  
des blogueurs également  
sur les réseaux sociaux

Proposé par **SCIENCE** POUR LA



# Soigner avec les émotions musicales

Les émotions musicales résistent aux troubles de la mémoire. Dès lors, les neuroscientifiques cherchent à en décoder les mécanismes afin de les utiliser pour prendre en charge les malades atteints de pathologies neurologiques ou psychiatriques.

**Delphine Dellacherie,**

maître de conférences de psychologie à l'Université Lille 3 et neuropsychologue au CHRU de Lille, est membre de l'Équipe Neuropsychologie et cognition auditive, Laboratoire de neurosciences fonctionnelles et pathologie, LNFP, à Lille.

**Séverine Samson,**

professeur de psychologie à l'Université Lille 3, neuropsychologue à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris, et membre honoraire de l'Institut universitaire de France, dirige l'Équipe Neuropsychologie et cognition auditive, LNFP, (EA 4559), à Lille.

**S**elon le philosophe grec Platon, « Le rythme et l'harmonie sont particulièrement propres à pénétrer dans l'âme et à la toucher fortement ». Les plus grands penseurs se sont interrogés sur l'influence de l'écoute musicale sur nos états d'âme. L'émotion procurée par la musique, en particulier la sensation de plaisir, est certainement la raison principale qui nous incite à écouter de la musique. Nous pensons que c'est aussi une des explications des vertus thérapeutiques de la musique qui connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt et font l'objet de nouvelles approches grâce au développement des neurosciences affectives.

Un premier fait marquant a suscité l'intérêt des chercheurs. Des études neuropsychologiques ont montré que les émotions suscitées par la musique peuvent être préservées même quand la mémoire de la musique est perturbée par une pathologie, neurodégénérative notamment. Cette découverte nous aide à mieux comprendre le fonctionnement de l'esprit humain, mais, dans une perspective clinique, elle suggère que nous pourrions adapter les thérapies que nous proposons aux personnes présentant des troubles de la mémoire en tenant compte de leurs aptitudes émotionnelles. Pour cela, il est important de mieux comprendre comment naissent les émotions musicales. Puisque mémoire de la

musique et émotions musicales n'évoluent pas de la même façon, c'est que leurs substrats neuronaux diffèrent. Quelles sont donc les aires cérébrales des émotions musicales ?

## Frissons et autres émotions

Pour de telles études, les techniques de neuro-imagerie sont précieuses. La toute première étude de neuro-imagerie fonctionnelle examinant les émotions musicales a été réalisée en 1999 par l'équipe de Robert Zatorre à l'Université McGill, au Canada. Les réponses du cerveau à l'écoute de mélodies variant graduellement de consonantes à dissonantes ont été explorées au moyen de la tomographie par émission de positons. La musique consonante, jugée plus plaisante, déclenche diverses réponses cérébrales dans des zones bien déterminées, en particulier dans le striatum ventral qui fait partie du circuit de la récompense, et dont on sait qu'il est aussi impliqué dans les addictions.

Peu de temps après, en 2001, ces neuroscientifiques ont recherché les bases cérébrales du frisson musical. Cette expérience brève et intense de plaisir extrême, qu'il nous arrive de ressentir à certains passages d'un morceau de musique, est accompagnée de modifications corporelles observables, telle la chair de poule. Elle serait due à la libération d'endorphines, neurotransmetteurs à l'origine de la





sensation de plaisir. Cette étude de neuro-imagerie sur le frisson a permis de franchir une nouvelle étape en montrant que cette expérience musicale intense est associée à des modifications dans des zones particulières corticales et sous-corticales, notamment le striatum ventral, et d'autres régions du lobe temporal interne et du lobe frontal. Ce travail a confirmé un effet de la musique sur le système de récompense. La musique nous fait plaisir, parce qu'elle active le circuit cérébral de la gratification.

En 2011, ces chercheurs ont montré que le frisson est dû à la sécrétion de dopamine dans le striatum. Ainsi, le système dopaminergique, situé dans le striatum et lié à un réseau cérébral complexe incluant des structures des lobes temporaux et frontaux, sous-tendrait le plaisir si particulier que procure la beauté musicale, à la fois sensible et abstraite. Une telle découverte donne corps à la notion d'émotion esthétique, plaisir intense et désintéressé qui s'accompagne de transformations physiologiques.

Les nombreuses recherches sur la musique et le cerveau ont permis d'identifier une géographie de plus en plus précise des zones du cerveau impliquées dans l'écoute musicale, en particulier le cortex temporal supérieur spécialisé dans le traitement auditif et le lobe frontal inférieur sous-tendant la perception abstraite de la musique comme

la tonalité. Parallèlement, le cerveau des émotions inclut de nombreuses structures corticales et sous-corticales qui sont actives lorsqu'on écoute de la musique : l'amygdale, le lobe temporal antéro-médian, l'insula, le striatum, le cingulum antérieur, les cortex orbitofrontal, préfrontal et somato-sensoriel (voir la figure page 52). Ce qui pourrait rendre la musique unique, c'est qu'elle active simultanément ces aires réparties dans tout le cerveau. Comment l'activité de toutes ces régions est-elle orchestrée ?

Afin d'étudier la façon dont le cerveau réagit aux émotions musicales, nous avons enregistré l'activité du cerveau de personnes présentant une épilepsie résistante aux médicaments et qui devaient subir une intervention chirurgicale visant à faire disparaître les crises. Dans certains cas, cet examen précède

## En Bref

- Les émotions musicales activent diverses aires cérébrales, dont certaines font partie du circuit de la récompense.
- L'amygdale, une région clé dans l'évaluation des stimulus sensoriels, joue un rôle central.
- Les bénéfices de séances de musique sur les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, mais aussi sur leurs soignants, sont notables.
- De surcroît, ces effets semblent durables.

l'intervention chirurgicale : des électrodes sont implantées en profondeur dans le cerveau du patient pour préciser la localisation cérébrale du foyer des crises quand les autres examens ont échoué. Soulignons que ces recherches ne modifient en rien la prise en charge clinique de ces patients. La réponse de différentes populations de neurones est enregistrée à l'aide de ces électrodes. La méthode présente une excellente résolution à la fois spatiale et temporelle, y compris dans des zones profondes du cerveau, ce qui représente un atout essentiel pour la recherche dans le domaine qui nous intéresse.

Ces enregistrements nous ont permis d'évaluer la séquence d'activation de différentes régions cérébrales dont le cortex auditif, l'amygdale et le cortex orbitofrontal, quand on fait entendre aux sujets des accords musicaux consonants et dissonants. Nous avons ainsi montré que lors d'une expérience subjective de plaisir musical, c'est surtout le cortex orbitofrontal qui est activé. De plus, l'amygdale, qui est située en profondeur sur la face interne du lobe temporal, s'est révélée être une structure pivot dans un réseau dédié aux émotions musicales. Grâce à des analyses novatrices permettant d'identifier la direction des connexions entre des régions cérébrales, nous avons montré que si l'on fait entendre

à des sujets des accords consonants et dissonants, la connectivité de l'amygdale avec le cortex orbitofrontal et le cortex auditif est renforcée. L'amygdale, qui réagit très vite à ces stimulus émotionnels, aurait une influence sur des régions cérébrales responsables de l'analyse des propriétés acoustiques – dans le cortex auditif –, mais elle influencerait également les aires impliquées dans l'évaluation de la signification émotionnelle subjective *via* l'activation du cortex orbitofrontal.

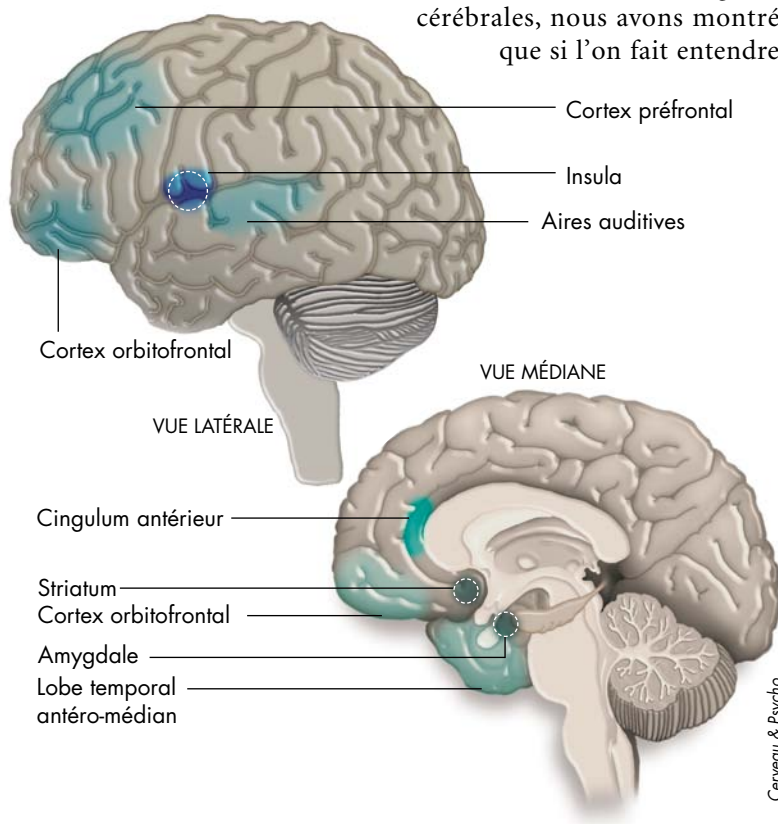
## Du ressenti émotionnel aux thérapies

Ainsi, les scientifiques qui s'intéressent aux émotions musicales obtiennent régulièrement de nouveaux résultats. Mais s'offre à eux un domaine tout aussi prometteur : l'étude des pratiques musicales à vocation thérapeutique. L'objectif de ces pratiques est d'utiliser la musique pour soulager des personnes atteintes de maladies, notamment neurologiques ou psychiatriques. Si différents travaux suggèrent un impact positif de ce type d'intervention sur le comportement, l'humeur ou le fonctionnement cognitif des patients, les études méthodologiquement rigoureuses sont rares, remettant souvent en question la validité des conclusions tirées de ces travaux.

Un champ important d'application de ces méthodes concerne la prise en charge des pathologies dégénératives et notamment des démences. Les troubles cognitifs (mémoire, langage, par exemple) et comportementaux (agitation, agressivité, etc.) sont fréquents. Ils constituent la cause principale de placement des malades dans des institutions et sont aussi à l'origine de la souffrance des aidants. Devant l'efficacité limitée de l'approche pharmacologique pour surmonter ces difficultés, le développement des thérapies non médicamenteuses se révèle prometteur. Dans ce contexte, la musique s'impose comme un support privilégié. Outre ses nombreuses caractéristiques, il apparaît que les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ou de troubles apparentés conservent, même à des stades avancés, une sensibilité intrigante à la musique, qui justifie son utilisation à des fins thérapeutiques.

Pour démontrer les bénéfices thérapeutiques de la musique chez ces personnes,

**De nombreuses aires cérébrales** participent au traitement des émotions musicales. L'emplacement des principales aires a été schématisé ci-dessous (celles entourées de pointillés sont situées en profondeur).



## Certains malades conservent, même à des stades avancés, une sensibilité à la musique qui justifie son utilisation à des fins thérapeutiques.

notre équipe à Lille, en collaboration avec le Centre hospitalo-universitaire régional de Reims (EHPAD-USLD et CMRR), réalise des essais cliniques en comparant l'effet de l'intervention musicale à deux autres activités plaisantes et tout aussi attractives (par exemple la peinture ou la cuisine) chez des personnes vivant en institution.

### Une méthode adaptée à la clinique

Dans les études que nous avons publiées en 2012 et 2014, nous avons choisi la cuisine qui, comme la musique, déclenche du plaisir tout en stimulant différents systèmes sensoriels. Ces interventions réalisées en groupes permettent d'alterner des phases d'écoute et des phases de pratique musicale : nous testons ainsi les liens entre perception et action.

Toutes deux réveillent des souvenirs anciens sans nécessiter de communication verbale. Dans ces études, de nombreuses autres variables ont été contrôlées pour s'assurer que la durée et le contexte des stimulations par la musique et par la cuisine sont équivalents. Des précautions ont aussi été prises pour éviter les biais méthodologiques. Dans notre dernière étude (actuellement en cours), les données recueillies chez les patients qui ont bénéficié de ces interventions sont comparées à celles obtenues auprès d'un groupe témoin recevant les soins habituels sans intervention de la musique ou de la cuisine.

Nous cherchons à préciser les conséquences à court et à long termes de ces activités sur l'état émotionnel de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer d'après leurs expressions faciales, leur humeur et leur discours, en utilisant des méthodes développées en psychologie sociale. Nous évaluons aussi leurs effets sur le statut cognitif et fonctionnel ou encore sur le comportement des patients avec des tests neuropsychologiques. Enfin, nous étudions les retombées indirectes de ces prises en charge sur la souffrance des aidants.

Selon nos premiers résultats, il ne fait aucun doute que participer à une activité qui suscite du plaisir améliore l'état émotionnel de personnes malades. Nous observons des bénéfices après seulement quatre semaines, soit 16 heures, et ils persistent parfois plusieurs semaines après l'arrêt des séances : les effets apparaissent très vite et semblent durables. Ainsi, la pratique de la musique comme celle de la cuisine seraient bénéfiques, confirmant l'impact positif des activités agréables et plaisantes sur le bien-être des patients et des aidants.

### Des bénéfices spécifiques

Ces recherches portant sur les émotions musicales et les bénéfices thérapeutiques de la musique ouvrent vers des approches de terrain concrètes, agréables pour tous les acteurs, faciles à appliquer et peu coûteuses, qui améliorent l'état émotionnel des sujets. En effet, la musique, par le biais des émotions qu'elle suscite, module nos états affectifs et cognitifs, ce qui lui confère un important pouvoir de cohésion sociale. Les bénéfices thérapeutiques de la musique tiennent certainement à sa composante hédonique et émotionnelle couplée à son rôle dans la communication et le lien social, dont les patients manquent souvent.

Peut-on pour autant considérer que les émotions musicales ont une spécificité qui les rend uniques ? Bien que nos premiers travaux ne montrent pas de différences entre les interventions musicales et non musicales, nous étudions la spécificité des activités musicales sur les interactions sociales. Les échanges, la pratique du chant choral, la synchronisation des mouvements, l'induction émotionnelle par l'écoute de musique gaie ou triste sont autant de comportements qui font peut-être de la musique son originalité. Enfin, certains résultats suggèrent que l'effet de la musique serait plus durable que celui d'autres activités plaisantes. La musique aurait bien des bénéfices spécifiques. ■

#### Bibliographie

- P. Narme et al.**, *Efficacy of non-pharmacological treatments in dementia: Evidence from a randomized controlled trial*, in *J. of Alzheimer Disease*, vol. 38, pp. 359-369, 2014.
- V. Salimpoor et al.**, *Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music*, in *Nat. Neurosc.*, vol. 14(2), pp. 257-262, 2011.
- S. Koelsch**, *Towards a neural basis of music-evoked emotions*, in *Trends Cogn. Sci.*, vol. 14(3), pp. 131-137, 2010.
- D. Dellacherie et al.**, *The birth of musical emotion: a depth electrode case study in human*, in *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1169, pp. 336-341, 2009.
- A. Baird et S. Samson**, *Memory for music in Alzheimer's Disease: Unforgettable?*, in *Neuropsychology Review*, vol. 19, pp. 85-101, 2009.

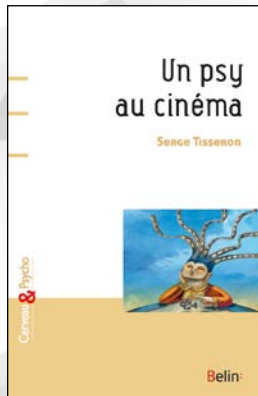


# La librairie Cerveau & Psycho

Le savoir scientifique au fil des pages

## Un psy au cinéma

Serge Tisseron



Le cinéma fascine. Il surprend, il amuse, il nous permet de nous évader, il émeut. Chacun a son avis sur les films qu'il voit. Mais si le cinéma nous parlait d'abord de nous ? De ce que nous sommes, de nos peurs avouées ou non, de nos bassesses et de nos grandeurs ? Il s'agirait moins alors de le comprendre que de nous comprendre à travers lui,

individuellement, mais aussi collectivement.

Éditions Belin 2013  
280 pages – 25 euros – ISBN 978-2-84245-127-1

## Le cerveau mélomane

Emmanuel Bigand (dir.)



La musique touche tout un chacun et suscite de multiples émotions. Elle ne laisse personne indifférent. Ce que l'on sait moins, c'est la puissance de la musique. Puissance sur les capacités cognitives et intellectuelles de ceux qui en écoutent souvent ou qui la pratiquent ;

mais aussi puissance thérapeutique chez certains sujets.

Éditions Belin 2013  
200 pages – 21 euros – ISBN 978-2-84245-118-9

## Les sens trompés

Des anomalies du cerveau aux comportements étranges

Patrick Verstichel



Cet ouvrage est un recueil des articles que le neurologue Patrick Verstichel a publiés dans le magazine *Cerveau & Psycho*. L'auteur, médecin clinicien, nous propose des « enquêtes médicales » sur des cas cliniques parfois difficiles à élucider !

Éditions Belin-Pour la Science 2013  
160 pages – 25 euros  
ISBN 978-2-8424-5111-0

## Maux d'artistes

Ce que cachent les œuvres

Sebastian Dieguez



Existe-t-il des liens cachés entre une œuvre d'art – une peinture, une sculpture, une composition musicale ou une œuvre littéraire – et une maladie de l'esprit que présentait son auteur ? Examinant divers chefs-d'œuvre avec un regard de neuropsychologue, Sebastian Dieguez analyse plus d'une vingtaine d'œuvres de

Dostoïevski, Monet, De Chirico, Proust, Van Gogh, etc.

Éditions Belin / Pour la Science 2010  
176 pages – 25,40 euros – ISBN 978-2-8424-5101-1

Pour commander ces ouvrages, rendez-vous sur [www.cerveauetpsycho.fr](http://www.cerveauetpsycho.fr)



Métabolisme et cerveau	55	Des barrières cérébrales modulables	64
Du café contre la maladie d'Alzheimer	56	La dépression due à une inflammation ?	70
Caféine et grossesse : un impact avéré	62		

# Métabolisme et cerveau

**S**i la place de la génétique a été largement évoquée pour expliquer la survenue des maladies neurodégénératives, des accidents vasculaires cérébraux ou de l'épilepsie, l'implication de l'expérience personnelle et de l'environnement est souvent sous-estimée. Parmi ces facteurs environnementaux, les aspects nutritionnels et métaboliques, c'est-à-dire l'ensemble des réactions biochimiques qui se déroulent dans l'organisme, jouent un rôle essentiel.

La maladie d'Alzheimer est un bon exemple de maladies neurologiques dont le risque est lié non seulement à des facteurs génétiques, mais également à des facteurs environnementaux. L'environnement au sens large (nutrition, activité, comportements sociaux, éducation, drogues, hormones...) a un impact notable sur la physiopathologie de la maladie.

Rappelons que cette maladie neurodégénérative liée à l'âge se caractérise par la présence conjointe de dépôts extracellulaires, composés d'agrégats d'une petite molécule, le peptide amyloïde, et d'une dégénérescence neurofibrillaire, constituée de l'accumulation, dans les neurones, d'une protéine, nommée tau, anormale. En plus de ces deux lésions, il existe une composante inflammatoire. Sans revenir ici sur les facteurs génétiques, insistons sur l'importance de l'environnement.

Plusieurs études ont constaté que l'incidence de la maladie d'Alzheimer est plus faible chez les personnes ayant un niveau d'éducation élevé que chez les individus ayant quitté le système scolaire précocement. Lire, apprendre, jouer augmentent ce que l'on nomme la réserve cognitive, qui permet de ralentir le déclin cognitif et le risque de démence. Par ailleurs, la pratique d'une acti-

tivité physique régulière favorise la libération de molécules dites neurotrophines et la production de nouveaux neurones – ou neurogenèse –, qui contribuent au développement de cette réserve cognitive. Cette activité physique est également associée à une réduction du stress oxydant, de la neuro-inflammation, et à une amélioration du métabolisme cérébral.

L'alimentation est une composante importante de la maladie d'Alzheimer. Une alimentation riche en sucre et en graisse favorise la maladie. À l'inverse, un régime de type méditerranéen (riche en fruits, légumes, céréales, huile d'olive, et pauvre en viande et produits laitiers) réduit le risque. Il y a donc un lien entre les systèmes périphérique et central qui s'explique sans doute par une perméabilité variable des barrières cérébrales vis-à-vis des hormones, facteurs de croissance, toxines, etc.

## Agir sur l'alimentation pour préserver le cerveau

Tous ces travaux indiquent qu'en agissant sur les facteurs environnementaux, on peut influencer sur le cours de la démence : en combinant tous les facteurs de protection, on estime qu'une réduction de 25 pour cent des facteurs de risques éviterait trois millions de nouveaux cas de maladie d'Alzheimer dans le monde.

Ces rappels sur la maladie d'Alzheimer, qui représentera une des questions majeures de santé publique dans les années à venir, illustrent le rôle que jouent l'alimentation et le bon (ou moins bon) fonctionnement de l'organisme dans la santé mentale. Diverses recherches en cours visent à comprendre comment on pourrait aussi éviter d'autres maladies en agissant sur l'alimentation. Quelques exemples sont abordés dans les articles qui suivent. ■

**Luc Buée,**

dirige l'Unité Inserm UMR837 Alzheimer & Tauopathies, au Centre de recherches Jean-Pierre Aubert, du CHR-Université de Lille.



La Société des neurosciences organise ses premières journées thématiques, **Perturbations métaboliques dans les maladies neurologiques et mentales**, qui se tiendront à Lille, les 19 et 20 mai 2014.

# Du café contre la maladie d'Alzheimer ?

De plus en plus d'études suggèrent que le café permet de lutter contre la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson. Des analogues de la caféine pourraient compléter les thérapies du futur.

## David Blum

est chargé de recherche à l'UMR Inserm U837 à l'Université Lille 2 / CHRU-Lille, « Alzheimer & Tauopathies », à Lille.

## Luisa V. Lopes

est chercheuse en neurosciences à l'Institut de médecine moléculaire, à Lisbonne, Portugal.

Le café est aujourd'hui la boisson la plus consommée au monde après l'eau, avec environ un milliard de tasses de café bues chaque jour. Le café est apprécié pour son arôme et ses propriétés stimulantes, mais sait-on qu'il pourrait agir efficacement contre les maladies neurodégénératives, un des plus grands fléaux du XXI<sup>e</sup> siècle ?

Que se passe-t-il lorsque nous buvons du café ? La principale substance active qu'il contient, la caféine, se répand dans le corps. Elle peut atteindre sa concentration maximale dans le sang au bout de 15 minutes à peine, deux heures au plus. Elle pénètre dans le cerveau, grâce à sa capacité de traverser le réseau sanguin qui protège l'encéphale de la plupart des corps étrangers, la barrière hémato-encéphalique. Parvenue dans le cerveau, elle exerce des effets principalement sur l'attention et la vigilance. Toutefois, des travaux récents suggèrent qu'elle pourrait aussi avoir des

effets bénéfiques dans diverses situations neurodégénératives.

Depuis 2000, plusieurs études ont montré que la consommation de café ou de caféine est associée à un plus faible risque de développer une maladie de Parkinson. Plus récemment, en 2013, une synthèse de nombreux travaux sur ce thème a révélé qu'effectivement, la consommation d'au moins deux tasses de café par jour réduit de façon significative le risque de développer cette maladie. Certains symptômes de la maladie (notamment les « dyskinésies », des mouvements anormaux involontaires et incontrôlés du patient) sont également moins fréquents chez les consommateurs de café.

Comment expliquer cette association entre la consommation de café et les risques réduits de développer la maladie de Parkinson ? Cette maladie se manifeste en premier lieu par une diminution du nombre de neurones dits dopaminergiques (utilisant la dopamine comme messenger chimique),

## En Bref

- Les études épidémiologiques montrent que consommer deux à quatre tasses de café par jour réduit le risque de développer la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer.
- La caféine agit sur des récepteurs présents dans le cerveau et protège les neurones contre les processus dégénératifs, en atténuant notamment certains mécanismes inflammatoires.
- Des études cliniques concluantes voient le jour concernant la maladie de Parkinson. Elles restent à réaliser dans le cadre de la maladie d'Alzheimer.

dans une région nommée substance noire. Cela se traduit par une baisse de la concentration de dopamine dans le striatum, la zone cérébrale connectée à la substance noire. Cette diminution est à l'origine des troubles moteurs des patients (tremblements, mouvements involontaires, raideur).

Certains composés toxiques (la toxine nommée MPTP, par exemple) détruisent également les neurones de la substance noire quand on les injecte à des souris : ces animaux présentent alors des altérations cérébrales évoquant la maladie de Parkinson. Or, si on leur administre simultanément de la caféine, on constate que cette molécule les protège contre les effets destructeurs des toxines et préserve les neurones dopaminergiques. De même, certains insecticides suspectés de déclencher la maladie de Parkinson chez les agri-

culteurs deviennent moins nocifs pour les neurones dopaminergiques de souris à qui l'on injecte de la caféine en complément – que ce soit de manière préventive ou après l'exposition au composé toxique. De façon générale, la caféine améliore la survie des neurones dopaminergiques de la substance noire et maintient les concentrations de dopamine dans le striatum.

Un effet similaire s'observe avec les produits dérivés de la caféine, car la molécule est dégradée par l'organisme (métabolisée), en sous-produits, tels que la théophylline et la paraxanthine, lesquelles présentent le même effet protecteur sur les neurones dopaminergiques. De surcroît, le café contient d'autres molécules telles que l'eicosanoyl-5-hydroxytryptamide qui pourraient aussi jouer un rôle neuroprotecteur, anti-inflammatoire et antioxydant.

**I. Deux à quatre tasses de café par jour** pourraient être un bon complément à l'activité intellectuelle pour maintenir un cerveau en bonne condition.



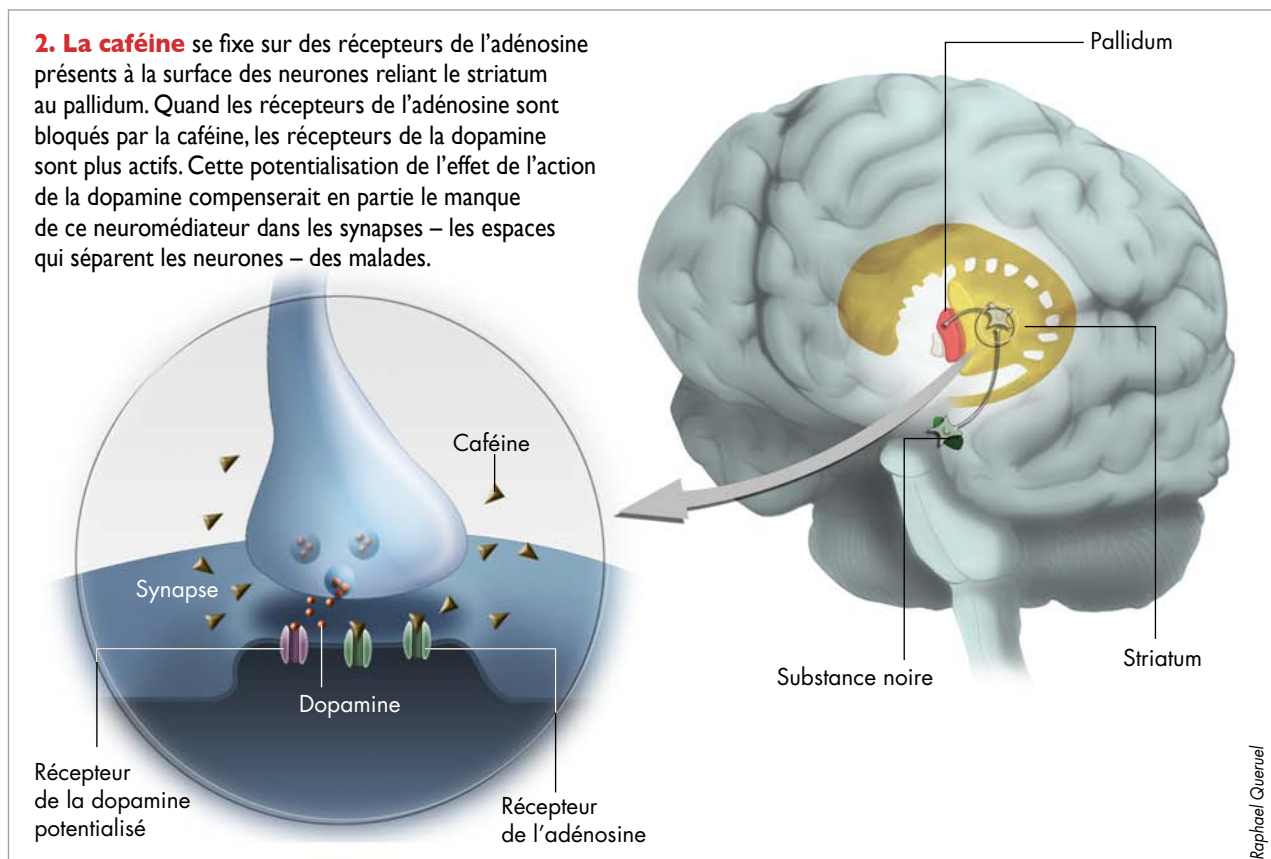
gratvision / Shutterstock

Dès lors, comment la caféine empêche-t-elle la dégradation des neurones dopaminergiques chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson ? La caféine agit principalement en se fixant sur des molécules dotées d'une structure complémentaire et présentes à la surface des cellules du cerveau, neurones et cellules gliales. Ces molécules sont nommées récepteurs adénoenergiques car, en l'absence de caféine, ils sont sensibles à l'adénosine, un messenger chimique produit par la plupart des neurones en activité. La caféine empêche l'adénosine de se fixer sur ses récepteurs et les bloque (voir la figure 2). Il existe plusieurs types de récepteurs de l'adénosine, notamment les récepteurs A2A qui semblent plus particulièrement impliqués dans les effets protecteurs de la caféine.

Se pose alors une nouvelle question : pourquoi le blocage des récepteurs adénoenergiques de type 2A aide-t-il les neurones à survivre ? Le plus probable est que cette protection passe par d'autres cellules environnant les neurones, les cellules gliales. En

effet, les récepteurs adénoenergiques sont présents à la surface de ces cellules, où ils favoriseraient la libération de molécules inflammatoires (le monoxyde d'azote, la prostaglandine E2, ou le facteur de nécrose tumorale, TNF) et de neurotransmetteurs excitateurs tel le glutamate, molécules dont l'action excessive serait fatale aux neurones.

Ainsi, en limitant l'activation des récepteurs adénoenergiques des cellules gliales, la caféine diminuerait la production de molécules inflammatoires et améliorerait la survie des neurones avoisinants. Outre cette action sur les cellules gliales, quel effet la caféine exerce-t-elle sur les neurones ? Certains d'entre eux, qui relient le striatum au pallidum, portent des récepteurs adénoenergiques en plus des récepteurs de la dopamine. Or, quand les récepteurs adénoenergiques sont inhibés, les récepteurs dopaminergiques sont activés, et inversement. C'est pourquoi la caféine, en bloquant le récepteur adénoenergique, augmente l'activité des récepteurs de la dopamine...





La suractivation des récepteurs dopaminergiques compenserait la baisse de la concentration de dopamine dans le striatum, baisse due à la dégénérescence des neurones dopaminergiques issus de la substance noire. Cette suractivation entraînerait notamment une meilleure efficacité des médicaments telle la L-DOPA, une molécule qui reproduit les effets de la dopamine.

## Caféine contre Parkinson

Ainsi, la caféine semble être un traitement à considérer dans le contexte de la maladie de Parkinson. Ses effets, ainsi que ceux d'autres molécules qui bloquent également l'action des récepteurs adénosinergiques de type 2A, ont été évalués à plusieurs reprises chez des personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Dès 1974, le neurobiologiste suédois Kjell Fuxe et le neurologue américain Ronald Kartzinel, puis les neurobiologistes Thomas Chase et Ira Shoulson, ont réalisé des études visant à identifier les effets de la caféine chez des parkinsoniens en association avec de la L-DOPA. Ces études n'ont pas permis de conclure, notamment à cause des doses très élevées qui étaient utilisées. Plus récemment, la neurologue Mayumi Kitagawa de la Faculté de médecine de Hokkaido au Japon a mesuré des effets bénéfiques d'un traitement à faible dose, tout en constatant un effet de tolérance, à savoir que le traitement perd progressivement son efficacité.

Plus récemment, Ronald Postuma à l'Université McGill au Canada a réalisé un essai clinique contrôlé pour évaluer les effets de la caféine à dose modérée chez 61 malades. Dans cette étude, alors que la caféine ne semblait pas améliorer la somnolence diurne excessive (un des premiers symptômes de la maladie), les chercheurs ont constaté une amélioration de la motricité, notamment une diminution de la lenteur des mouvements (la bradykinésie) et de la rigidité. Malgré leur caractère préliminaire et bien que le problème de la tolérance n'ait pas été abordé, ces résultats suggèrent pour la première fois un effet anti-parkinsonien de la caféine chez les malades. Toutefois, les effets de la caféine dépendraient de variants génétiques, liés notamment aux enzymes nommées cyto-

*« La caféine améliore la survie des neurones dopaminergiques de la substance noire, une zone du cerveau touchée par la maladie de Parkinson. »*

chrome oxydases qui la dégradent. Voilà qui incite à intégrer aux futures études des analyses plus précises des sujets en fonction de ces variants génétiques.

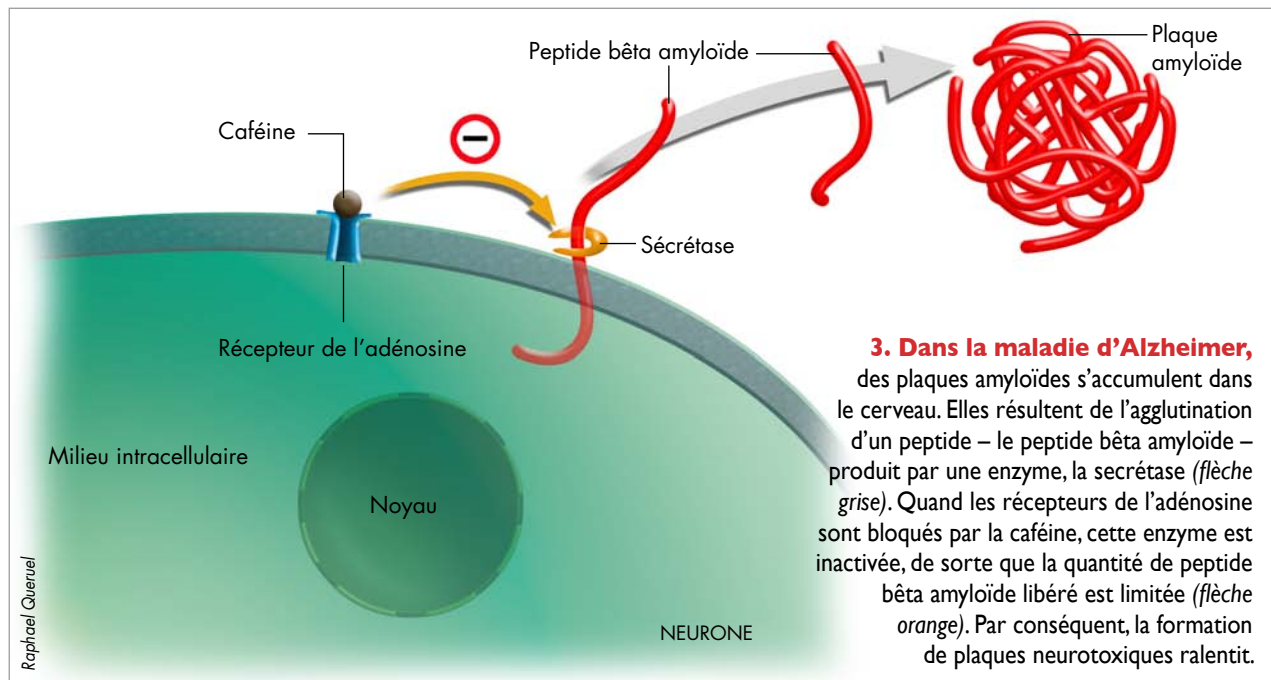
À la place de la caféine, pourrait-on utiliser ce que l'on nomme des antagonistes des récepteurs adénosinergiques de type 2A, qui agissent de la même façon en bloquant ces récepteurs ? Certains de ces composés ont été testés ou le sont actuellement, parfois dans des essais cliniques de phase III. Certains d'entre eux (l'istradefylline, le preladenant, le SYN115...) sont bien tolérés par les patients. Ils améliorent surtout l'efficacité de la L-DOPA. Une étude par IRM fonctionnelle indique que le blocage des récepteurs adénosinergiques modifie l'activité des neurones reliant le striatum et le pallidum, ce qui est en accord avec les données expérimentales.

Malheureusement, à ce jour, aucune étude n'a montré un quelconque effet neuroprotecteur de ces antagonistes. L'essai de phase III concernant le preladenant a été récemment interrompu, car il s'est révélé inefficace en monothérapie (c'est-à-dire en l'absence d'autre traitement). Il semblerait par conséquent que la caféine a un effet potentiellement protecteur avant l'apparition de la maladie et qu'elle augmente l'efficacité des traitements déjà disponibles. En revanche, son effet curatif chez l'homme reste à évaluer.

## Alzheimer et les promesses du café

Comme pour la maladie de Parkinson, la caféine réduirait le risque de développer une maladie d'Alzheimer. Il est établi que la caféine favorise les processus attentionnels, l'éveil, le traitement de l'information et a, de ce fait, un impact notable sur les performances cognitives de l'homme et





de l'animal. Des travaux récents suggèrent également un effet de la caféine sur les processus mnésiques, la mémoire à long terme en particulier, indépendamment de ses effets attentionnels. Dès lors, on est tenté de faire un rapprochement avec les études épidémiologiques suggérant que la consommation régulière de caféine réduit le déclin cognitif au cours du vieillissement. De telles observations ont été rapportées dès 2002 par la neurologue Marilyn Johnson-Kozlow, du Collège de Palomar à San Marcos en Californie, puis par Karen Ritchie, à l'Inserm de Montpellier, ou Bouke Maria van Gelder, de l'Institut de santé publique des Pays-Bas, en 2007. Les effets protecteurs de la caféine seraient les plus marqués pour des doses comprises entre trois et cinq tasses par jour, soit 300 à 500 milligrammes de caféine par jour. En 2002, les neurologues portugais Luís Maia et Alexandre Mendonça ont publié les résultats d'une étude rétrospective montrant que les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ont consommé trois fois moins de caféine au cours des 20 années qui ont précédé l'apparition de la maladie que les sujets sains du même âge.

Plus récemment, en 2012, le neuroscientifique Chuanhai Cao, de l'Université de

Floride du Sud, aurait observé – ces informations restent à confirmer – que les concentrations de caféine dans le sang permettraient de prévoir le risque de développer la maladie, voire le moment où le sujet passerait du déclin mnésique modéré à la maladie d'Alzheimer. La consommation régulière de caféine réduirait le déclin cognitif et le risque de développer la maladie d'Alzheimer. Toutefois, nous devons souligner qu'une autre étude récente n'a pas confirmé cette association. Mais dans cette étude, l'examen *post mortem* du cerveau des personnes ayant consommé le plus de caféine a révélé une proportion particulièrement faible de lésions neuropathologiques et de lésions vasculaires. Ces observations suggèrent que la caféine freinerait aussi les mécanismes physiopathologiques du déclin cognitif.

## Moins de plaques amyloïdes

La maladie d'Alzheimer se caractérise, entre autres, par l'accumulation dans le cerveau des patients d'agrégats de peptide bêta amyloïde, nommés plaques amyloïdes. La caféine, prise à des doses qui correspondent à deux tasses de café pour un homme, réduit la quantité de ces plaques,

ainsi que les concentrations de peptide bêta amyloïde, chez des souris qui ont tendance à en produire beaucoup à cause de modifications génétiques.

Ces effets bénéfiques sont observés que les animaux aient été traités précocement, bien avant de présenter des troubles mnésiques, ou pendant quatre à cinq semaines à un âge avancé alors que les troubles cognitifs sont déjà marqués. Voilà qui laisse entrevoir deux cadres de traitement, l'un préventif en accord avec les études épidémiologiques, l'autre thérapeutique, le traitement intervenant une fois les lésions et les troubles installés.

## Les effets neuroprotecteurs

Comment expliquer de tels effets protecteurs ? Tout d'abord, des expériences montrent que la caféine limite la mort neuronale causée par le peptide bêta amyloïde et que les antagonistes des récepteurs adénosinergiques de type 2A (rappelez-vous que ces molécules empêchent l'activation des récepteurs) agissent de la même façon : il semble donc que la caféine protège les neurones par un blocage des récepteurs adénosinergiques. Par ailleurs, ces mêmes antagonistes empêchent les peptides bêta amyloïdes de provoquer l'amnésie observée chez des animaux de laboratoire quand ils sont injectés dans leur cerveau. De surcroît, on a récemment observé que l'activation des récepteurs adénosinergiques favorise la formation de fragments du peptide amyloïde particulièrement toxiques pour les neurones : le blocage de ces récepteurs aurait des effets positifs. La situation est toutefois complexe, car ces effets impliquent probablement, outre les neurones et leurs connexions synaptiques, les cellules gliales qui les entourent.

Enfin, les plaques amyloïdes ne sont pas la seule cause des lésions cérébrales observées. Une autre protéine (la protéine Tau) est responsable de lésions dites neurofibrillaires sur lesquelles la caféine agirait également. Dans notre laboratoire, nous avons montré que des souris développant ces lésions neurofibrillaires voyaient leur mémoire améliorée par un traitement avec de la caféine, et nous avons notamment observé que cet effet passait par une neutralisation de certains processus chimiques comme la

phosphorylation qui modifient la protéine Tau et la rendent toxique.

Toutes ces recherches livrent finalement un enseignement précieux : l'activité des récepteurs adénosinergiques dans le cerveau favorise l'apparition des lésions neuronales et des troubles de la mémoire observés dans la maladie d'Alzheimer. C'est d'ailleurs en accord avec ce qu'on observe dans le cerveau des malades puisque la quantité des récepteurs adénosinergiques y est plus importante que chez des personnes non atteintes du même âge. Neutraliser ces récepteurs par de la caféine ou des molécules ayant elles aussi la propriété de les bloquer paraît donc sensé.

Contrairement à ce que l'on constate avec la maladie de Parkinson, les essais thérapeutiques relatifs à l'usage de la caféine et aux antagonistes des récepteurs adénosinergiques sont inexistantes chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Mais les données cliniques obtenues dans le cadre de la maladie de Parkinson devraient faciliter le démarrage de tels essais.

## Plaidoyer pour un essai clinique

L'état des connaissances apparaît donc suffisant pour évaluer les effets de la caféine chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. La récente démonstration des effets bénéfiques de la caféine sur les processus de mémorisation à long terme chez l'homme est un argument supplémentaire pour commencer un essai clinique.

Aujourd'hui, le café, la caféine et ses analogues de synthèse représentent probablement un moyen de lutte intéressant contre des maladies neurodégénératives répandues et handicapantes. Les années à venir seront déterminantes pour savoir ce qui peut être réellement mis en place au niveau thérapeutique. Mais la caféine perturbe le sommeil, or c'est durant le sommeil que les plaques amyloïdes impliquées dans la maladie d'Alzheimer sont « nettoyées ». Comme souvent, il faudra trouver l'équilibre qui conviendra le mieux à chaque personne, en fonction de ses besoins et de sa situation. Quoi qu'il advienne, le café, boisson plébiscitée dans le monde entier, montre une fois encore qu'il a des vertus insoupçonnées. ■

## Bibliographie

- V. Flatenet et al.,** *From epidemiology to pathophysiology: what about caffeine in Alzheimer's disease?*, in *Biochem. Soc. Trans.*, vol. 42(2), pp. 587-592, 2014.
- D. Borota et al.,** *Post-study caffeine administration enhances memory consolidation in humans*, in *Nat. Neurosci.*, vol. 17(2), pp. 201-203, 2014.
- C. Laurent et al.,** *Beneficial effects of caffeine in a transgenic model of Alzheimer's disease-like Tau pathology*, *Neurobiology of Aging*, 2014
- R. Postuma et al.,** *Caffeine for treatment of Parkinson disease: a randomized controlled trial*, in *Journal Neurology*, vol. 79(7), pp. 651-658, 2012.

# Café et grossesse : un impact avéré

Malgré ses multiples vertus, le café est à déconseiller à la femme enceinte, car il perturbe le développement du cerveau du fœtus.

**Christophe Bernard**

est directeur de recherche à l'Institut de neurosciences des systèmes, à l'UMR INSERM 1106, de l'Université Aix-Marseille.

La caféine est la substance psychoactive (qui agit sur le cerveau) la plus consommée dans le monde, y compris pendant la grossesse. À l'heure où l'on met en garde la femme enceinte contre la consommation d'alcool et le tabac, il est difficile de ne pas se poser une question analogue à propos de la caféine : sa consommation a-t-elle un impact sur le développement du fœtus ?

Les effets de la caféine pendant la grossesse ont été débattus pendant très longtemps, les données cliniques et les études chez l'animal n'apportant pas de réponse claire. Toutefois, en 2013, une étude menée sur plus de 59 000 femmes norvégiennes a, pour la première fois, montré que la consommation de café pendant la grossesse (150 milligrammes par jour, soit l'équivalent d'un bol) réduit notablement le poids du bébé à la naissance. Comment la caféine agit-elle ? Deux scénarios semblent possibles : la caféine modifierait le métabolisme de la mère, ce qui influencerait sur le développement de l'enfant ; ou bien, elle agirait directement sur le fœtus. La question mérite d'être posée, car la caféine traverse la barrière placentaire et pénètre dans le cerveau en développement du fœtus.

Afin de comprendre les conséquences de la prise de caféine pendant la grossesse sur le cerveau du fœtus, il a fallu passer par une étude chez la souris. À cette fin, nous avons ajouté de la caféine à l'eau que buvaient des

souris femelles gestantes, et après la naissance des petits jusqu'à leur sevrage. Les doses utilisées équivalaient à la consommation de deux expressos par jour chez une femme. Nous avons d'abord vérifié que cette ingestion de caféine reproduisait la quantité de caféine transmise par le cordon ombilical des femmes consommant du café pendant leur grossesse. Ensuite, nous avons examiné les circuits neuronaux des petits et noté des modifications importantes.

## Une migration altérée des neurones

Pendant le développement du cerveau d'un bébé, certains neurones se forment dans des régions bien particulières, puis ils migrent, parfois sur de grandes distances, afin d'atteindre les régions où ils seront fonctionnels. Ces neurones portent des récepteurs sur lesquels se fixent les messagers chimiques, nommés neurotransmetteurs, présents dans leur environnement.

La caféine se fixe sur certains de ces récepteurs, les récepteurs A2A de l'adénosine (*voir aussi l'article page 60*). Ce faisant, la caféine bloque l'action de l'adénosine. Nous avons constaté que le blocage des récepteurs de type A2A par la caféine perturbe la migration des neurones dans le cerveau des fœtus de souris : les neurones atteignent leur cible avec plusieurs jours de retard (ce qui équivaut à plusieurs semaines de retard dans



Apport de caféine selon divers aliments		
Produit	Taille d'une portion	Caféine (en milligrammes)
Café infusé	 237 millilitres (une tasse)	135
Café instantané		76 à 106
Café décaféiné		5
Thé vert	 237 millilitres	30
Thé en feuilles ou en sachets		50
Cola	 355 millilitres (une cannette)	36 à 46
Cola de régime		39 à 50
Lait au chocolat	 237 millilitres	8
Gâteau au chocolat		36
Chocolat de cuisson non sucré		25 à 58

D'après B. Harland et al., *Nutrition*, vol. 16(7-8), pp. 522-526, et M. Shils et al., *Williams et Wilkins, Waverly Company, 1999*

le cerveau d'un fœtus humain). Or, pendant ce temps, ces régions se construisent sans eux, ce qui entraîne un déséquilibre de leur activité neuronale. Nous avons constaté que ces aires deviennent plus sensibles aux crises d'épilepsie.

## Des troubles de la mémoire

Après le sevrage, nous avons laissé les petits grandir jusqu'à ce qu'ils atteignent l'âge adulte sans être exposés à la caféine. Nous avons alors montré que de nombreux neurones portant le récepteur A2A au cours du développement étaient absents, ce qui causait des déséquilibres dans l'activité électrique au sein des réseaux contenant ces neurones. De surcroît, devenues adultes, ces souris avaient une moins bonne mémoire spatiale.

Pour la première fois donc, nous avons établi, chez la souris, que la consommation de caféine au cours de la gestation a des conséquences délétères pour le cerveau des fœtus aussi bien sur le court terme (une plus grande vulnérabilité à l'épilepsie chez le souriceau) que sur le long terme (des déficits mnésiques chez la souris adulte).

Le cerveau humain ne se développe pas à la même vitesse que celui de la souris. La durée de la gestation est beaucoup plus courte chez la souris (20 jours) que chez l'homme, et à la naissance, le cerveau humain présente des caractéristiques plus matures que celui de la souris. Dès lors, à ce

stade, des études prospectives et rétrospectives réalisées chez la femme enceinte sont donc nécessaires pour savoir si ces observations sont transposables.

Toutefois, il ne serait pas surprenant que nous parvenions à des conclusions similaires. Le cerveau immature est très sensible aux perturbations externes et l'on sait que les autres substances psychoactives, telles que l'alcool, la nicotine, le cannabis, la cocaïne ou l'héroïne, prises pendant la grossesse, ont des effets très néfastes sur le cerveau en développement. Ces effets ont été démontrés tant chez l'animal que chez l'homme. C'est pour cette raison qu'il existe aujourd'hui des recommandations très précises des organismes de santé publique pour lutter contre la consommation de ces substances pendant la grossesse.

Aujourd'hui, en France, le café ne fait pas l'objet de recommandations du même ordre. De telles recommandations existent dans les pays nordiques et aux États-Unis. Les observations détaillées que nous avons réalisées chez la souris confirment l'intérêt d'études à long terme chez l'homme. En outre, insistons sur le fait que de nombreux produits de consommation courante, hormis le café, contiennent de la caféine, qu'il s'agisse de sodas, de chocolat ou de confiseries (*voir l'encadré ci-dessus*). Sans oublier qu'en dehors de la grossesse qui ne dure qu'un temps, le café présente diverses vertus ! ■

## Bibliographie

**C. Silva et al.,**  
Adenosine receptor antagonists including caffeine alter fetal brain development in mice, in *Sci. Transl. Med.*, vol. 5(197), 197ra104, doi: 10.1126/scitranslmed.3006258, 2013.

# Des barrières cérébrales modulables

La perméabilité de certains vaisseaux alimentant le cerveau change en fonction des besoins en énergie de l'organisme. La plasticité de cette interface serait impliquée dans la régulation de la prise alimentaire.

Une nouvelle piste pour expliquer l'obésité ?

**Bénédicte Dehouck,**

maître de conférences à l'Université d'Artois, est chercheur dans l'Unité Inserm U837, Équipe Développement et plasticité du cerveau postnatal, à Lille.

**Jean-Louis Nahon,**

directeur de recherche CNRS, dirige l'Équipe Génomique et évolution en neuroendocrinologie, de l'Institut de pharmacologie moléculaire et cellulaire, à Sophia Antipolis, à Valbonne.

Souvent perçu comme une structure qui commande tout – le mouvement, les sens, les émotions, la pensée, le corps, etc. –, le cerveau est en fait à l'écoute des organes qu'il contrôle, et il « dialogue » avec eux. Il adapte les réponses de l'organisme à ses besoins et maintient l'homéostasie, l'équilibre de tous ses constituants. Les échanges d'informations entre les organes périphériques et le cerveau s'effectuent par des interfaces, qui permettent aux signaux dits « périphériques », c'est-à-dire les molécules produites par les organes ou apportées par l'alimentation, d'atteindre leurs cibles cérébrales, *via* le sang, pour y exercer leurs effets.

Les voies de communication entre le sang et le tissu cérébral ont un rôle primordial, car elles doivent à la fois transmettre ce qui est nécessaire, mais aussi éviter de laisser passer tout ce qui risquerait de menacer le cerveau, la machinerie centrale. L'interface la plus étendue et la mieux étudiée est la barrière hémato-encéphalique. Toutefois, ce n'est pas la seule barrière qui régule les transferts entre le sang et le cerveau. D'autres interfaces, nommées plexus choroïdes et organes circumventriculaires permettent, elles aussi, l'accès des molécules périphériques au système nerveux central. Ces interfaces ont

des rôles complémentaires. Par ailleurs, on a récemment observé que certaines de ces barrières subissent des modifications structurales et fonctionnelles qui leur confèrent une plasticité notable. Après avoir rappelé le fonctionnement de ces différentes interfaces, nous examinerons comment cette plasticité assure une communication efficace et modulable entre les organes périphériques et le système nerveux central, et surtout comment elle serait impliquée dans la régulation de la prise alimentaire.

## Une barrière étanche

Les interfaces sang/cerveau ont un double rôle : elles doivent permettre les échanges entre le sang et le cerveau tout en conservant constant l'environnement des cellules nerveuses. Ces interfaces maintiennent l'homéostasie cérébrale, parce qu'elles jouent le rôle de barrières physiques et métaboliques empêchant le passage de substances qui perturberaient le fonctionnement neuronal. Ces fonctions sont associées à des systèmes de transport sélectifs qui assurent un échange contrôlé entre le sang et le système nerveux central.

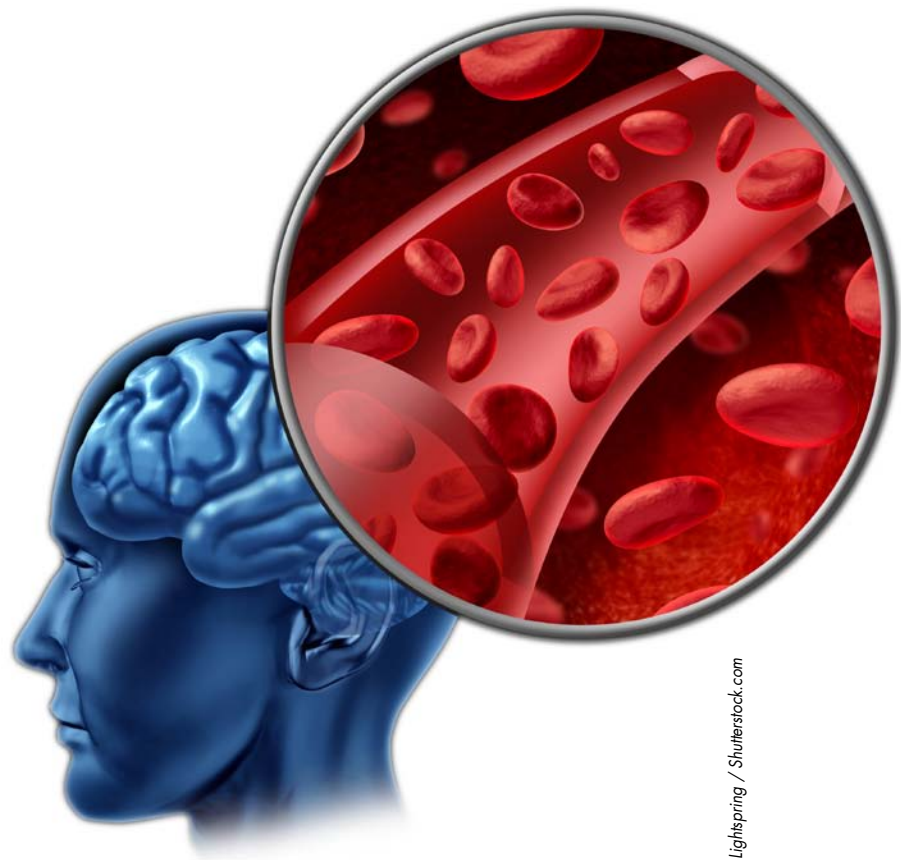
Les capillaires de la barrière hémato-encéphalique sont constitués de cellules

endothéliales reliées par ce que l'on nomme des jonctions serrées, qui empêchent le passage de molécules entre ces cellules, rendant la paroi des capillaires étanche. Mais cette étanchéité est modulable, car les cellules endothéliales portent de nombreux récepteurs, qui sont des transporteurs spécifiques permettant des échanges sélectifs entre le sang et le cerveau. Des cellules cérébrales nommées astrocytes contrôlent les propriétés de la barrière en agissant sur les jonctions serrées et en modulant l'expression des récepteurs. Une gaine, constituée par les « pieds » des astrocytes, forme un manchon autour des vaisseaux.

## Des vaisseaux à fenêtres

Mais certains vaisseaux sanguins cérébraux ne présentent pas les propriétés de ceux qui constituent la barrière hémato-encéphalique. Ils se trouvent dans de petites structures situées à proximité des ventricules cérébraux, et que l'on nomme les organes circumventriculaires. Rappelons que les ventricules cérébraux sont des cavités emplies de liquide (le liquide céphalorachidien), dont l'un des rôles est d'évacuer les « déchets » libérés par le métabolisme cérébral.

Ainsi, dans les organes circumventriculaires, la paroi – l'endothélium – des capillaires présente de nombreuses « fenêtres », ou pores, qui favorisent l'entrée des molécules dans le tissu cérébral. C'est pourquoi les organes circumventriculaires sont qualifiés de fenêtres sur le cerveau. La barrière n'est plus assurée au niveau des capillaires, mais nous avons récemment montré que, dans ces régions, les propriétés de barrière sont prises en charge par un autre type de cellules, les tanocytes. Ces cellules sont caractéristiques des organes circumven-



Lightspring / Shutterstock.com

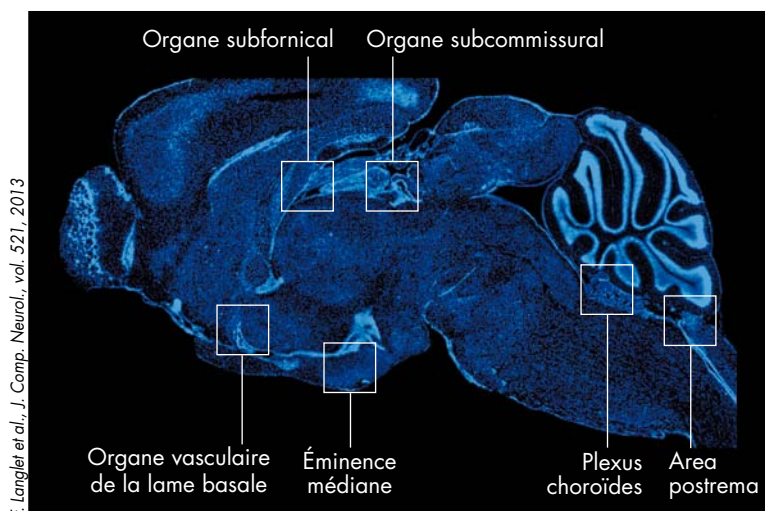
triculaires. Leurs corps cellulaires, qui tapissent la paroi des ventricules, envoient de longs prolongements en direction des vaisseaux fenêtrés. Ainsi, les tanocytes relient le compartiment sanguin aux ventricules contenant le liquide céphalorachidien. Les corps cellulaires des tanocytes sont reliés par des jonctions serrées conférant à la paroi des ventricules cérébraux des propriétés de barrière. Comme les tanocytes portent de nombreux récepteurs et transporteurs, ils permettraient, à l'instar des cellules endothéliales des vaisseaux de la barrière hémato-encéphalique, des échanges entre le sang et le liquide céphalorachidien.

Il nous faut encore mentionner un dernier acteur : les plexus choroïdes, qui assurent la formation du liquide céphalorachidien. Ces

**I. Les vaisseaux sanguins** qui irriguent le cerveau sont généralement étanches. Cela empêche que des molécules toxiques ou des agents pathogènes y pénètrent. Seules peuvent passer les molécules vitales, telles que l'oxygène, le glucose, des hormones, etc. On découvre que cette perméabilité est ajustable selon les besoins de l'organisme.

## En Bref

- Le sang alimente le cerveau en oxygène et en nutriments. Des barrières contrôlent ces échanges.
- Certains capillaires sanguins sont perméables. Ils sont pourvus de « fenêtres » laissant passer diverses molécules.
- En cas de jeûne prolongé, des fenêtres apparaissent dans les vaisseaux proches du noyau arqué, qui contrôle la prise alimentaire.
- Des anomalies de la plasticité de ces vaisseaux sont peut-être impliquées dans la mauvaise régulation du poids.



F. Langlet et al., J. Comp. Neurol., vol. 521, 2013

**2. Les organes circumventriculaires** de la souris sont au nombre de cinq (les quatre de la partie gauche de l'image et l'area postrema). Ce sont des régions du cerveau proches des ventricules où circule le liquide céphalorachidien. Ils permettent une diffusion contrôlée des substances véhiculées par le sang qui agissent dans le cerveau. Les plexus choroïdes, également situés à proximité d'un ventricule, fabriquent le liquide céphalorachidien.

petites structures cérébrales font protrusion dans les ventricules du cerveau. Comme les organes circumventriculaires, les plexus choroïdes forment une barrière entre le sang et le liquide céphalorachidien. Ils présentent des capillaires fenêtrés, mais sont dépourvus de tancytes. Le liquide céphalorachidien contient de nombreuses molécules bioactives qui sont synthétisées par les plexus choroïdes ou qui proviennent du sang.

Les molécules qui traversent les différentes interfaces arrivent dans le tissu (ou parenchyme) cérébral – au niveau de la barrière hémato-encéphalique – ou dans les ventricules cérébraux – au niveau des organes circumventriculaires. Les molécules libérées dans un ventricule doivent être distribuées aux cellules nerveuses qui se projettent sur sa paroi. La diffusion des molécules dans le liquide céphalorachidien, primordiale pour une distribution efficace des messages, est essentiellement assurée par les cils des cellules dites épendymaires. De récentes études ont montré que la fréquence de battements de ces cils est contrôlée par des messages neuronaux (voir la figure 3).

Les interfaces séparant le sang et le cerveau ont été considérées comme des structures rigides. Toutefois, quand on a observé qu'elles subissent des modifications structurales et fonctionnelles, on a dû admettre qu'elles

présentent une certaine plasticité. Cette caractéristique a d'abord été constatée pour la barrière hémato-encéphalique dans des conditions pathologiques. Dans ces conditions, les capillaires cérébraux sont moins étanches, de sorte que des molécules potentiellement nocives risquent de pénétrer dans le tissu cérébral. Ces phénomènes sont souvent associés à des phénomènes d'inflammation. Pour mieux comprendre ces modifications de l'étanchéité des interfaces, nous avons récemment étudié, chez la souris, un organe circumventriculaire nommé éminence médiane (voir la figure 2). Et nous avons alors montré qu'il intervient dans le contrôle de la balance énergétique et de la prise alimentaire chez la souris.

## L'étanchéité contrôlée par les besoins de l'organisme

Examinons quel est le rôle de la balance énergétique et comment elle est contrôlée. C'est elle qui régule les apports caloriques en fonction des besoins de l'organisme, mais aussi la dépense énergétique selon les apports. Autrement dit, elle assure l'équilibre entre l'énergie assimilée et l'énergie dépensée pour maintenir l'homéostasie énergétique permettant de garder un poids stable. Ce contrôle nécessite un dialogue entre les organes périphériques et les noyaux de l'hypothalamus. Les signaux périphériques régulant la prise alimentaire et la dépense énergétique sont en partie intégrés au niveau du noyau arqué, dans l'hypothalamus, une structure située à la base du cerveau.

Le noyau arqué reçoit des informations sur l'état énergétique de l'individu. Il communique ensuite avec les autres noyaux hypothalamiques pour réguler la prise alimentaire et la dépense énergétique en fonction des besoins de l'organisme. Dans ce contexte, il est important que certaines molécules, par exemple les hormones impliquées dans la régulation de l'appétit, puissent passer du sang au noyau arqué. Les interfaces sang/cerveau à proximité de ce noyau sont particulières, suggérant que l'accès des molécules du sang au noyau arqué, situé tout près de l'éminence médiane, bénéficie d'une régulation spécifique.

Nous l'avons évoqué, l'éminence médiane est un organe circumventriculaire. Elle forme la base du troisième ventricule (voir



*l'encadré ci-dessous*). Elle contient des vaisseaux fenêtrés qui permettent les transferts moléculaires. Les tanocytes de l'éminence médiane s'étirent jusqu'à la paroi ventriculaire bordant le noyau arqué. Ils se projettent sur les vaisseaux irriguant ce noyau qui, eux, présentent des propriétés de barrière. Dans le noyau arqué, les tanocytes ne font pas barrière, le contrôle des échanges sang/cerveau étant assuré par les vaisseaux de la barrière hémato-encéphalique situés à proximité. Dans ce noyau, l'environnement des capillaires cérébraux diffère de celui que l'on rencontre dans les autres régions

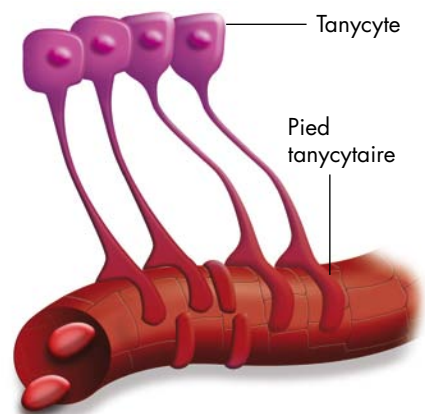
du cerveau : les pieds astrocytaires y sont remplacés par des pieds tanocytaires.

Nous avons montré que cet arrangement joue un rôle fonctionnel dans la régulation de l'accès des messagers contenus dans le sang et délivré aux neurones du noyau arqué, notamment lors d'un déséquilibre énergétique. Ainsi, lorsque nous faisons jeûner une souris, le rétablissement de la balance énergétique nécessite un échange d'informations entre le noyau arqué et le sang. Nous avons constaté que davantage de molécules passent du sang vers le noyau arqué lorsque l'animal jeûne pendant 24 heures.

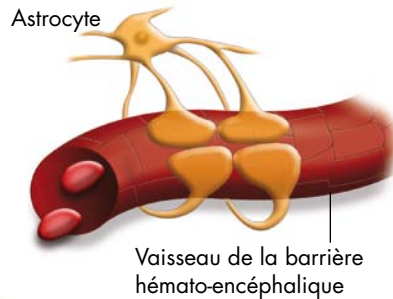
## Des barrières plus ou moins étanches

**D**es barrières de plusieurs types sont présentes dans le cerveau. La barrière hémato-encéphalique est la plus répandue. Les cellules de la paroi des capillaires sont reliées par des jonctions serrées qui assurent l'étanchéité. Ces vaisseaux sont entourés d'une « gaine » formée par des pieds d'astrocytes (1). Dans certaines régions du cerveau, tel le noyau arqué (2), les vaisseaux sont entourés de pieds d'un autre type cellulaire, les tanocytes. Les corps cellulaires des tanocytes (*en violet sur la photographie*) bordent les ventricules et ont de longs prolongements (*en rouge sur la photographie*). Enfin, dans de petites structures, nommées organes circumventriculaires, telles que l'éminence médiane (3), les vaisseaux présentent des pores, ou fenêtres, qui laissent diffuser les molécules nécessaires au fonctionnement du cerveau. Dans ce cas, l'étanchéité est assurée par les tanocytes, qui forment la barrière tanocyttaire et entourent les vaisseaux fenêtrés de leurs pieds.

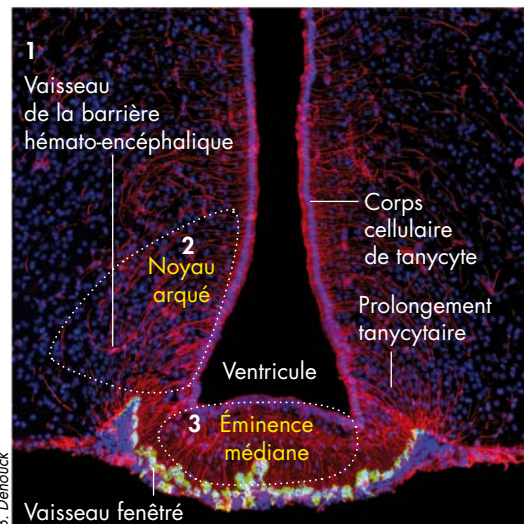
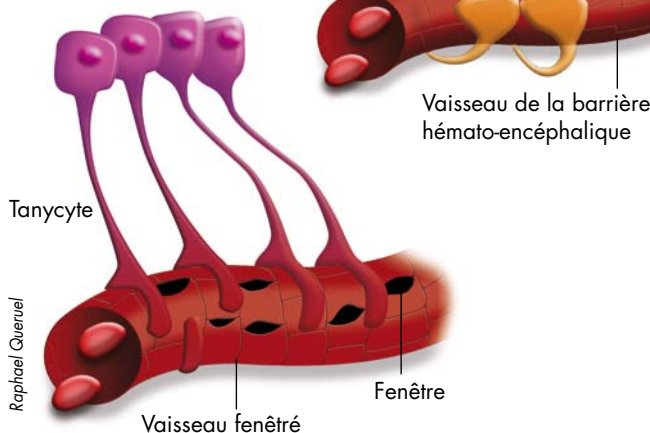
### 2. Noyau arqué



### 1. Barrière hémato-encéphalique



### 3. Éminence médiane



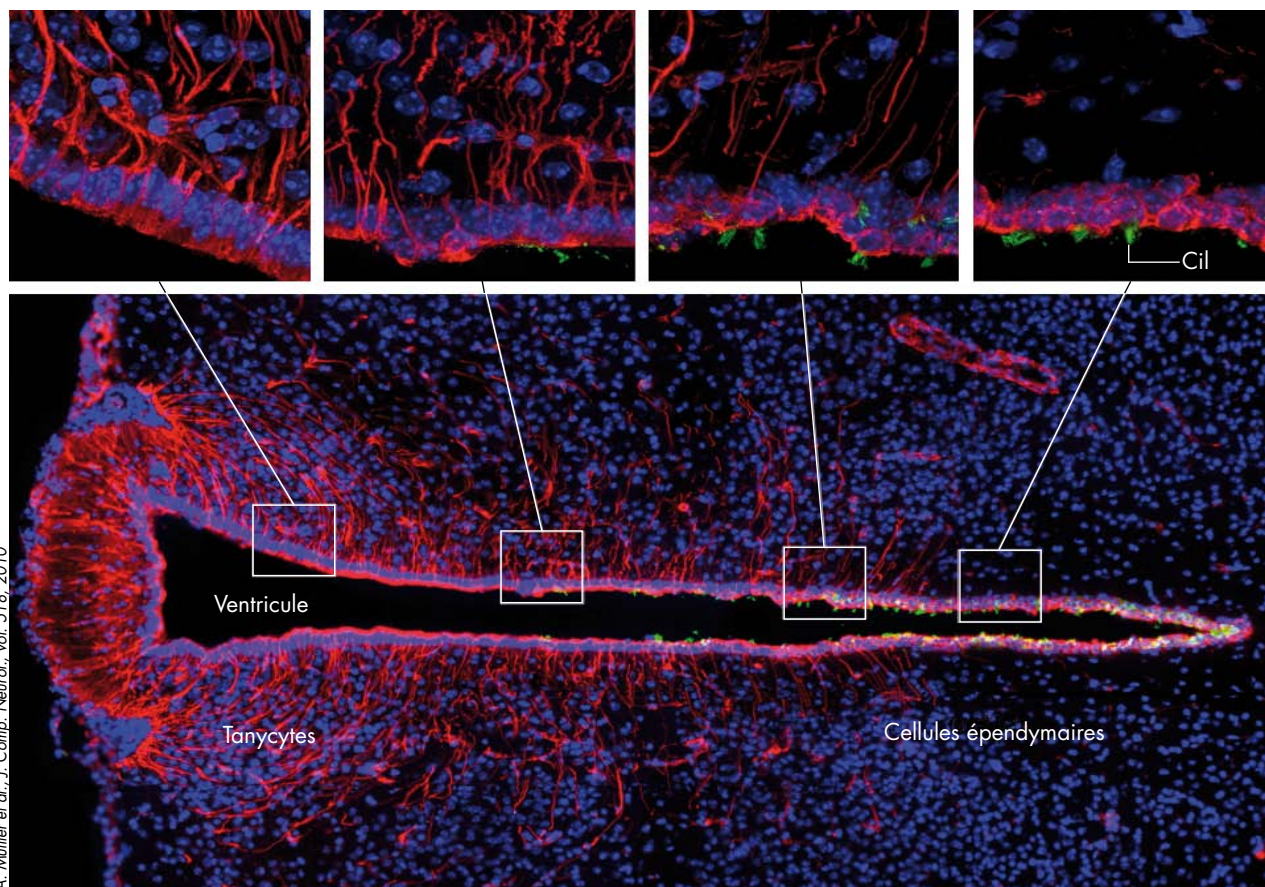
En fait, et c'est l'un des points importants de nos études, la structure et la fonction des vaisseaux du noyau arqué changent : des fenêtres y apparaissent, de sorte que ces vaisseaux perdent leur propriété de barrière.

### En cas de jeûne, des fenêtres se forment

L'effet barrière n'est plus assuré au niveau des capillaires, mais est reporté au niveau des corps cellulaires des tanocytes qui bordent le ventricule ; l'effet est assuré par les jonctions serrées qui relient les corps cellulaires. Ainsi, lors d'un déséquilibre énergétique, les capillaires du noyau arqué acquièrent les propriétés des vaisseaux fenêtrés de l'éminence médiane. La fenêtre d'accès des molécules, initialement limitée à l'éminence médiane, s'étend au noyau

arqué hypothalamique. Cette réorganisation permet aux molécules impliquées dans la régulation de la balance énergétique d'atteindre leurs cibles neuronales.

Quelles sont les molécules impliquées dans cette réorganisation ? Le rôle du glucose dans la régulation de la balance énergétique a été établi en 1953. La théorie dite « glucostatique » repose sur l'observation suivante : une hypoglycémie entraîne une sensation de faim et déclenche la prise alimentaire, tandis qu'une hyperglycémie s'accompagne d'une sensation de satiété et on cesse de s'alimenter. Ces modifications de comportements étant entraînées par l'activation ou l'inhibition des neurones orexigènes (qui stimulent la faim) ou anorexigènes (qui coupent la faim) du noyau arqué, nous avons étudié le rôle du glucose dans l'accès des signaux périphériques responsables de l'activité neuronale de



**3. Les molécules libérées** dans le ventricule, par les cellules (tanocytes et cellules dites épendymaires) situées tout autour doivent être entraînées jusqu'aux aires cérébrales où elles doivent agir. Des cils (en vert) portés par les cellules

épendymaires assurent ce brassage. Ils sont plus nombreux dans la zone la plus éloignée de l'endroit où sont libérées les molécules par les tanocytes (les cellules de la partie gauche ne portent pas de cils). Chez l'animal, le ventricule est vertical.



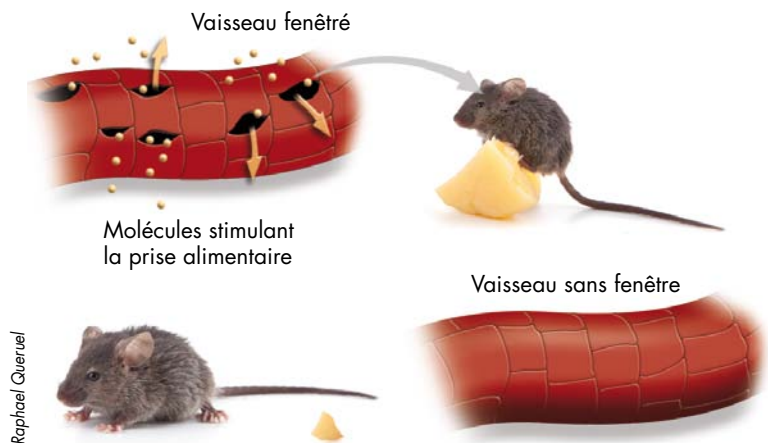
ce noyau. Nous avons découvert que si l'on rétablit la glycémie, la plasticité au niveau du noyau arqué disparaît.

Cameron Frayling et ses collègues, de l'Université de Warwick, en Grande-Bretagne, ont récemment montré que les tanycytes réagissent au glucose. Comme les cellules bêta des cellules pancréatiques qui produisent l'insuline normalisant la concentration de glucose dans le sang, les tanycytes sont sensibles à la concentration de glucose dans le sang et seraient responsables de la plasticité de l'éminence médiane. Nous avons montré que les tanycytes synthétisent le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire, VEGF (pour *Vascular Endothelial Growth Factor*), qui fait apparaître des fenêtres dans l'endothélium des capillaires de l'éminence médiane et du noyau arqué. En cas de jeûne, la synthèse du VEGF par les tanycytes augmente et de nouvelles fenêtres apparaissent au niveau des vaisseaux du noyau arqué. Les hormones qui régulent la prise alimentaire pénètrent dans le cerveau, ce qui pousse la souris à s'alimenter. Si l'animal peut manger, la concentration du glucose se normalise, le VEGF cesse d'être produit et les fenêtres se referment, car l'équilibre est rétabli. Cette plasticité ferait partie des mécanismes physiologiques permettant une communication efficace entre les organes périphériques et le système nerveux central.

## Quand le cerveau n'est plus à l'écoute du corps

Les pathologies métaboliques telles que l'obésité, le diabète et l'anorexie ont en commun le fait que les signaux périphériques ne déclenchent plus les effets qu'ils ont normalement sur les centres nerveux. Il y aurait, en quelque sorte, des « résistances », au même titre que l'organisme d'un diabétique devient « résistant » à l'insuline, qui ne régule plus la glycémie. Par exemple, la majorité des cas d'obésité humaine serait liée à une résistance à la leptine. Cette hormone est principalement synthétisée par les adipocytes et sa libération est fonction de la masse grasse (le tissu adipeux blanc).

La leptine joue un rôle essentiel dans le contrôle du métabolisme énergétique et de l'adiposité. En effet, dans des conditions physiologiques, elle permet de réduire la prise alimentaire (effet anorexigène) et



**4. En cas de jeûne**, des fenêtres apparaissent dans la paroi des vaisseaux du noyau arqué, qui intervient dans la régulation de la prise alimentaire. Les molécules qui stimulent l'appétit sont libérées dans le cerveau et inondent le noyau arqué. L'animal s'alimente et la concentration du glucose se normalise. Les fenêtres se referment. L'animal n'a plus faim.

d'augmenter la dépense énergétique. Dans l'obésité humaine, les individus ont un taux de leptine circulante élevé dû à une masse adipeuse importante, mais cette abondance de leptine ne parvient pas à réduire la prise alimentaire et, par conséquent, à entraîner une perte de poids. C'est pourquoi on parle de « résistance hormonale ». De nombreuses hypothèses ont été proposées pour expliquer ces phénomènes de résistance. L'une d'elles est fondée sur l'incapacité des hormones d'atteindre leurs cibles dans le cerveau et donc d'y exercer leurs effets. L'origine commune des déficiences métaboliques pourrait être une altération de la communication entre le sang et le cerveau.

Ainsi, le dialogue entre les organes périphériques et le cerveau est primordial pour le maintien de l'homéostasie de l'organisme. Dans certaines pathologies métaboliques, cette communication serait rompue. Nos études mettent en évidence le rôle d'un organe circumventriculaire dans l'accès des molécules périphériques à leurs cibles neuronales. Ces structures ont sans doute été injustement négligées, alors qu'elles occupent une position stratégique au cœur du cerveau, car elles sont proches de nombreux centres régulateurs. Tous les organes circumventriculaires ont une organisation similaire, ce qui permet d'envisager que les phénomènes de plasticité de la barrière qui sépare le sang et le cerveau interviennent dans la régulation d'autres fonctions nécessaires au maintien de l'homéostasie. ■

## Bibliographie

- E. Bolland et al.**, *Hypothalamic tanycytes are an ERK-gated conduit for leptin into the brain*, in *Cell. Metab.*, vol. 19, pp. 293-301, 2014.
- F. Fanny et al.**, *Tanycytic VEGF-A boosts blood-hypothalamus barrier plasticity and access of metabolic signals to the arcuate nucleus in response to fasting*, in *Cell Metab.*, vol. 17, pp. 607-617, 2013.
- F. Langlet et al.**, *Tanycyte-like cells form a blood-cerebrospinal fluid barrier in the circumventricular organs of the mouse brain*, in *J. Comp. Neurol.*, vol. 521, pp. 3389-3405, 2013.
- G. Conductier et al.**, *Melanin-concentrating hormone regulates beat frequency of ependymal cilia and ventricular volume*, in *Nat. Neurosci.*, vol. 16, pp. 845-847, 2013.

# La dépression, due à une inflammation ?

Des réactions inflammatoires dans l'organisme, notamment favorisées par l'obésité, entraînent des modifications de l'équilibre des neurotransmetteurs dans le cerveau et peuvent déclencher des dépressions.

## Lucile Capuron

est directrice de recherche dans le Laboratoire de nutrition et neurobiologie intégrée, Équipe psychoneuro-immunologie et nutrition : approches expérimentales et cliniques, INRA UMR 1286, Université Bordeaux II.

## Nathalie Castanon

est chargée de recherche dans ce laboratoire.

La dépression est un problème majeur de santé publique. Ses symptômes, qu'il s'agisse de tristesse, de rumination, de perte d'intérêt ou de plaisir pour les choses habituellement agréables, ont un retentissement profond sur la vie quotidienne et le bien-être des personnes affectées. Selon l'Organisation mondiale de la santé, cette maladie touche 350 millions d'individus dans le monde et représente une des premières causes d'incapacité.

À ce titre, la dépression fait partie des pathologies prioritaires visées par le Programme d'action *Comblent les lacunes en santé mentale*, lancé par l'OMS en 2008. Mais pourquoi devient-on dépressif ? Les gènes, la personnalité, les habitudes de vie, les variations biologiques propres à chacun, voire des changements intervenant dans l'environnement : tout cela peut avoir un rôle. Mais récemment, des recherches ont

suggéré que notre système immunitaire serait aussi en partie responsable. Ainsi, il a été montré que l'activation de processus inflammatoires périphériques perturbe le fonctionnement du cerveau, altérant les systèmes neuronaux impliqués dans la régulation de l'humeur.

Les mécanismes de ces perturbations commencent à être mieux connus, et font notamment intervenir des molécules inflammatoires qui altèrent les concentrations de certains neurotransmetteurs essentiels au maintien de l'humeur dans le cerveau. En outre, des données de plus en plus concordantes révèlent que l'obésité s'accompagnerait dans certains cas d'inflammations chroniques de bas niveau produisant de tels effets et pouvant favoriser la survenue de la dépression. Nous rappellerons à grands traits le fonctionnement du système immunitaire, et examinerons les liens entre immunité, obésité et dépression.

## En Bref

- Les molécules libérées par le corps en cas d'inflammation (par exemple suite à une infection) sont également présentes dans le cerveau et modifient son fonctionnement.
- Les cytokines inflammatoires déclenchent des cascades moléculaires qui aboutissent à une baisse de la sérotonine et à la production de molécules neurotoxiques.
- L'obésité est associée à une inflammation qui pourrait favoriser la survenue de dépressions. La perte de poids et les anti-inflammatoires pourraient alors être efficaces.



En cas d'infection par des agents pathogènes (bactéries, virus), deux types de réactions immunitaires se mettent en place : l'immunité innée, rapide, mais peu spécifique de l'agent infectieux, et l'immunité adaptative, spécifique du pathogène (par le biais d'anticorps), mais plus lente. L'immunité innée est considérée comme la première ligne de défense de l'organisme. Elle possède trois composantes : une composante locale – la réponse inflammatoire –, une composante dite systémique, généralisée au corps entier, et une composante centrale limitée au cerveau.

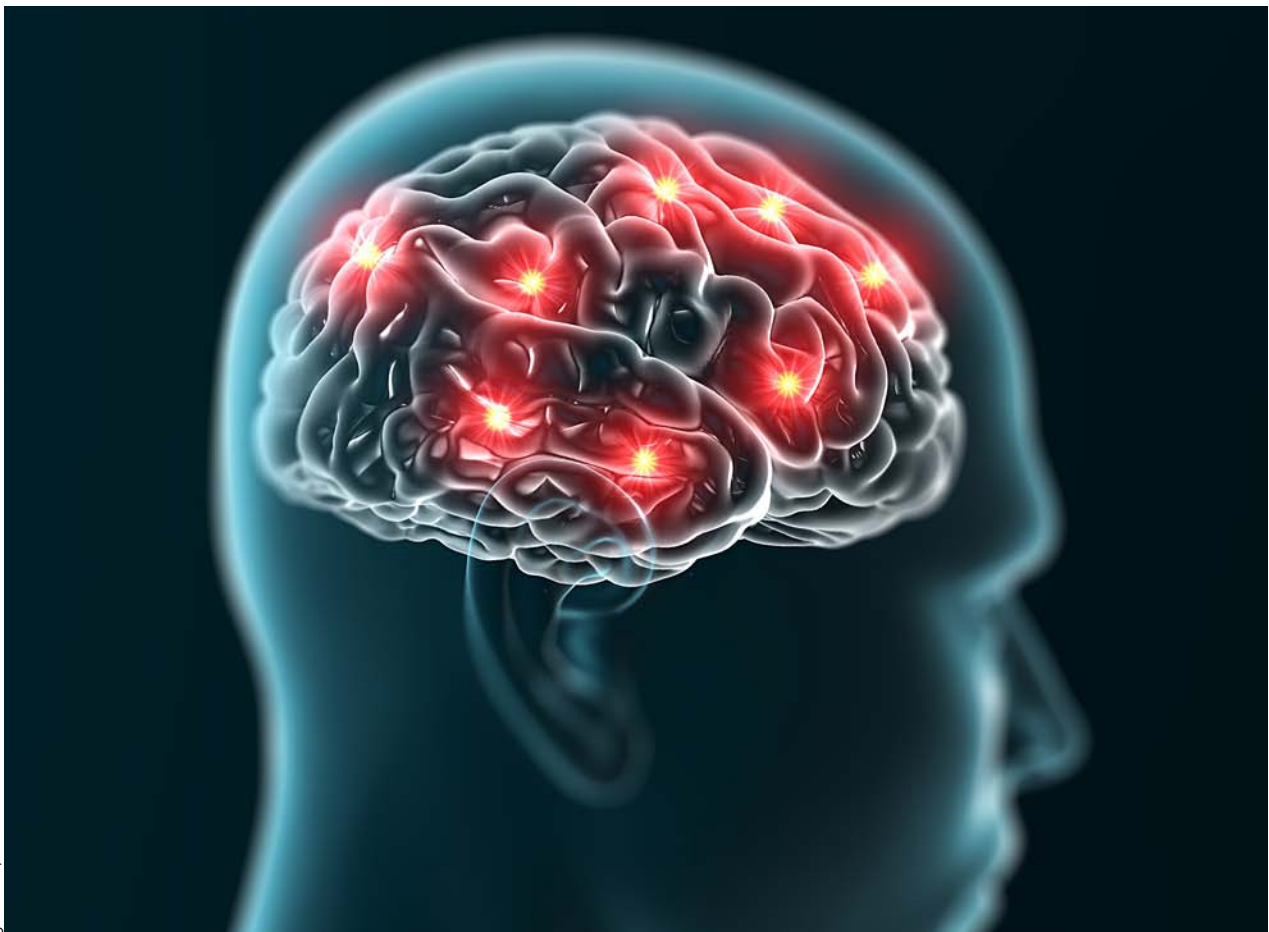
Suite à une infection, tout commence par la réponse inflammatoire et son cortège de perturbations physiologiques locales, immédiates et transitoires : rougeur, tuméfaction avec chaleur, douleur... Les vaisseaux sanguins proches de l'infection deviennent plus perméables, permettant l'accumulation de cellules de l'immunité innée : monocytes, macrophages ou neutrophiles.

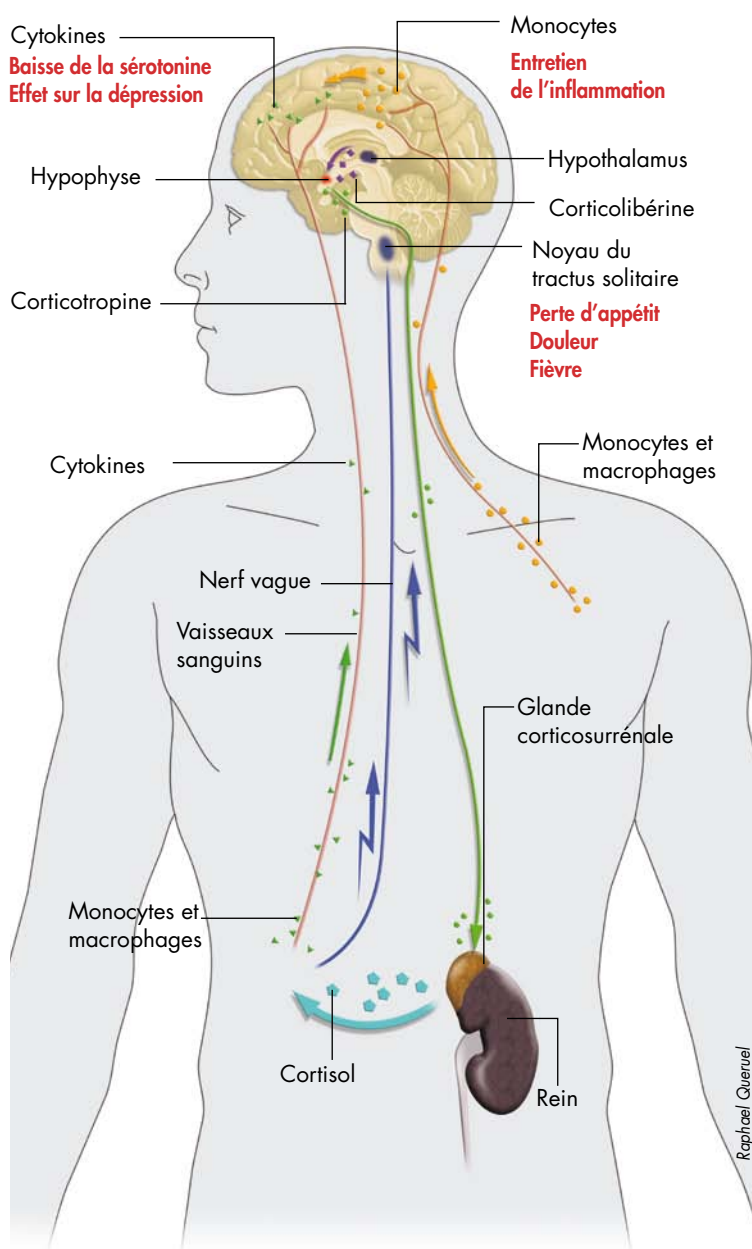
Ces cellules finissent par détruire les agents pathogènes. Elles produisent aussi, temporairement, de fortes quantités de molécules inflammatoires, telles les cytokines, qui entretiennent et propagent les réactions immunitaires.

## Les cytokines inflammatoires

Les réactions inflammatoires peuvent résulter d'infections, mais aussi de maladies inflammatoires, tels que des troubles inflammatoires intestinaux, de maladies auto-immunes, tels que le diabète de type I, la polyarthrite rhumatoïde ou le lupus, ou d'un dysfonctionnement des lymphocytes, des cellules clés de l'immunité. Les cytokines peuvent être libérées en situation de stress psychosocial et également dans certains troubles du métabolisme, tels que l'obésité – nous y reviendrons.

**I. L'inflammation** du corps, caractérisée par un excès des molécules de l'immunité nommées cytokines, peut entraîner des phénomènes inflammatoires dans le cerveau.





**2. Des agents infectieux**, des maladies auto-immunes, certaines maladies inflammatoires ou une surcharge pondérale (obésité, syndrome métabolique) peuvent provoquer la libération de cytokines par les monocytes et les macrophages du système immunitaire. Les cytokines gagnent le cerveau notamment par voie sanguine et perturbent la libération des neurotransmetteurs, tels que la sérotonine impliquée dans les troubles de l'humeur et la dépression. Les cytokines stimulent aussi le nerf vague qui déclenche divers symptômes, tels que perte d'appétit, douleurs et fièvre. Dans le cerveau, les cytokines attirent des monocytes circulants qui entretiennent l'inflammation. Le stress provoque la libération de corticolibérine par l'hypothalamus, ce qui entraîne la production de corticotropine par l'hypophyse. La corticotropine gagne les glandes corticosurrénales où elle déclenche la libération de cortisol, lequel stimule la production de cytokines par les monocytes et les macrophages, entretenant le cycle inflammatoire.

Une fois l'inflammation installée, les cytokines ont divers effets, dont celui de favoriser la synthèse de molécules d'adhérence qui facilitent l'accumulation des cellules immunitaires au niveau du site inflammatoire ; de perméabiliser les vaisseaux sanguins, ou encore de produire des radicaux libres qui aident à la destruction des agents infectieux. Toutefois, si elles sont produites par le corps, elles le sont également dans le cerveau. Dès lors, une série d'effets s'ensuivent : fièvre, changements du fonctionnement hormonal (notamment une augmentation des hormones corticoïdes impliquées dans la réponse au stress) et changements d'activité des systèmes de neurotransmission, à savoir les grandes voies neuronales dont la communication repose sur des molécules telles que la sérotonine, la dopamine, le GABA, qui jouent un rôle essentiel dans la régulation de l'humeur.

## Le « comportement de maladie »

De telles modifications biologiques sont associées à des altérations du comportement : on parle alors de « comportement de maladie ». En un mot : nous ne nous sentons pas bien, et nous nous comportons différemment lorsque nous sommes malades. Il s'agit de symptômes dits non spécifiques, provoqués par les cytokines : sensation de fatigue, perturbations du sommeil et de l'appétit, perte d'intérêt pour les activités habituelles et les contacts sociaux, difficultés de concentration et de mémorisation.

Longtemps considéré comme un effet secondaire ou une conséquence néfaste de la maladie, le comportement de maladie est en fait parfaitement régulé et revêt une valeur adaptative : il permet à l'organisme de lutter au mieux contre l'agent pathogène. Par exemple, réduire son activité, diminuer sa prise alimentaire, s'isoler et se reposer lorsqu'on est malade permet d'optimiser la réponse du système immunitaire à l'agent infectieux, en évitant notamment des pertes d'énergie inutiles et en réduisant le risque d'invasion de l'organisme par de nouveaux agents pathogènes.

Ces symptômes sont généralement transitoires et d'intensité modérée. Mais si l'activation du système immunitaire

## *En présence de cytokines, la production de sérotonine, régulatrice de l'humeur, est insuffisante.*

est mal régulée ou devient chronique, ils peuvent s'intensifier et évoluer en troubles psychiques, telle la dépression.

Les symptômes de la dépression ressemblent d'ailleurs à ceux du comportement de maladie : citons humeur dépressive, perte d'intérêt et de plaisir, perte d'appétit, troubles du sommeil, ralentissement de l'activité motrice, perte d'énergie, altérations cognitives pour le comportement de maladie. S'y ajoutent, pour la dépression grave : un sentiment de dévalorisation et de culpabilité, des idées suicidaires. Les symptômes sont également plus intenses et durables, se manifestant tous les jours pendant au moins deux semaines dans la dépression grave, quelques jours dans le comportement de maladie.

### **Des cytokines déprimantes**

Les premiers travaux ayant établi un lien entre l'immunité et les symptômes dépressifs ont mis en évidence une diminution de certains aspects des réactions immunitaires chez des patients dépressifs. Puis on a découvert que les concentrations sanguines de cytokines chez certains patients dépressifs, et plus particulièrement chez les patients souffrant de dépressions graves ou récurrentes ou de troubles de l'humeur sont supérieures à la moyenne. Fait notable : les symptômes reculent dès lors que les paramètres immunitaires s'améliorent. De telles données ont étayé l'hypothèse selon laquelle certaines dépressions peuvent résulter de réactions inflammatoires ou être liées aux cytokines. D'après cette hypothèse, les cytokines pourraient participer à la physiopathologie de la dépression en raison de leurs effets importants sur l'humeur.

De fait, l'administration de cytokines s'accompagne de l'apparition de symptômes dépressifs associés à d'importantes modifications de l'activité cérébrale. Divers travaux ont été menés chez l'homme et chez l'animal pour préciser ces effets. Chez l'homme, il arrive que des cytokines soient administrées de façon chronique en immunothérapie. Les cytokines (en particulier l'interféron) ont

une action immunorégulatrice, antiproliférative et antivirale, ce qui justifie leur utilisation dans le traitement de certains cancers et pathologies virales chroniques, telle l'hépatite C. Or, malgré son efficacité thérapeutique, l'immunothérapie par interféron a d'importants effets secondaires comportementaux, se manifestant notamment par l'apparition de symptômes affectifs et cognitifs, qui compromettent la poursuite du traitement. Souvent considérées comme imprévisibles, ces complications avaient longtemps fait l'objet de simples observations cliniques, plus rarement d'études prospectives et systématiques.

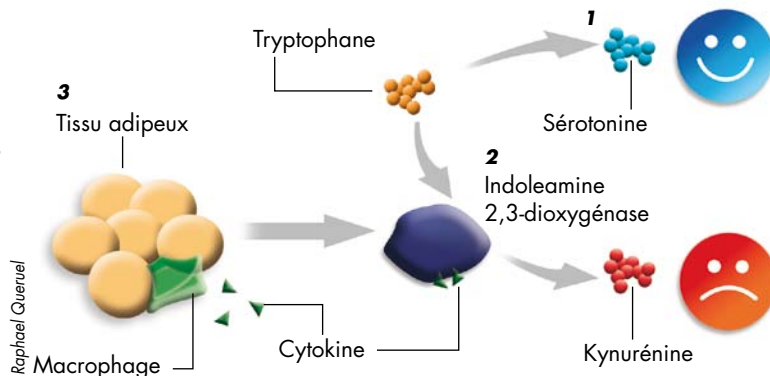
Afin de mieux comprendre ces effets, nous avons travaillé pendant plusieurs années avec des patients recevant de fortes doses répétées d'interféron pour le traitement d'un mélanome malin ou d'une hépatite C. Les patients étaient inclus dans les études avant la mise en route de l'immunothérapie et suivis à intervalles réguliers au cours de la première année de traitement. Les résultats ont montré que l'administration chronique d'interféron induit, chez 30 à 50 pour cent des patients traités, un syndrome dépressif qu'il est possible de prévenir par l'administration prophylactique d'un traitement antidépresseur.

### **Les systèmes de régulation de l'humeur perturbés**

Le syndrome dépressif consécutif à l'administration de cytokines s'installe généralement au cours du deuxième mois d'immunothérapie et s'améliore à l'arrêt de l'immunothérapie. En étudiant le comportement des patients, en réalisant des analyses biochimiques et des examens par imagerie cérébrale, nous avons montré que l'apparition des symptômes dépressifs sous interféron est associée à des altérations marquées de l'activité de systèmes cérébraux impliqués dans la régulation de l'humeur.

En particulier, nos résultats d'imagerie cérébrale par résonance magnétique fonctionnelle et tomographie par émission de positons indiquent que le traitement par interféron s'accompagne d'importantes modifications de l'activité cérébrale dans

**3. Le tryptophane**, uniquement fourni par l'alimentation, est transformé par une enzyme en sérotonine (1), qui régule l'humeur (smiley bleu). Lors d'une inflammation, le tryptophane est dégradé par l'enzyme indoleamine 2,3-dioxygénase, ce qui entraîne une augmentation de ses produits, telle la kynurénine (2), mais aussi une humeur dépressive (smiley rouge). Chez une personne obèse, le tissu adipeux favorise la production de cytokines inflammatoires (3), ce qui renforce la dégradation du tryptophane par la voie 2. Ce mécanisme fait peut-être le lien entre obésité et dépression.



les ganglions de la base et le cortex frontal, ainsi que d'une perturbation de l'activité dopaminergique dans une région cérébrale nommée striatum, associée à l'intensité des symptômes dépressifs, des troubles de la motivation et de la fatigue.

## Une enzyme reliant humeur et immunité

Les immunologistes ont montré que certaines des cytokines produites au cours de la réponse inflammatoire modulent la réactivité des lymphocytes en inhibant leur capacité à se multiplier. Les cytokines activent une enzyme, l'indoleamine 2,3-dioxygénase, qui dégrade un acide aminé essentiel aux lymphocytes, le tryptophane. L'enzyme existe dans diverses cellules immunitaires, mais également dans le cerveau où les cellules ont besoin de tryptophane pour fabriquer la sérotonine, un neurotransmetteur essentiel au fonctionnement normal du cerveau et au maintien de l'humeur. Ainsi, un manque de sérotonine a été impliqué au moins dans certaines formes de dépression, plusieurs médicaments antidépresseurs exerçant leur effet thérapeutique en agissant sur la disponibilité de la sérotonine.

Pour résumer, les cytokines activent l'indoleamine 2,3-dioxygénase qui dégrade le tryptophane dans le cerveau. Or le tryptophane ne peut être synthétisé par l'organisme et provient exclusivement de l'alimentation. Quand il n'est plus présent en assez grande quantité, car il a été dégradé à l'excès, la concentration de la sérotonine est trop faible, et les symptômes dépressifs risquent de s'installer.

De surcroît, l'activation de cette enzyme entraîne la production de différents dérivés toxiques pour les neurones, qui peuvent, à terme, contribuer à des perturbations de l'humeur. Ainsi, l'activation de l'indoleamine 2,3-dioxygénase par les cytokines pourrait être un des mécanismes sous-tendant l'apparition de symptômes dépressifs dans un contexte inflammatoire.

À l'appui de cette hypothèse, nous observons chez les patients traités par interféron et développant un épisode dépressif grave au cours de ce traitement, une diminution plus prononcée et durable des taux de tryptophane, ainsi qu'une hausse plus marquée des concentrations de kynurénine (un métabolite du tryptophane indicateur de l'activation de l'indoleamine 2,3-dioxygénase) par rapport aux patients dont l'humeur reste stable au cours du traitement.

Des solutions thérapeutiques peuvent-elles émerger de ces nouvelles connaissances ? En bloquant l'action de l'indoleamine 2,3-dioxygénase par des molécules appropriées, ou en empêchant l'activation des cytokines, nous avons observé que la présence d'une inflammation chez des souris de laboratoire ne provoque plus de signes répertoriés comme associés à une dépression chez cet animal.

De même, des souris génétiquement modifiées pour ne plus produire l'indoleamine 2,3-dioxygénase, ne développent plus de symptômes dépressifs après une inflammation ou une activation des cytokines. Cela suggère donc bien que les cytokines provoquent un manque de sérotonine dans le cerveau en dégradant le tryptophane. Un moyen de contrer cet effet serait d'enrayer



cette chaîne enzymatique par des traitements adaptés.

Si les phénomènes inflammatoires qui se prolongent entraînent des dépressions, quelles sont donc les situations associées à une réponse inflammatoire chronique ? L'une d'elles est l'obésité qui se caractérise par une inflammation chronique dite de bas niveau (sans symptôme et avec des concentrations relativement faibles de marqueurs de l'inflammation). C'est aussi le cas du diabète de type 2 ou du syndrome métabolique.

## L'obésité favorise-t-elle la dépression ?

L'inflammation liée à l'obésité donne lieu à une production soutenue, en particulier par le tissu adipeux, de cytokines et d'autres marqueurs inflammatoires à des concentrations relativement basses, mais significatives. En 2008, nous avons ainsi étudié les symptômes dépressifs de personnes saines ou atteintes de syndrome métabolique (excès de poids et altérations de la tension artérielle et des concentrations de cholestérol et d'insuline), et avons observé que les personnes ayant un syndrome métabolique présentent plus de signes de dépression que les autres, et que ces symptômes sont associés à leur statut inflammatoire.

Le lien potentiel entre obésité, inflammation et dépression se précise lorsqu'on sait que la perte de poids chez le sujet obèse, notamment lorsque celle-ci fait suite à un acte chirurgical, s'accompagne d'une diminution nette des concentrations circulantes de cytokines et d'autres marqueurs de l'inflammation. Cela semble indiquer que le tissu adipeux participe à la libération de molécules inflammatoires ayant, par la suite, des effets sur le cerveau. En effet, en 2011, nous avons observé que la baisse des concentrations de cytokines liée à une perte de poids s'accompagne d'une amélioration de l'état psychologique des sujets.

De telles observations laissent entrevoir un lien de causalité entre l'obésité, l'inflammation et la dépression, mais peut-on en avoir une preuve directe ? Chez l'animal, les expérimentations vont en ce sens. Nous avons ainsi montré récemment que des souris qui deviennent obèses à cause d'un régime riche en gras et en sucre développent une inflam-

mation (y compris une activation de l'enzyme indoleamine 2,3-dioxygénase dans le cerveau) et des comportements de type dépressif beaucoup plus graves en réponse à une stimulation immunitaire que des souris minces.

D'autres études réalisées chez l'animal nous ont également permis de montrer que certaines structures cérébrales comme l'hippocampe, qui joue un rôle clé dans le contrôle de l'humeur, semblent particulièrement sensibles aux effets délétères de l'inflammation. En effet, chez des souris génétiquement obèses (à cause d'une mutation du récepteur de la leptine qui, normalement, réduit la sensation de satiété après avoir mangé), certains troubles du comportement émotionnel apparaissent liés à une inflammation et à un dysfonctionnement des neurones au niveau de l'hippocampe.

## Quelles thérapies ?

La dépression et l'obésité sont deux des principaux enjeux de santé publique aujourd'hui de par le monde. Les liens qui se font jour entre ces deux pathologies, et le rôle joué par les processus inflammatoires sous-jacents, offrent de nouvelles approches pour mieux en comprendre les causes.

Comment mieux prévenir ces pathologies, et les traiter ? Il se pourrait que l'obésité en tant que telle soit un facteur de risque de la dépression, en enclenchant notamment des phénomènes inflammatoires de faible intensité, mais chroniques, qui finiraient par altérer les interactions du cerveau et du système immunitaire. De surcroît, d'autres pathologies liées au système immunitaire (maladies inflammatoires ou auto-immunes) se multiplient et gagneraient à être considérées sous cet angle. Le rôle du stress psychosocial et de la suralimentation doit également être pris en compte.

Du côté des traitements, l'approche préventive consistera à informer le public des risques représentés par la suralimentation. Il est avéré qu'une condition physique stable et une alimentation mesurée limitent les risques d'inflammation pouvant conduire à la dépression. Chez les personnes déprimées, se poser la question d'un état ou d'une maladie inflammatoire et d'un lien éventuel avec le surpoids deviendra peut-être une approche efficace pour de nombreux malades. ■

## Bibliographie

**C. André et al.,**  
*Diet-induced obesity progressively alters cognition, anxiety-like behavior and lipopolysaccharide-induced depressive-like behavior: focus on brain indoleamine 2,3-dioxygenase activation*, in *Brain Behav. Immun.*, à paraître, 2014.

**J. Lasselin et L. Capuron,**  
*Chronic low-grade inflammation in metabolic disorders: relevance for behavioral symptoms*, in *Neuro-immunomodulation*, vol. 21(2-3), pp. 95-101, 2014.

**A. Diné et al.,**  
*Cognitive and emotional alterations are related to hippocampal inflammation in a mouse model of metabolic syndrome*, in *PLoS One*, 6: e24325. doi: 10.1371/journal.pone.0024325, 2011.

**L. Capuron et al.,**  
*Relationship between adiposity, emotional status and eating behaviour in obese women: role of inflammation*, in *Psychol. Med.*, vol. 41(7), pp. 1517-1528, 2011.



**Juste avant l'entretien,**  
le stress est à son comble.  
Malheureusement, même  
si un recrutement a lieu  
via Internet, les entretiens  
en direct resteront inévitables.

Joachim Wendler / Shutterstock

# Comment améliorer le recrutement

L'heure du CV et de la lettre de motivation a-t-elle sonné ? Aujourd'hui, les directions des ressources humaines s'intéressent aux données numériques facilement disponibles sur la Toile pour repérer les bons candidats.

**E**n 2012, Shane Barker s'est donné comme objectif d'obtenir le poste de community manager des *49ers* de San Francisco, l'équipe de football américain de la ville. Il n'y connaissait personne, et n'a même pas envoyé de CV. Passionné des réseaux sociaux depuis 2005, il a choisi d'en utiliser les outils pour attirer l'attention des *49ers* de San Francisco. Il a commencé par suivre les entraînements des rivaux des *49ers*, les *Cowboys* de Dallas. Il a fait une vidéo et l'a postée sur *YouTube*. En août, sur son site Web personnel, il a publié un billet intitulé « Les réseaux sociaux des *49ers* : pourquoi engager Shane Barker ? ». Il y a inséré la vidéo et des données montrant son influence sur Internet. Il a ensuite partagé le lien de son blog sur *Twitter*, *Google+* et *Facebook*.

Il a rapidement reçu une offre d'emploi – pas de l'équipe de football, mais d'une start-up en Ouzbékistan qui l'avait repéré. Avec ces entrepreneurs d'Asie centrale, il a lancé *Modera*, un site Internet d'évaluation de photos de mode. Quelques mois plus tard, il s'était installé à Sacramento avec des collègues pour se consacrer à l'entreprise. Bien qu'il ne travaille pas pour son équipe favorite, sa situation illustre certaines tendances du recrutement aujourd'hui.

Cela fait longtemps que les entreprises sont à la recherche des meilleures méthodes pour identifier leurs futurs employés prometteurs. Aujourd'hui, les recruteurs ne se contentent plus des curriculum vitae, lettres de motivation ou autres entretiens. Ils utilisent les outils des

réseaux sociaux, les jeux en ligne et scrutent Internet à la recherche de leurs candidats. Selon une enquête réalisée en 2012 auprès de 1 000 professionnels américains des ressources humaines par la Société *Jobvite*, qui développe des logiciels de recrutement, 93 pour cent de ces professionnels ont rapporté utiliser *LinkedIn* pour collecter des informations sur les candidats. Les deux tiers utilisent *Facebook*, et un peu plus de la moitié consultent les comptes *Twitter* des candidats.

L'émergence de nouvelles modalités d'identification en ligne et de sélection des candidats a conduit les psychologues à se demander si ces technologies sont utiles ou nuisibles tant pour les entreprises qui recrutent que pour ceux qui recherchent un emploi. C'est l'intuition, et non la science, qui régit les réseaux sociaux, et d'après les études réalisées par les psychologues, les résultats sont contrastés. Mais avant de savoir si ces nouvelles méthodes améliorent

**Tomas Chamorro-Premuzic**

est professeur de commerce international à l'Université de Londres et vice-président des Systèmes d'évaluation Hogan.

**Christopher Steinmetz**

est étudiant postdoc à l'Université de Londres.

## En bref

- Les réseaux sociaux, les jeux en ligne et les techniques de recherche de données sur Internet pourraient aider les entreprises à dénicher leurs futurs employés prometteurs.
- De nouvelles études révèlent que certains aspects de la personnalité et de l'intelligence, qui peuvent contribuer à prévoir la réussite professionnelle, peuvent être glanés dans nos données mises en ligne.
- Ces services en ligne pourraient permettre d'éviter certains des écueils des méthodes classiques de recrutement.

*Nous saurons bientôt déduire le QI et la personnalité de tous ceux qui, en se promenant sur Internet, y laissent des bribes d'informations numériques.*

le recrutement, examinons ce qui les différencie des usages classiques.

## Ce que cherchent les employeurs

L'objectif d'un recruteur – que ce soit un directeur des ressources humaines ou un chef de projet – c'est de trouver la personne qui corresponde le mieux aux exigences du poste à pourvoir. Le recruteur rédige une offre d'emploi et la dépose sur le site Web de l'entreprise et sur certains sites d'offres d'emplois, recueille les candidatures – CV, lettre de motivation et références – puis sélectionne quelques candidats pour des entretiens.

Toutefois, ce processus ne tient pas compte des résultats obtenus par les psychologues du travail sur la façon de trier les candidats. Prenons par exemple le QI, qui prédit le mieux la performance pour de nombreux métiers, parce qu'il reflète la capacité d'un candidat à apprendre et la vitesse à laquelle il pourrait être formé. Néanmoins, il est peu utilisé. Faire passer des tests de QI est trop onéreux pour beaucoup d'entreprises.

Une autre variable prédisant efficacement le succès professionnel, le test de personnalité, est de plus en plus utilisée pour la sélection des candidats. Des centaines d'études ont montré que ces tests sont de meilleurs indicateurs du succès professionnel que les lettres de motivation, les entretiens ou les diplômes. Ces tests sont fondés sur le « modèle des cinq grands traits de la personnalité ». Selon ce modèle, une combinaison spécifique des cinq dimensions de la personnalité suffit à décrire un individu. Ces dimensions sont l'ouverture, l'esprit consciencieux, l'extraversion, l'agréabilité et la stabilité émotionnelle. L'esprit consciencieux et, à un moindre degré, une forte stabilité émotionnelle sont les facteurs qui prédisent la réussite professionnelle dans de nombreux domaines.

Pourtant, aucun de ces tests psychométriques ne fait partie du processus de recrutement. L'une des raisons en est que

les évaluateurs tendent à se focaliser sur les comportements des candidats, parce que cette information est facilement accessible au cours d'un entretien. Une autre explication, dérivée de nombreuses études, est que les candidats tendent à voir ces tests comme moins équitables que les entretiens, au cours desquels ils peuvent exposer leur parcours. La perception de l'équité est importante ; si le processus paraît inéquitable au candidat, son estime de soi risque d'être ébranlée, tout comme sa motivation à poursuivre les entretiens, voire à accepter l'emploi proposé.

## Les empreintes numériques

Selon des données récentes, certains aspects de la personnalité peuvent être glanés à partir de nos « empreintes numériques ». Dans l'une des premières études des psychologues Simine Vazire et Samuel Gosling, de l'Université du Texas à Austin, des personnes examinant attentivement 89 sites Web personnels réussissaient à détecter l'esprit consciencieux et l'ouverture à la nouveauté du détenteur du site aussi bien qu'un ami de longue date.

Les blogs apportent aussi des informations. En 2010, le psychologue Tal Yarkoni, de l'Université du Colorado à Boulder, a analysé les mots utilisés dans 695 blogs et les réponses de ceux qui les tiennent à un test de personnalité. Il a trouvé que les blogueurs ayant un score élevé d'instabilité émotionnelle (ou névrosisme) utilisent souvent des mots comme *horrible* ou *fainéant*, tandis que les blogueurs ayant un score élevé d'agréabilité emploient souvent le terme *merveilleux*, et les consciencieux plutôt le mot *accompli*.

Ces résultats étayaient les intuitions de la plupart des recruteurs qui recherchent des informations sur les candidats sur *Google* et vérifient leur compte *Facebook*, *Twitter* ou *LinkedIn* pour y trouver des informations intéressantes. Une étude réalisée en 2011 par les psychologues Ralf Caers et Vanessa Castelyns de l'Université de Bruxelles a montré que sur 353 responsables de ressources humaines interrogés,



43 pour cent admettaient tirer des conclusions sur la personnalité des candidats à partir de leur profil *Facebook*, par exemple leur extraversion et leur maturité. Toutefois, il faut être conscient des risques inhérents à cette approche : explorer ainsi nonchalamment les données d'un candidat peut introduire des biais. On peut être influencé par son physique, un éventuel handicap ou un surpoids, plus vite que dans le processus normal, où ces biais ne se manifestent que lors d'un entretien. Ainsi, le risque est que les recruteurs écartent inconsciemment tel ou tel candidat sur des critères qui n'ont rien à voir avec ses compétences professionnelles.

## Facebook et Twitter à la rescousse

Des informations plus utiles pourraient émerger de logiciels capables de classer des données récupérées sur la Toile et concernant les dimensions de la personnalité. Ce champ n'en est qu'à ses débuts, mais *TweetPsych* et *YouAreWhatYouLike* sont deux exemples d'applications en ligne simples et gratuites. *TweetPsych* évalue le contenu émotionnel et intellectuel de l'activité *Twitter* d'une personne sur divers sujets, tels que l'argent, les émotions et l'anxiété. Prenons par exemple un scénario où un recruteur a retenu sur sa liste deux candidats dont les qualifications sont comparables, mais dont l'un a un score de « négativité » bien plus élevé que l'autre, d'après la teneur de ses tweets. Le recruteur pourrait tout à fait être enclin à recruter la personne la plus positive.

*YouAreWhatYouLike* compile des profils en suivant le modèle des cinq grands traits de personnalité, d'après ce que les personnes étudiées prétendent « aimer » (*Like*) sur *Facebook*. Le bouton *Like* est pour les utilisateurs de *Facebook* une manière d'exprimer des sentiments positifs envers un contenu en ligne, par exemple le profil d'un artiste, une photographie d'un ami ou une mise à jour de statut. La visite d'un utilisateur de *Facebook* sur *YouAreWhatYouLike* peut produire des informations, telles que « libéral et artistique », « calme et détendu » ou « bien organisé ».

L'équipe de recherche qui est derrière ce logiciel, dirigée par le psychologue Michael Kosinski, de l'Université de Cambridge,

a récemment publié une analyse plus approfondie de l'information *Facebook* de 58 000 volontaires. Les participants ont autorisé les chercheurs à accéder à leurs *Like* ; ils ont aussi fourni des données démographiques détaillées et leurs résultats à plusieurs tests psychométriques. En analysant les associations entre près de 56 000 objets « aimés » (*Liked*) et les participants, les chercheurs ont construit des modèles capables de prédire les traits et les préférences d'une personne, y compris son *IQ*.

Les psychologues ont évalué la précision de ces prédictions grâce aux données transmises par les volontaires, et ils ont constaté qu'ils pouvaient déduire le sexe, l'orientation sexuelle, la préférence politique, la religion et l'ethnie avec une précision supérieure à 75 pour cent. Pour les traits de personnalité et l'intelligence, la précision



était moins bonne, mais néanmoins intéressante. Il est de plus en plus vraisemblable que nous saurons bientôt déduire le *IQ* et la personnalité de tous ceux qui, en se promenant sur Internet, y laissent des bribes d'informations numériques.

Malgré la popularité grandissante de *Twitter* et *Facebook*, *LinkedIn* est le premier réseau social des recruteurs, notamment parce qu'il a été spécifiquement développé pour les besoins des professionnels. L'une des nouveautés récentes de *LinkedIn* est l'*Approbation*, l'équivalent numérique de la lettre de recommandation. Elle permet aux personnes de votre réseau de confirmer vos capacités, mais on n'y trouve plus que des références favorables. En 2012, les psychologues Jamie Guillory et Jeffrey Hancock de

l'Université Cornell, ont comparé les réactions des participants à qui l'on demandait d'évaluer des CV classiques et des CV soit publics, soit privés sur *LinkedIn*. Les résultats ont montré que la probabilité que les gens mentent sur *LinkedIn* est la même que dans un CV classique, seule la façon de mentir diffère. Dans leur profil *LinkedIn*, les participants étaient plus honnêtes sur leurs expériences et responsabilités professionnelles antérieures. En revanche, ils avaient une plus grande probabilité de mentir sur leurs centres d'intérêt et leurs passe-temps favoris. Les chercheurs ont attribué ce résultat au caractère public de *LinkedIn*. Les parcours professionnels sont facilement vérifiables, contrairement aux centres d'intérêt. En résumé, les réseaux sociaux peuvent augmenter le nombre des candidats et fournir aux employeurs un ensemble d'informations pertinentes, à condition d'avoir conscience des limites du processus.

### Bibliographie

**M. Kosinki et al.,** *Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior*, in *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 110 (15), pp. 5802-5805, 2013.

**T. Yarkoni,** *Personality in 100000 words: a large scale analysis of personality and word use among bloggers*, in *Journal of research in Personality*, vol. 44(3), pp. 363-373, 2010.

**C. König et al.,** *Reasons for being selective when choosing personnel selection procedures*, in *Int. J. of Selection and Assessment*, vol. 18(1), pp. 17-27, 2010.

**M. McDaniel et al.,** *Situational Judgment tests, response instructions, and validity: a meta-analysis*, in *Personnel Psychology*, vol. 60(1), pp. 63-91, 2007.

## Jeux et vidéos

Si son CV est jugé acceptable, un candidat rencontre généralement l'employeur potentiel pour un entretien. Toutefois, cet entretien peut conduire à de fausses impressions. Des études ont montré que des facteurs tels que l'ethnie, l'âge, le sexe, voire le parfum du candidat jouent un rôle. Certains entretiens sont plus structurés, tous les candidats répondant à la même liste de questions. Cette méthode est plus fiable et augmente la probabilité que différents évaluateurs aboutissent à des jugements similaires. Malgré ce résultat, les entretiens structurés sont peu utilisés.

Certaines entreprises cherchent à améliorer le processus de sélection avec des entretiens structurés en ligne. Les candidats sont invités à enregistrer leurs réponses à quelques questions en utilisant une webcam. Les entretiens sont standardisés, les vidéos ont une durée limitée à quelques minutes, et peuvent être consultées n'importe quand ; autant d'aspects qui séduisent les recruteurs.

Une autre innovation est l'utilisation de jeux vidéo pour rechercher les talents. L'avantage par rapport aux techniques classiques, telles que les tests de personnalité, c'est que les candidats s'impliquent davantage. En appliquant les théories du comportement à la façon de jouer des candidats, le

logiciel peut produire un profil de personnalité du joueur.

Dans un jeu développé par la société *Knack*, un joueur assume le rôle d'un serveur dans un restaurant japonais. Ce serveur virtuel doit simultanément préparer des sushis, servir les plats, répondre aux besoins des consommateurs et faire la vaisselle... entre autres choses. Chaque action est prise en compte pour l'élaboration d'un profil comportemental fondé sur de multiples traits, tels que créativité, extraversion ou impulsivité. Ces profils sont conçus par des équipes de comportementalistes qui ont élaboré les réponses. Ainsi, la capacité à garder en mémoire des commandes multiples renvoie, au plan des capacités professionnelles, à la capacité d'être multitâche.

Un autre exemple de jeu, *Reveal*, est proposé par les Laboratoires *L'Oréal*. *Reveal*, qui est disponible sur le site Web de *L'Oréal*, est utilisé pour identifier les personnes susceptibles de convenir aux postes qui sont à pourvoir dans cette entreprise. Un joueur supervise la simulation du lancement d'un nouveau produit, avec des défis issus de différents services de l'entreprise. Les décisions prises reflètent la tendance du candidat à prendre des risques ou ses capacités d'analyse, par exemple. Les services de ce type se sont multipliés, mais il convient de poursuivre les recherches pour les valider.

## Données à foison

Les dernières générations d'outils numériques de recrutement utilisent des algorithmes qui tentent de rassembler toutes les informations existant sur un candidat. Par exemple, *Klout* et *Topsy* sont deux systèmes d'exploration de la Toile qui quantifient l'influence d'un candidat sur la Toile, c'est-à-dire la façon dont son activité en ligne est examinée, partagée et discutée par d'autres. Réseaux sociaux, blogs, historiques d'achat, courriels, commentaires, forums, toutes ces données disponibles sur Internet sont, sous réserve de savoir les analyser, une mine d'informations pour toutes les directions des ressources humaines. Mais ces nouveaux outils ne se contenteront pas d'améliorer nos méthodes de recrutement, ils devraient aussi permettre à ceux qui cherchent du travail de trouver un emploi à leur mesure. ■

# ABONNEZ-VOUS À **Cerveau & Psycho**

et mettez-vous au diapason de votre cerveau !



## Votre magazine **Cerveau & Psycho**

**1 an - 6 n<sup>os</sup> - 32€** seulement au lieu de 41,70€

## BULLETIN D'ABONNEMENT

**Cerveau & Psycho**

à découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement dans une enveloppe non affranchie à :  
Groupe Pour la Science • Service Abonnements • Libre réponse 90382 • 75281 Paris cedex 06

### 1 MA FORMULE

**Oui, je m'abonne à *Cerveau & Psycho* au prix de 32€\* pour 1 an** (au lieu de 41,70€, prix de vente au numéro).  
Je reçois 6 numéros et pour chacun, la version numérique est offerte sur [www.cerveauetpsycho.fr](http://www.cerveauetpsycho.fr)

\*Pour un abonnement à l'étranger, participation aux frais de port à ajouter: Europe 7,50€ – autres pays 15€.

→ Offre disponible en ligne sur [www.cerveauetpsycho.fr/cp/decouverte](http://www.cerveauetpsycho.fr/cp/decouverte)

Je préfère m'abonner pendant 2 ans à *Cerveau & Psycho* au prix de 60€\*\* (au lieu de 83,40€, prix de vente au numéro).  
Je reçois 12 numéros et pour chacun, la version numérique est offerte sur [www.cerveauetpsycho.fr](http://www.cerveauetpsycho.fr)

\*\*Pour un abonnement à l'étranger, participation aux frais de port à ajouter: Europe 15,50€ – autres pays 30€.

À noter : vos numéros seront expédiés au format classique (21 x 28 cm). Si vous souhaitez les recevoir au format pocket (16 x 23 cm) merci de cocher cette case .

### 2 MES COORDONNÉES :

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

Prénom : \_\_\_\_\_

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

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

Pays : \_\_\_\_\_ Tél. : \_\_\_\_\_

Pour le suivi client (facultatif)

### 3 MON MODE DE RÈGLEMENT :

Par chèque à l'ordre de Cerveau & Psycho

Par carte bancaire

Nom et Prénom du titulaire : \_\_\_\_\_

Numéro de la carte : \_\_\_\_\_

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

Signature obligatoire

**Mon e-mail** pour recevoir la newsletter Cerveau & Psycho et accéder aux contenus numériques offerts (à remplir en majuscule).

\_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre .



## *Faust* : la quête moderne du bonheur

Vendre son âme au diable, en échange de quoi ?  
Goethe répondait : le bonheur. Avec cette réponse,  
il savait que nous nous méprenons souvent  
sur ce qui peut nous rendre heureux.



**Sebastian Dieguez,**  
docteur en  
neurosciences,  
travaille au  
Laboratoire de  
Sciences cognitives  
et neurologiques  
de l'Université de  
Fribourg, en Suisse.

Qu'est-ce qu'une vie réussie, et quel prix sommes-nous prêts à payer pour l'obtenir ? Ces deux questions n'ont cessé de hanter l'humanité depuis la nuit des temps : a-t-on renoncé pour autant à leur apporter une réponse ? Un coup d'œil sur les listes de *best-sellers* permet d'en douter : le bonheur, avec ses recettes et ses secrets, se vend très bien aujourd'hui. Toute une industrie s'est d'ailleurs développée : ce ne sont plus seulement la philosophie et la religion qui se chargent de notre bien-être, mais aussi la publicité, l'économie, la politique, et la science qui nous promettent désormais des horizons radieux. Chacun aurait droit au bonheur : grâce à la psychologie positive, aux sagesse orientales, par l'exploration spirituelle ou

chimique des états de conscience, au moyen de thérapies alternatives et des perles de sagesse des gourous du développement personnel, nous serions tous aux portes de la parfaite satisfaction, et l'accomplissement de tous nos désirs serait imminent.

Ce fantasme d'un bonheur total, immédiat et automatique, c'est pourtant la littérature qui l'a immortalisé et incarné sous les traits du personnage de Faust. Ce dernier, on le sait, vendit son âme au diable pour transcender sa condition de mortel désenchanté.

Pour une vie pleine et réussie, il était prêt à concéder une éternité d'incertitude et d'abjecte soumission au mal. Parmi de nombreuses versions et interprétations, c'est dans le *Faust* de Goethe qu'il trouve son portrait le plus subtil et nuancé. Que nous dit aujourd'hui cette œuvre universelle sur

### En Bref

- Faust est comme beaucoup d'entre nous : insatisfait, assoiffé de sens. C'est sur ce terrain de la frustration que l'hypothèse d'un pacte avec le diable fait son chemin.
- Goethe fait apparaître deux types de bonheur : l'un, artificiel, repose sur des illusions. L'autre, véritable, est à rechercher dans une forme de contemplation.
- Les recherches en psychologie confirment que nous nous faisons souvent des idées fausses sur le bonheur et qu'il vaut mieux ne pas le chercher si l'on veut le trouver.



la condition humaine et notre quête éperdue du bonheur ? Les recherches en sciences cognitives nous éclairent-elles sur les tourments de Faust ?

## Qui est Faust ?

À cette œuvre épique aux ramifications infinies, Johann Wolfgang von Goethe a consacré près de 60 ans de sa vie. S'il fallait en retenir une scène, ce serait peut-être celle où Dieu et Méphistophélès, émissaire de Satan, évoquent la situation de Faust et sa soif infinie de connaissances. Méphistophélès décrit son ambition démesurée et son insatisfaction chronique : « Il est demi-conscient, je crois, de sa folie/Il voudrait décrocher les étoiles et les cieux,/Se gorgier des plaisirs les plus délicieux/Et rien, proche ou lointain, de ce qu'offre la vie/Ne satisfait ce cœur dans sa mélancolie. » Si Dieu admet que Faust n'est pas, en l'état, la figure du serviteur idéal, il garde néanmoins espoir : « C'est dans l'obscurité qu'il me sert aujourd'hui,/Mais je le conduirai bientôt vers la lumière. » Méphistophélès lance alors un défi – « Bon ! que pariez-vous ? [...] Donnez-moi donc licence,/Tout doucement, de vous le pervertir ! » –, que Dieu s'empresse d'accepter : « Je lui ai donc donné ce compagnon fidèle,/Le diable, qui l'agite et le force à agir. »

Et c'est ainsi que le docteur Heinrich Faust, alors qu'il songe à se suicider pour quitter un monde qui ne le satisfait plus, s'acoquine avec le diable, qui lui apparaît d'abord sous les traits d'un chien, puis se transforme sous ses yeux en étudiant voyageur, aux costumes élégants mais excentriques.



**I. Malgré ses vastes connaissances,** le docteur Faust reste insatisfait et malheureux. Comment atteindre le bonheur ? Une signature au bas d'un parchemin suffira-t-elle ?



**2. Méphistophélès**  
et Faust dans la cave  
d'Auerbach, où  
le démon initie son  
protégé aux plaisirs  
des beuveries.  
La statue est  
aujourd'hui exposée  
devant la vraie cave  
d'Auerbach à Leipzig.

À ce moment du récit, Faust souffre déjà depuis longtemps de ne pouvoir trouver le bonheur. Savant universel, il constate avec dépit qu'il ne pourra jamais étancher sa soif de connaissances : « Ainsi donc, ô philosophie, / Et médecine et droit encor, / Hélas, et toi, théologie, / Je vous ai, d'un ardent effort, / Approfondis toute ma vie / Et je reste là, comme un sot, / Sans avoir avancé d'un mot. » Il est pris d'une « étrange douleur » et se languit sans fin. En fait, il ne fait aucun doute que Faust souffre d'une dépression assez grave : « Dès l'aube, à mon réveil, quelle horreur vient me prendre / [...] En songeant que ce jour qui se lève à mes yeux / Ne satisfera pas le moindre de mes vœux / [...] Et l'existence m'est une charge infinie / Et j'aspire à la mort et j'abhorre la vie. »

C'est de cet état de faiblesse que va profiter Méphistophélès : il n'a pas eu à forcer les choses pour faire accepter son pacte. Au contraire, c'est même Faust qui, lui-même, propose la transaction ! « Même l'enfer posséderait un droit ? / Fort bien ; l'on

pourrait donc conclure un pacte / Avec vous, messeigneurs, en toute sûreté ? »

En quoi consiste ce pacte ? Le texte et la légende

faustienne en général sont remarquablement évasifs à cet égard. Méphistophélès offre simplement son aide : « Afin de parcourir la terre / Et découvrir, à mon côté, / Ce qu'est la vie en liberté », et la perspective d'une vie heureuse, pleine d'action, de plaisir et de passion. Liberté, aventures et fin de la dépression : en somme, il lui offre une « neuve existence ». Sceptique, Faust s'enquiert tout de même du prix qu'il devra payer de son côté. Mais il se contente d'une réponse fort vague : « À suivre tes désirs ici-bas je m'engage / Et je n'oublierai rien de ce que tu voudras ; / Quand nous nous reverrons près de l'autre rivage, / Alors viendras ton tour et tu m'obéiras ! » Faust ne tient pas à en savoir plus : « Que m'importe, à moi, l'autre monde ! [...] / Advienne que pourra. »

## Vendre son âme au diable

Faust justifie sa désinvolture de deux façons. Tout d'abord, il ne croit tout simplement pas le diable capable de le tirer de sa torpeur. Ensuite, il raisonne que quel que soit le prix à payer, celui-ci ne peut être pire que sa souffrance actuelle : « Ne suis-je pas valet dès que je me repose ? / Qu'importe que ce soit d'un autre ou bien de toi ? » Et c'est donc lui-même qui pose les termes du pacte, en le transformant en pari : « Si je m'étends jamais sur un lit de paresse, / Mes désirs apaisés, que c'en soit fait de moi. / Si tu fais, me flattant de ta vaine promesse, / Que mon cœur s'éprenne de soi / Et de la jouissance adore la caresse, / Que vienne alors mon dernier jour ; / J'accepte le pari. » C'est donc au diable que revient le défi de guérir Faust de sa mélancolie : s'il échoue, il n'aura pas son âme. Mais il y a un corollaire à ce pari, qui échappe sur le moment aux deux parties : si Faust parvient à trouver le bonheur sans l'aide du diable, alors il n'ira pas non plus en enfer.

C'est cette dualité du bonheur – d'un côté un bonheur « artificiel », de l'autre un bonheur « naturel » –, qui fonde toute la subtilité du drame de Goethe : dans le comportement de Faust, on ne sait jamais très bien ce qui revient au diable et ce qui lui revient en propre. Faust lui-même est difficile à percer : tantôt pétri de certitudes et de supériorité, tantôt au fond d'un gouffre de désespoir, on ignore quand il est sincère et quelles sont ses réelles ambitions.



Sous le patronage de Méphistophélès et de ses pouvoirs surnaturels, Faust va se frotter dans les deux parties du drame au monde et à la nature, connaître l'amour, affronter nombre d'obstacles, vivre des aventures, explorer toutes les tentations et les plaisirs, bref, amplement profiter de la vie. Mais jamais il ne trouvera satisfaction. Toujours, il se sent comme insuffisant, impropre au bonheur. Dans la seconde partie, il commence à accepter progressivement les limites de ses ambitions, renonce au transcendant pour des « missions » plus terrestres, se frotte à la politique, la guerre, l'argent, et plonge même dans les splendeurs de l'Antiquité dans une des nombreuses allégories du récit. L'expérience de l'amour, du plaisir, du pouvoir sous toutes ses formes, la paternité même, ne lui fournissent pas davantage la paix d'esprit à laquelle il aspire.

## Les paradoxes du bonheur

Si l'on met de côté le fait évident que Faust est dépressif, et même mélancolique chronique, son histoire soulève une question qui nous concerne tous : que nous faut-il pour être heureux ? L'œuvre de Goethe indique, dans la personne même de Faust, un paradoxe central du bonheur : « Moi, deux âmes, hélas, habitent dans mon sein/Et chacune voudrait de l'autre se défaire :/L'une, par cent crochets, se suspend à la terre,/L'autre, d'un vol puissant, s'efforce, mais en vain,/De ses nobles aïeux de regagner la sphère. » Où trouver satisfaction ? Dans le monde éthéré et abstrait des idées, ou dans celui bien terrestre de l'action ? Le bonheur est-il matériel ou spirituel ?

Ce sont là quelques-unes des questions philosophiques classiques sur le bonheur. La philosophie, aujourd'hui rejointe par la recherche en psychologie, s'est en effet depuis longtemps attelée aux difficultés soulevées par la recherche du bonheur. Bien loin de fournir des réponses toutes faites, les penseurs depuis l'Antiquité, et plus récemment les chercheurs, ont surtout contribué à clarifier les tenants et aboutissants du bonheur sous la forme des paradoxes, ou ironies, souvent impliqués par les croyances associées à cet état tant recherché.

Le dilemme explicité par Faust prend en effet de multiples formes. Tout d'abord, il incarne la distinction classique entre hédonisme et eudémonisme : l'hédonisme considère le bonheur comme l'expérience présente du plaisir et la satisfaction des désirs, tandis que l'eudémonisme implique la vision plus large d'une vie réussie, en harmonie avec des valeurs vertueuses et notre vraie nature. Aujourd'hui, les chercheurs favorisent l'étude du bien-être subjectif, l'appréciation qu'ont les individus de leur propre état émotionnel, au détriment de l'idée d'un bonheur objectif, qui correspondrait à des normes définitives sur ce que constitue une bonne vie. La tension entre les deux semble insoluble, mais nous verrons que Faust parvient, *in fine*, à les réconcilier.

Mike Martin, philosophe spécialiste du bonheur enseignant en Californie, a tenté de rassembler une liste des nombreux paradoxes qu'implique l'idée de bonheur. La plupart se retrouvent également, d'une façon ou d'une autre, dans le drame faustien. En premier lieu, il y a l'idée que la recherche délibérée du bonheur est le meilleur moyen de ne jamais l'atteindre. Le bonheur viendrait à l'improviste, précisément au moment où on l'attend le moins, comme un surplus de nos activités les plus triviales. Courir après le bonheur, c'est justement se priver de ces instants inattendus. Dès lors, le bonheur conçu comme un but en soi serait une illusion, et les moyens pour l'atteindre – argent, statut, pouvoir, etc. – des chimères. Autre paradoxe : avoir ce que l'on veut n'implique pas de vouloir ce que l'on a. Obtenir satisfaction ou remporter une victoire n'engendrent que des plaisirs de courte durée, parfois même des déceptions, et conduisent à en vouloir « toujours plus ». Une telle dynamique est l'assurance de ne jamais assouvir ses besoins, et donc de ne jamais être pleinement heureux.

Qu'en est-il de la liberté ? Est-elle une garantie du bonheur ? Ici encore, paradoxe : la liberté complète implique l'incertitude



**3. Goethe** publia la première partie de son *Faust* en 1808 (ici, la version originale) et la seconde en 1832. La première partie se termine par la damnation de Faust, la seconde par son salut.

et une infinité de choix, ce qui peut être déstabilisant. La contrainte, la soumission et le renoncement pourraient bien être des composantes nécessaires au bonheur.

Mais tous ces paradoxes ne disent que des demi-vérités sur le bonheur. Nous aspirons tous au bonheur, nous prisons les moyens de l'obtenir, nous apprécions les plaisirs passagers, et nous préférons en général être libres. Dire qu'il faudrait plutôt « savourer l'instant présent » et savoir apprécier notre nature et



« Comme Faust,  
nous cherchons toujours  
à nous améliorer,  
à nous dépasser,  
et comme lui, nous  
évitons de penser au prix  
qu'il nous faudra payer. »

notre condition actuelle n'apporte qu'une réponse partielle, puisque développer cette attitude revient précisément à rechercher le bonheur, et leur application consciente n'est guère différente de la méthode Coué, fondée sur l'autosuggestion permanente.

## La tragédie du bonheur

Faust paraphrasant l'Évangile remplace le rôle central du Verbe divin en postulant qu'« Au début était l'Action ». Son idée du bonheur relève donc de l'agir : vivre, accomplir et ressentir ; plutôt que parler, réfléchir, ou imaginer. Mais il est englué dans les paradoxes du bonheur : il y pense constamment comme un but suprême, compte sur Méphistophélès pour lui donner tous les moyens qui lui manquent, rêve d'une suite interrompue de plaisirs sporadiques, et bien sûr s'est enchaîné à un contrat irrévocable pour gagner sa liberté. On ne peut guère lui reprocher d'être à ce point dans l'erreur, son drame personnel ne fait que refléter celui de la condition humaine.

Ces paradoxes tiennent souvent de la pathologie : la névrose ou la dépression qui le frappent, mais aussi une perte du plaisir. Dans la recherche frénétique du plaisir et

du bonheur à tout prix, le goût pour l'extrême relève souvent d'une insatisfaction diffuse nommée anhédonie. Cette perte du plaisir pousse les individus dont le seuil de tolérance à l'ennui est extrêmement bas à prendre des risques inconsidérés, que ce soit en matière de sport, d'argent ou de sexualité, seuls capables de susciter une excitation qui les satisfasse. Le mécanisme n'est pas loin de celui des addictions, et risquer sa vie ou celle d'autrui n'est pas si éloigné d'un pacte avec le diable...

L'épuisement guette celui qui court après des gratifications intenses et immédiates, et le sens même de la vie en vient à s'effacer progressivement. C'est le « À quoi bon ? » existentiel, qui frappe tout un chacun de temps à autre, certains plus que d'autres. Faust l'exprime en évoquant ses recherches, qui n'ont plus aucune importance à ses yeux : « Comment ne perd-il pas à jamais l'espérance/Celui qui se consume en stériles travaux,/Qui creuse avidement vers un trésor immense/Et trouve avec bonheur un lit de vermisses ! [...] Moi qui croyait atteindre/Au miroir éternel de toute vérité. »

Mais Faust sait-il seulement ce qu'il veut ? Ici, la recherche contemporaine apporte une réponse *a priori* surprenante. De nombreuses expériences montrent en effet que les gens ont une appréciation très confuse de ce qui les rendra heureux ou pas.

Dans le domaine de la « prédiction affective », dont le psychologue Daniel Gilbert, à l'Université Harvard, est le fer de lance, la recherche consiste à interroger les gens sur leur état émotionnel passé, présent et futur, en lien avec des événements réels ou imaginaires. En comparant leurs jugements au fil du temps, on observe des discordances considérables. En général, nous surestimons grossièrement le bonheur associé à de futures expériences, telles qu'un mariage ou l'achat d'une voiture, mais également les désagréments encourus pour des expériences négatives, par exemple la perte d'un emploi ou la mort d'un proche.

Nous pensons que nos bonheurs seront immenses et infinis, que notre état présent changera du tout au tout, ou que nous ne nous remettrons jamais d'un coup dur. De même, nous surestimons nos bonheurs et malheurs passés. Tout se passe comme si



nous étions incapables de nous désengager de notre état présent pour évaluer notre passé et notre avenir, comme si notre moi futur ou passé était une autre personne.

Dans le fond, nous ne savons pas vraiment ce que nous voulons, et encore moins ce qui nous rendra heureux. Le drame, c'est que nous ne semblons pas être en mesure d'apprendre de nos erreurs de prédiction affective, et, par conséquent, ces biais prédictifs ou rétrospectifs sont cumulatifs. Comme à chaque décision nous finissons par constater que le bonheur n'est pas aussi intense ou durable que nous l'avions imaginé, nous envisageons de nouveaux projets dont la capacité à nous rendre heureux est tout autant imprévisible que la précédente... Dans l'âme romantique d'un Faust, naturellement, sa manière biaisée d'envisager le futur et le bonheur prend des proportions propres au tragique. Il veut tout, au maximum, tout de suite, à n'importe quel prix. Rien de moins ne pourrait, selon lui, combler son mal-être et ses frustrations présentes.

## L'erreur égocentrique

Si la recherche du bonheur est paradoxale et parfois pathologique, et si nous sommes relativement incapables de concevoir ce qui nous rendrait heureux, cela veut-il dire que l'idée même de bonheur n'a pas de sens ? Toute personne se déclarant heureuse est-elle nécessairement dans l'illusion ? Nous retrouvons à nouveau la dichotomie faustienne entre bonheur artificiel et authentique. Mais l'œuvre de Goethe dépasse cette tentation d'opposer, sur des bases morales, un « faux » bonheur et un « vrai ». Bien sûr, nous savons tous que céder à certains plaisirs peut contribuer à notre malheur, que l'argent ne fait pas le bonheur (il y contribue très peu, selon les recherches, passé un certain seuil de confort matériel), et que certains désagréments peuvent un jour devenir « la meilleure chose qui me soit jamais arrivée. » Mais est-ce à dire que Faust a passé un pacte avec le diable pour... rien ?

Méphistophélès agit comme le maître des illusions. Il utilise la sorcellerie pour aider Faust à chaque étape de son développement, et en ce sens fournit un bonheur artificiel, et qui du reste ne satisfait pas Faust. Le pacte le

place *de facto* dans un paradis artificiel, une réalité virtuelle qui le détache du monde réel et de son authentique personnalité. Aujourd'hui, il exploiterait certainement les possibilités offertes par les « nouvelles » technologies, il améliorerait son cerveau grâce aux neurosciences et l'intelligence artificielle, son corps grâce à la génétique, il dominerait l'univers par les nanotechnologies, la conquête spatiale et la maîtrise de l'énergie, autant de disciplines qui chantent un avenir radieux. Comme Faust, nous cherchons toujours à nous améliorer, à nous dépasser, et comme lui, nous évitons de penser au prix qu'il nous faudra payer.

Pourtant, les recherches le montrent, nous ne sommes pas plus heureux qu'il y a 50 ans, et en termes de bien-être subjectif, nous ne dépassons guère celui de pays beaucoup moins développés. Mais il reste à se demander quels sont les liens entre nos idées erronées sur le bonheur et ce qui relèverait du bonheur véritable, et Goethe nous montre, dans le dénouement de son œuvre, que le pacte diabolique et le monde de l'illusion peuvent également avoir leur utilité.

**4. Dans le Faust**  
de Gounod, Marguerite se contemple dans un miroir et découvre les délices de la coquetterie dans le célèbre air des bijoux. Ici, en 2011, à l'Opéra de Hambourg, Alexia Vulgaridou était Marguerite et Tigran Martirossian, Méphistophélès.



© Markus Scholz / dpa / Corbis

« Le bonheur viendrait à l'improviste, précisément au moment où on l'attend le moins, comme un surplus de nos activités les plus triviales. »

Face à la perpétuelle insatisfaction de Faust, et à court d'idées, Méphistophélès pose directement la question à Faust : que souhaite-t-il ? La trépidation du quotidien ? La gloire ? Ou même la lune ? Faust répond : « Tu ne peux pas savoir ce que l'homme désire./Ton être acerbe, dur, mal intentionné./Que sait-il des besoins auxquels un homme aspire ? » Ce qu'il souhaite, il saura le dire seulement au seuil de la mort. Faust s'est alors retiré du monde pour consacrer ses derniers jours à la récupération de terres qu'il souhaite rendre au peuple.

Sa dernière requête à Méphistophélès est qu'il assèche de vastes marécages, de façon à les rendre fertiles et habitables pour le bien commun : « À bien des millions j'ouvre ainsi des conquêtes/Pour vivre librement, sinon en sûreté./Prés verdoyants, féconds ; là-bas, hommes et bêtes/Sur les terrains nouveaux marchent avec fierté [...] /Alors je pourrais dire à cet instant qui passe : / Arrête-toi, tu es si beau !/Car de mes jours mortels au grand jamais la trace/Ne pourra sombrer au tombeau./Dans le pressentiment de mon bonheur extrême./Je jouis maintenant de cet instant suprême. »

Méphistophélès est surpris par ce soudain revirement altruiste, cette volonté de laisser une trace bienfaitrice de son passage dans l'existence. Parce qu'il est aidé par les prières célestes de Marguerite, son amour perdu, et par la sincérité de sa repentance, son âme échappe alors aux griffes du diable, et s'enfuit au paradis. La paix d'esprit et la rédemption sont accomplies par l'altruisme, avec cette idée que le bonheur individuel n'est rien s'il ne repose pas sur des fondements moraux et ne s'étend pas aux autres.

De fait, Faust a mis toute une vie à comprendre ce que les sagesse antiques et de récentes données ont mis en évidence. La recherche montre effectivement que le bonheur est ouvert sur le monde et sur les autres plutôt que centré sur soi, et se niche

dans la réalisation d'objectifs concrets et porteurs de signification, plutôt que dans la satisfaction rapide et facile des désirs. L'altruisme est plus satisfaisant que l'égoïsme ; la passion est plus enrichissante que l'accumulation dénuée de sens. Des données récentes confirment même que donner de son argent, lors d'une expérience de laboratoire ou dans la vraie vie, accroît le bonheur ! De même, se focaliser pleinement sur une tâche à accomplir, plutôt que de laisser son esprit rêvasser, ou de sauter impulsivement d'un plaisir à un autre, rend plus heureux.

## Les conditions de la sagesse

Définitivement guéri de son mal-être et de son insatisfaction à la fin du drame, Faust a donc entièrement renoncé à devenir l'égal de Dieu. Mais il n'est pas retourné à sa condition initiale de « vermisseau » pour autant. Ce sont le passage par de nombreuses épreuves, l'exploration et l'expérimentation frénétique de toutes les possibilités qu'offre la vie, qui l'ont débarrassé de son fantasme d'être un surhomme. Seulement alors a-t-il pu reconnaître que se restreindre à sa simple condition de mortel, avec toutes les peines et les joies que cela implique, est la condition nécessaire pour obtenir la paix d'esprit, même si cette sérénité parfaite doit coïncider avec sa propre mort.

L'histoire, chez Goethe, finit donc bien, contrairement à d'autres versions du mythe de Faust. Ce faisant, elle suggère que le pacte avec le diable, loin d'une erreur magistrale et sans retour, était en réalité une condition nécessaire à cet aboutissement. Dernier paradoxe : bonheur illusoire et authentique, bien-être subjectif et vie vertueuse, hédonisme et eudémonisme, n'existeraient pas l'un sans l'autre. Sans le diable, qui nous « agite » et nous « force à agir », nous ne saurions sans doute jamais ce qui nous rend heureux.

### Bibliographie

**M. Killingsworth et al.**, *A wandering mind is an unhappy mind*, in *Science*, vol. 330, p. 932, 2010.

**M. Martin**, *Paradoxes of happiness*, in *Journal of Happiness Studies*, vol. 9, pp. 171-184, 2008.

**P. Kesebir et al.**, *In pursuit of happiness: empirical answers to philosophical questions*, in *Perspectives on Psychological Science*, vol. 3, pp. 117-125, 2008.

**E. Dunn et al.**, *Spending money on others promotes happiness*, in *Science*, vol. 319, pp. 1687-1688, 2008.

**D. Gilbert**, *Stumbling on happiness*, Alfred A. Knopf, New York, 2006.



**5,90 €**  
dès le 2<sup>e</sup> numéro  
acheté!



**N° 62 (mars 14)**  
Classique Pocket  
■ M0760062 ■ M0760562



**N° 61 (janv. 14)**  
Classique Pocket  
■ M0760061 ■ M0760561



**N° 60 (nov. 13)**  
Classique Pocket  
■ M0760060 ■ M0760560



**N° 59 (sept. 13)**  
Classique Pocket  
■ M0760059 ■ M0760559



**N° 58 (juillet 13)**  
Classique Pocket  
■ M0760058 ■ M0760558



**N° 57 (mai 13)**  
Classique Pocket  
■ M0760057 ■ M0760557



**N° 56 (mars 13)**  
Classique Pocket  
■ M0760056 ■ M0760556



**N° 55 (janv. 13)**  
Classique Pocket  
■ M0760055 Indisponible



**N° 54 (nov. 12)**  
Classique Pocket  
■ M0760554 Indisponible



**N° 53 (sept. 12)**  
Classique Pocket  
■ M0760053 ■ M0760553



**N° 52 (juillet 12)**  
Classique Pocket  
■ M0760052 ■ M0760552



**N° 51 (mai 12)**  
Classique Pocket  
■ M0760051 ■ M0760551



**N° 50 (mars 12)**  
Classique Pocket  
■ M0760050 ■ M0760550



**N° 49 (janv. 12)**  
Classique Pocket  
■ M0760049 ■ M0760549



**N° 48 (nov. 11)**  
Classique Pocket  
■ M0760048 ■ M0760548



**N° 47 (sept. 11)**  
Classique Pocket  
■ M0760047 ■ M0760547



**N° 46 (juillet 11)**  
Classique Pocket  
■ M0760046 ■ M0760546



**N° 45 (mai 11)**  
Classique Pocket  
■ M0760045 ■ M0760545

Nouveau ! Toutes les archives depuis 2003 sur [www.cerveau&psycho.fr](http://www.cerveau&psycho.fr)

### BON DE COMMANDE

à découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement à :  
Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil • e-mail : [pourlasciencevpc@dauvin.fr](mailto:pourlasciencevpc@dauvin.fr)

### Cerveau & Psycho

Oui, je commande des numéros de *Cerveau & Psycho* au tarif unitaire de 5,90€ dès le 2<sup>e</sup> acheté.

Je reporte ci-dessous les références à 8 chiffres correspondant aux numéros commandés et au format souhaité :

- 1<sup>re</sup> réf. \_\_\_\_\_ 01 × 6,95 € = 6,95 €
- 2<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ × 5,90 € = \_\_\_\_\_ €
- 3<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ × 5,90 € = \_\_\_\_\_ €
- 4<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ × 5,90 € = \_\_\_\_\_ €
- 5<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ × 5,90 € = \_\_\_\_\_ €
- 6<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ × 5,90 € = \_\_\_\_\_ €

Frais port (4,90€ France - 12€ étranger) + \_\_\_\_\_ €

Je commande la reliure *Cerveau & Psycho*  
(capacité 12 n°) en format  pocket (A0001908)  
ou  classique (A0002567) au prix de 14 € + \_\_\_\_\_ €

**TOTAL À RÉGLER** = \_\_\_\_\_ €

J'indique mes coordonnées :

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

Prénom : \_\_\_\_\_

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

C.P. : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_

Pays : \_\_\_\_\_ Tél. : \_\_\_\_\_

Mon e-mail pour recevoir la newsletter *Cerveau & Psycho* : \_\_\_\_\_

Je choisis mon mode de règlement :

par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

par carte bancaire

Numéro \_\_\_\_\_

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

Code de sécurité \_\_\_\_\_

(les 3 chiffres au dos de votre CB)

Signature obligatoire



PLUS DE TITRES SUR [WWW.CERVEAUETPSYCHO.FR](http://WWW.CERVEAUETPSYCHO.FR)

## La murène et le mérrou, une édifiante fable marine

Les mérrous indiquent aux murènes où se nichent leurs proies. Les murènes les débusquent et ils partagent le produit de leur chasse...

**S**i vous avez l'occasion de faire de la plongée sous-marine dans la mer Rouge, vous pourrez y être les témoins d'une scène extraordinaire. Un mérrou de la mer Rouge (*Plectropomus pessuliferus marisrubri*) se tient immobile, verticalement, la tête en bas, au-dessus d'une anfractuosité de rochers où se trouvent des proies potentielles qu'il a repérées, mais dont l'ouverture est trop étroite pour qu'il puisse lui-même y pénétrer pour les capturer. Brusquement arrive sur les lieux un autre prédateur plus petit : une murène javanaise (*Gymnothorax javanicus*), ou un poisson Napoléon (*Chelinus undulates*), voire une pieuvre (*Octopus cyanea*), qui se glisse dans l'anfractuosité et y débusque aisément les malheureuses proies. Les deux compères – le mérrou en attente et son aide de plus petite taille – se goinfrent alors ensemble des proies ainsi attrapées. Le mérrou s'est comporté ici comme un rabatteur, attirant à lui d'autres prédateurs et partageant avec eux le bénéfice de la chasse. Un comportement similaire a également pu être

décrit avec un proche cousin de ce mérrou, la loche saumonée (*Plectropomus leopardus*). C'est ce qu'ont notamment révélé les récents travaux d'une équipe anglo-suisse de Cambridge et de Neuchâtel.

### Communiquer par gestes

Ouvrons ici une parenthèse à propos d'un tout autre animal, le chimpanzé. Les éthologues qui avaient précédemment travaillé sur la communication chez les chimpanzés avaient eu l'occasion de définir, chez ces grands singes anthropoïdes, ce qu'ils avaient appelé des « gestes référentiels ». Il s'agit de signaux émis intentionnellement par certains individus et qui visent à déclencher un comportement chez un congénère, voire, à l'occasion, un humain. Ce type de signaux est connu depuis longtemps chez les chimpanzés en captivité, y compris dans leurs rapports avec leurs soigneurs. Il peut même comprendre des signaux « langagiers ». Comme les chimpanzés ne disposent pas d'or-

ganes vocaux adaptés au langage oral, ils utilisent parfois le langage gestuel des sourds-muets, que leur enseignent les humains et qui constitue un « protolangage » assez simple. Les chimpanzés sont ensuite susceptibles d'utiliser ce protolangage pour solliciter une « réponse » de leur soigneur, par exemple un don de nourriture ou une promenade. Dans la nature, chez des chimpanzés sauvages, des observations originales ont été rapportées par les éthologues américains Simone Pika et John Mitani, au parc de Kibalé, en Ouganda. Un chimpanzé peut effectuer sur lui-même, à l'attention d'un congénère en train de l'épouiller, un geste de grattage à un endroit précis de son corps. Immédiatement après, le partenaire d'épouillage s'occupe de la partie du corps signalée, montrant par là qu'il a bien « compris » la signification précise du geste référentiel incitatif.

Des gestes référentiels ont également été décrits chez les corbeaux en liberté dans les Alpes autrichiennes. Ces derniers, en offrant à des congénères des éléments non comestibles, tels des rameaux, de petites pierres ou des paquets de mousse, arrivent à focaliser l'intérêt des receveurs et à s'en faire des partenaires. On constate que le démonstrateur et le receveur effectuent ensuite un grand nombre d'activités communes : s'approcher l'un de l'autre, entrer en contact par

« Qu'est-ce qui fait que la murène ne garde pas la prise pour elle et la partage avec le mérrou rabatteur ? »



le bec, faire semblant de se nourrir ou manipuler un objet ensemble. Au-delà des chimpanzés et des corvidés, l'étude des mérours suggère donc que ce type de comportement est probablement assez répandu dans le règne animal.

## Intentions de poisson

Revenons à nos mérours. Les auteurs de l'étude ont fait remarquer que le signal fourni par le poisson rabatteur « possède les cinq attributs », proposés lors des travaux sur les chimpanzés, pour qu'il soit considéré comme un « geste référentiel » : il est dirigé vers un objet particulier (en l'occurrence l'anfractuosité du rocher) ; il n'a aucun effet mécanique par lui-même ; il vise un autre animal, receveur potentiel du signal (receveur qui, on l'a vu, peut être varié) ; il produit une réponse volontaire de la part de ce receveur (qui commence à s'agiter dès qu'il perçoit

le signal du mérour) ; et il révèle des caractéristiques spécifiques indiquant l'intention de l'émetteur (le mérour n'émet ce signal que s'il est lui-même affamé et il cesse de l'émettre quand ce dernier a été perçu et « compris » par le receveur).

Par ailleurs, on sait que les signaux de communication entre espèces différentes, pas nécessairement avec une intention, ne sont pas rares dans le règne animal. Par exemple, quand un oiseau crie à l'approche d'un épervier, toute la forêt devient silencieuse, montrant que de nombreuses autres espèces d'oiseaux ont compris ce signal d'alarme. Mais pour ce qui est de l'usage de signaux entre espèces différentes, et dans un comportement social aussi complexe et organisé que la chasse, il n'y a guère que les rapports si particuliers de l'homme et du chien qui permettent d'en trouver un autre exemple. Le « signal du mérour » combine donc

les caractéristiques d'un geste référentiel de haut niveau et une utilisation étonnante de ce geste entre des espèces différentes.

Demeure, bien sûr, une importante question, à laquelle les chercheurs ne peuvent pas encore répondre : qu'est-ce qui fait que la murène ou le poisson Napoléon ne gardent pas la prise pour eux et la partagent avec le mérour rabatteur ? Certes, on ne peut exclure une sorte d'accord utilitaire entre rabatteur et débusqueur, une sorte de donnant-donnant à la base de toute coopération, où, consciemment ou non, chaque partenaire trouverait son intérêt. Mais le plus probable est que, devant un plus gros poisson qu'eux, la murène ou le poisson Napoléon se sentent naturellement « obligés » au partage !

Faudrait-il donc considérer les mérours comme beaucoup plus intelligents que nous ne l'avions imaginé jusqu'à présent ?



Rich Corey / Shutterstock.com



Georges Chapouthier, neurobiologiste, est directeur de recherche émérite au CNRS.

### Bibliographie

- A. Vail, et al.**, *Nature Communications*, 2013, doi: 10.1038/ncomms2781.
- S. Pika et al.**, *Referential gestural communication in wild chimpanzees* (*Pan troglodytes*), in *Current Biology*, vol. 16(6), r191-2, 2006.
- S. Pika et al.**, *Nature Communications*, 2011, vol. 2, p. 560, doi: 10.1038/ncomms1567.

## Il faut dévoiler les secrets de famille

Non, pas nécessairement, malgré la tyrannie de la transparence qui a succédé à l'impératif d'un mutisme total.

**L**ongtemps il a été vivement déconseillé de révéler les secrets de famille. Il n'était pas question de dire qu'un grand-oncle était homosexuel, qu'une grand-mère avait « fauté » avec un voisin, qu'un cousin s'était suicidé. Ces faits suscitaient honte, crainte de la réprobation et devenaient ainsi des secrets de famille. Mêler l'intime au privé, le privé au public a longtemps été jugé impudique, voire choquant.

Que se passe-t-il dans le cerveau du « fauteur de trouble » ? Chacun a conscience de ses désirs intimes, de souvenirs enfouis dans sa mémoire affective, et même de ses failles. Les méandres de son être constituent son jardin secret, son « quant à soi ». Il n'y a que lui qui sache ce qu'il souhaite révéler aux autres. Livrer son secret, c'est se mettre à nu, risquer de décevoir l'autre, devenir vulnérable. Le porteur de secret ne peut y parvenir qu'à la suite d'une délibération parfois conflictuelle avec lui-même.

Certaines professions sont assujetties au secret professionnel (médecin, psychologue, avocat, notaire, etc.). Il faut souligner que ce dernier est imprescriptible et que celui qui y manquerait pourrait être puni d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende. Toutefois, au cours des années, la société a

évolué, les mœurs ont changé. Les grands tabous se sont brisés : l'adoption, l'illégitimité d'un enfant ne sont plus des mystères.

On s'est alors avisé qu'un secret tu aux générations suivantes pouvait être nocif ; plus encore, que sa révélation brutale et tardive était susceptible de provoquer des drames. Dans les années 1970, sur ce thème, Anne Ancelin-Schutzenberger, à l'Université de Nice, créa la psychogénéalogie clinique. Cette discipline considère que les événements traumatiques, les secrets, les conflits vécus par les ascendants d'un sujet conditionnent ensuite ses faiblesses et ses troubles psychiques.

Soudain, un grand nombre de personnes se mirent à rechercher les souvenirs de leurs ancêtres, à fouiller dans les greniers, à lire de vieilles lettres. Mais dans cette poursuite effrénée des anecdotes familiales, le centre de gravité de la famille s'est déplacé. Il ne s'agissait pas de valoriser le quotidien de ces personnes du passé, d'admirer leur cheminement, mais de chercher ce qui, dans ces destins oubliés, apportait du « grain à moudre » au survivant angoissé. Soudain, il était de bon ton de tout révéler en amont au nom de l'intérêt individuel en aval. En 2004, en France, un million de personnes disaient s'adonner à la recherche généalogique.

Mais la psychogénéalogie a fait long feu. L'idée que le secret caché d'un aïeul puisse influencer sur la vie de son petit-fils (qui l'ignore) et que sa découverte participe à sa guérison, a été critiquée. Récemment, Nicolas Gauvrit, mathématicien et psychologue, a écrit que la psychogénéalogie est une pseudoscience ne reposant que sur des hypothèses.

### Contre la transparence absolue

Le psychiatre Serge Tisseron, dans son ouvrage *Secrets de famille, mode d'emploi*, estime que la dissimulation d'une vérité gênante est ressentie par les enfants comme si le secret « suintait » à travers le malaise de ses détenteurs. Les mensonges concernant un inceste, un viol, un suicide, une maladie « honteuse », deviendraient de plus en plus nocifs au cours des années. Ainsi une vérité cachée transparaitrait malgré tous les efforts faits pour la cacher, aggravant le malaise des descendants.

Selon une étude réalisée par le gynécologue-obstétricien François Olivennes en 2004, 18,6 pour cent des femmes et 12,6 pour cent des hommes interrogés sur les secrets de famille disent y avoir été confrontés dans leur vie. Certains secrets « négatifs » se situent à la limite de « l'inexprimable » !

Malgré le dogme de la transparence à tout prix allant jusqu'à l'exhibitionnisme, les psychiatres mettent aujourd'hui leurs patients en garde : entre la révélation pour le bien de tous et la dissimulation gênée, il faudrait trouver un juste milieu. La vérité gagnerait à être dévoilée de façon progressive, par paliers, car un enfant ou un adolescent n'est pas apte à tolérer et engranger les mêmes charges émotionnelles qu'un adulte.

Toutefois il faut souligner qu'il existe aussi des secrets de famille « positifs ». Ainsi, cette jeune femme qui, ayant pressenti des moments occultés dans la vie de son grand-oncle se rapportant à la Seconde Guerre mondiale, supposait, à la suite de ragots contradictoires, qu'il avait eu une attitude indigne. Elle alla donc jusqu'à interroger cet oncle âgé qui finit par avouer en quelques mots succincts son comportement héroïque : il avait caché une famille juive dans son grenier plus d'un an mais ne supportait pas qu'on en parle. Cet épisode contenait un trop plein d'émotion, dont lui-même disait qu'il était « indicible » !

Qu'en est-il des secrets dans la famille concernant l'entourage direct d'un sujet, et non ses ascendants ? Aujourd'hui, plus personne ne songerait à cacher son origine à un enfant adopté. On sait que la dissimulation d'un fait aussi important, découvert lors d'une visite chez un notaire ou à l'adolescence, pourrait provoquer des perturbations irréversibles.

Et en ce qui concerne les fécondations *in vitro*, faut-il en parler ? Dans les années 1980, les équipes médicales conseillaient la discrétion absolue. Sur ce sujet, 540 couples ayant eu recours à une F.I.V. se sont livrés à une enquête : 73,5 pour cent des femmes souhaitent en informer le futur enfant, contre 69,5 pour cent des hommes. L'entourage proche est mis au courant dans 93,7 pour

© Elisonfh/Shutterstock.com



cent des cas, et les collègues dans 89,8 pour cent. Ces proportions montrent que la F.I.V. est devenue un secret de Polichinelle ! Dans ces conditions, il semblerait préférable de le dire à l'enfant, mais pas trop tôt ; l'essentiel est qu'il ne l'apprenne pas par un tiers. En revanche, l'insémination d'un donneur anonyme doit être entourée d'une grande discrétion, et révélée à l'enfant, à l'adolescence, si son père le souhaite.

## Trouver les bons mots au bon moment

Comment parler d'événements privés plus graves qui ne concernent pas directement l'enfant ? La mésentente conjugale est souvent connue de l'enfant. Il a des antennes affectives et ressent le conflit avant même qu'il ne soit nommé. Le désaccord parental le concerne par ricochet et réclame donc une information. La maladie d'un membre de la famille ou de la fratrie doit être dévoilée. N'oublions pas qu'un enfant intelligent et sensible se rend compte des événements avant même qu'on ne lui en parle ; mais il répugne souvent à ce que l'on mette des mots sur ce qu'il devine et qui le dérange. Les soucis d'argent, le chômage parental, peuvent être évoqués, essentiellement pour que l'enfant ne l'apprenne pas par un familier indiscret.

Dans *Éloge du secret*, le psychiatre Pierre Levy-Soussan s'insurge contre l'obligation de tout dire, et estime que c'est au détriment de l'épanouissement et d'un indispensable

« jardin secret ». Cet « espace d'illusion » aiderait l'homme à modifier la réalité afin de la supporter. « L'espace du secret est la seule façon de surmonter les désillusions propres à la réalité. » La recherche des secrets de famille est illusoire si elle ne se situe pas au centre d'une quête de soi-même, et toute vérité n'est pas bonne à dire. Et P. Levy-Soussan de conclure : « Comment en est-on venu à idolâtrer la parole ? Croire qu'exprimer ses douleurs suffit à les apaiser est sans doute l'un des plus grands malentendus du XX<sup>e</sup> siècle. »

Alors, se taire ou se confier ? Il nous semble que les enfants ont le droit de savoir tout ce qui les concerne : place dans la filiation, adoption, remariage, décès dans la famille, projets divers. En un mot, tout ce qui touche à leur origine et à leur avenir. Ils ne doivent pas connaître la vie privée des adultes qui les ont précédés, et encore moins la vie intime de leurs parents. Refuser le dogme de la transparence absolue, tout en se gardant de rester bloqué dans la vision ancienne du secret à tout prix : il n'y a pas de recette miracle ! ■



Anne Charlet-Debray, psychologue clinicienne, est psychothérapeute pour enfants et adultes.

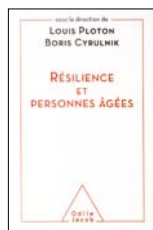
### Bibliographie

**P. Levy Soussan**, *Éloge du secret*, Fayard, 2010.

**A. Ancelin Schutzenberger**, *Aïe mes aïeux*, Desclee de Brouwer, 1998.

**S. Tisseron**, *Secrets de famille, mode d'emploi*, Ramsay 1996.





## Résilience et personnes âgées

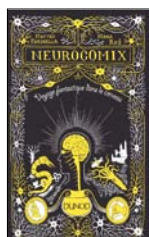
Louis Ploton et Boris Cyrulnik  
Odile Jacob, (293 pages,  
25,90 euros, 2014)

Les ressources de l'être humain peuvent être comparées à celles d'une barre d'acier. Soumise à des chocs, à des étirements et à des pliures, celle-ci présente trois qualités que les spécialistes de la résistance des matériaux nomment résilience, élasticité et ténacité. Ces qualités dépendent de l'environnement, notamment de la température : importantes dans l'eau chaude, elles s'effondrent dans l'eau froide. Ainsi, si la coque d'acier du Titanic avait dû rencontrer un iceberg dans les eaux chaudes des Bermudes, elle se serait déchirée sur trois mètres au lieu de s'ouvrir sur trente mètres.

Les psychologues de langue anglaise se sont emparés des trois termes nés avec la sidérurgie pour les appliquer à la psychologie en les regroupant sous le vocable unique de résilience. Or, et c'est là le thème de ce livre,

ces qualités peuvent s'effondrer ou au contraire se développer au fil de l'âge. Cet ouvrage pourrait être présenté comme le troisième volet d'un triptyque édité à partir de l'ouvrage fondateur de Boris Cyrulnik et Antoine Lejeune en 2004. Antoine Lejeune, Boris Cyrulnik, Michel Delage et Louis Ploton y ont rassemblé des données collectées pendant dix ans par les professionnels d'une discipline complexe, la neuropsychosociogérontologie. Il en ressort que le vieillissement n'est plus seulement une accumulation de pertes ni une descente aux enfers illustrée par l'imagerie d'Épinal. Au point que Claude Beata, cosignataire de l'ouvrage, montre que ce qui a été observé chez l'homme l'est aussi chez le chien : la résilience permet de conserver des performances cognitives en dépit de la présence anatomique de lésions observées au cours du vieillissement et de la maladie d'Alzheimer. À la lecture de l'ensemble, il est patent que les faits s'accumulent en faveur d'une nouvelle conception de la maladie d'Alzheimer. Derrière l'arbre de la maladie neurologique, il s'agit aujourd'hui de voir la forêt porteuse de chances, en particulier celle de la résilience.

Jean-Claude Monfort, Hôpital Sainte-Anne, Paris



## Neurocomix Voyage fantastique dans le cerveau

Matteo Farinella et Hana Ros  
Dunod, (136 pages, 14,90 euros, 2014)

Qui a découvert les neurones ? Qu'est-ce qu'une synapse ? Comment fonctionnent les neurotransmetteurs ? Quand furent identifiés les premiers potentiels d'action ? Comment a été découverte la plasticité neuronale ? Qui était Pavlov ? Vous pourriez croire qu'il s'agit d'un traité de neurosciences, mais c'est une bande dessinée, qui relève le défi de retracer les principaux jalons de la recherche en neurosciences depuis plus d'un siècle, en entraînant le lecteur dans un périple fantastique au cœur du cerveau. Dans les pas d'un héros ingénu, le lecteur traversera forêts de neurones, océans de neurotransmetteurs, machineries de libération synaptique, le tout dans un style graphique caractéristique du comix, en noir et blanc... Une bonne façon pour le profane de découvrir le monde de l'encéphale, et pour le public averti de le redécouvrir avec plaisir.

Sébastien Bohler

## L'homme subconscient

Yves Agid  
Robert Laffont, (272 pages, 24 euros, 2014)



*L'homme subconscient* est le livre clé pour comprendre le fonctionnement de ces trois livres de substance gélatineuse que représente notre cerveau. Accompagné d'une centaine d'encadrés – mêlant cas cliniques et schémas anatomiques de la main de l'auteur –, il décrit le rôle joué par notre subconscient dans d'innombrables aspects de notre vie. Ce « pilote automatique » de nos actions et de nos émotions repose sur un dialogue incessant entre le cortex et des structures nommées noyaux gris centraux. L'Académicien et neurologue de renom recourt à l'image d'un automobiliste place de la Concorde. Coups de frein, d'accélérateur et de volant s'enchaînent sans que nous en ayons conscience. Malgré la circulation, notre « préconscient » peut se consacrer à une conversation avec notre passager, tandis que notre subconscient se charge d'éviter le grand carambolage. Au fil de cas cliniques et d'exemples choisis, Yves Agid nous permet d'appréhender cette « intelligence tacite » qui s'enraye parfois, comme dans la maladie de Parkinson. Le mérite de ces 270 pages est également de décloisonner la neurologie de la psychiatrie en proposant des grilles de lecture communes. Au point, en refermant cet ouvrage passionnant, qu'on ne sache plus différencier les deux spécialités !

Marc Lévêque, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris



Dans votre article sur le bonheur (*voir Cerveau & Psycho n° 62*), vous soulignez qu'il est important de profiter des bons moments, parce qu'ils nous aident ensuite à affronter les moments difficiles. Mais quand on traverse un malheur, à quoi cela sert-il d'avoir été heureux ? Est-ce qu'on n'a pas au contraire l'impression d'avoir tout perdu, et est-ce qu'on ne risque pas de se complaire dans la nostalgie, de regretter le passé heureux, ce qui nous empêche d'affronter le présent et l'avenir ?

**Jérôme Feuillate, Bressuire**

#### Réponse de Christophe André

Question effectivement capitale : le bonheur ne nous sert-il qu'à agrémenter notre existence dans l'instant (ce n'est déjà pas si mal), ou représente-t-il aussi un moyen de renforcer notre résilience, pour les moments d'adversité à venir ? Cette deuxième fonction a déjà reçu plusieurs éléments de validation. Par exemple, des travaux de l'équipe d'Éric Kandel, prix Nobel de médecine, ont montré que des expériences de « sécurité apprise » (se sentir totalement protégé de tout danger, comme c'est le cas lorsqu'on se sent heureux) rendent ensuite des souris plus aptes à affronter des circonstances adverses et stressantes. Toutefois, il ne faut pas trop attendre pour se remémorer ses souvenirs heureux : une fois que les personnes ont basculé dans la dépression, cela ne leur est plus guère utile, et des études ont montré qu'au contraire l'évocation des bonheurs passés peut aggraver leur moral. Conclusion : oui, l'expérience du bonheur peut nous aider à affronter plus tard le malheur, mais à condition de ne pas avoir basculé dans la dépression. D'où l'intérêt de la psychologie positive, qui consiste à « s'exposer » régulièrement à des ressentis agréables pour maintenir son équilibre émotionnel largement du côté positif.

Est-ce que l'insula de notre cerveau, qui ressent la fatigue lors d'un effort physique, est aussi connectée à la partie de notre cerveau qui réfléchit, permettant de sentir la fatigue intellectuelle et le besoin de faire une pause dans son travail, de la même façon qu'un athlète au cours de son entraînement ?

**Lise Cormier, Paris**

#### Réponse de Florent Meyniel

La fatigue en général est une diminution de performance induite par l'effort. Déterminer les causes de la fatigue physique a été le sujet d'intenses controverses ; elles se poursuivent aujourd'hui et reflètent une diversité de causes possibles. La biologie de cette fatigue est assez bien connue au niveau périphérique, moins bien au niveau du cerveau. Notre travail sur le rôle de l'insula postérieure est une contribution à ce domaine. La même explication tiendrait-elle pour la fatigue intellectuelle ? Difficile à dire, car les déterminants de cette fatigue sont encore moins bien connus que pour la fatigue physique. Une partie de la réponse consistera d'abord à définir les effecteurs impliqués : on peut identifier un ensemble de muscles impliqués dans un effort particulier et quantifier leur travail (par exemple avec la force développée) ; pour l'effort intellectuel, identifier les effecteurs cérébraux et les mesures qui les caractérisent est une question encore ouverte !

Dans l'encadré que vous consacrez aux acouphènes dans votre article (*voir Cerveau & Psycho n° 62*), vous écrivez que l'on n'en connaît pas toujours la cause physiopathologique. Dans quels cas la connaît-on ?

**Aurélien Grenois, Rennes**

#### Réponse de Didier Bouccara

Les causes d'acouphènes identifiées sont nombreuses. Il s'agit de

perturbations du système auditif qui sont localisées à différents niveaux et perturbent les mécanismes normaux de l'audition. Nous en avons évoqué plusieurs dans l'article cité. Rappelons les atteintes de l'oreille externe : bouchon de cérumen, otite externe, corps étranger. Dans le cas des atteintes de l'oreille moyenne, citons otite ou anomalies de la chaîne des osselets. Les acouphènes sont alors dus à une mauvaise transmission des vibrations sonores dans l'oreille externe ou moyenne. Au niveau de l'oreille interne (traumatisme sonore, toxicité de certains médicaments, etc.), les acouphènes résultent d'un dysfonctionnement des cellules ciliées ou de leur connexion avec les fibres du nerf auditif. Il s'ensuit la production d'un signal anormal.

Notons que certains acouphènes sont des pathologies « de voisinage », ne touchant pas directement les voies auditives. Ils peuvent, par exemple, accompagner des troubles de l'articulation de la mâchoire. Dans la plupart des atteintes auditives localisées au niveau de l'oreille interne, en particulier la presbycusie – ou vieillissement du système auditif –, des acouphènes peuvent apparaître avec la baisse de l'acuité auditive.

Enfin, il existe des « acouphènes objectifs », c'est-à-dire perceptibles par l'examineur, et qui peuvent correspondre à des anomalies vasculaires. C'est notamment le cas des acouphènes pulsatiles, qui reproduisent le bruit des pulsations cardiaques. Dans tous les cas, un examen ORL s'impose, éventuellement complété par des examens d'imagerie, en particulier.

Posez vos questions sur  
**Cerveau & Psycho.fr**

tribune.cp@pourlascience.fr

# De la **Musique** pour le **cerveau**

COMMENT LA MUSIQUE NOUS « REMUE »-T-ELLE ?

LA MUSIQUE COMMÈNCE PAR DES VIBRATIONS DE LA VOIX

LES VIBRATIONS ATTEIGNENT LE TYMPAN

AU SENS PROPRE COMME AU FIGURÉ ?

OU D'UN INSTRUMENT

ET SONT AMPLIFIÉES PAR DE TOUT PETITS OS DANS L'OREILLE MOYENNE, QUI TAPENT SUR LA COCHLÉE.

LA MEMBRANE QUI SÉPARE LES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS DE LA COCHLÉE EST PLUS OU MOINS SOUPLE...

... DE SORTE QUE CHAQUE SECTION VIBRE À UNE FRÉQUENCE DIFFÉRENTE.

LES VIBRATIONS SONT CAPTÉES PAR DE FINS CILS SITUÉS À L'INTÉRIEUR DE L'ORGANE DE CORTI.

LA COCHLÉE

BASSES FRÉQUENCES

HAUTES FRÉQUENCES

À PARTIR DE LÀ, TOUT SE PASSE DANS LA TÊTE.

CORTEX AUDITIF

LA MUSIQUE N'EST PAS QU'UNE RÉACTION ESTHÉTIQUE, ELLE EST PROFONDÉMENT CONNECTÉE À NOS SENTIMENTS.

LA MUSIQUE TRISTE OU DISSONANTE ACTIVE L'AMYGDALE, QUI RÉGULE NOS ÉMOTIONS NÉGATIVES...

IL FAUT UNE SYMPHONIE DE SIGNAUX NEURONAUX POUR APPRÉCIER... UNE SYMPHONIE.

« JOUEZ COMME VOUS VOUS SENTEZ ! » DISAIT CHOPIN.

VOUS VOUS SENTEZ COMME VOUS JOUEZ ?

JE ME SENS BIEN !

MOI PAS !

... TANDIS QUE LA MUSIQUE JOYEUSE OU HARMONIEUSE LIBÈRE DE LA DOPAMINE (COMME UNE DROGUE).

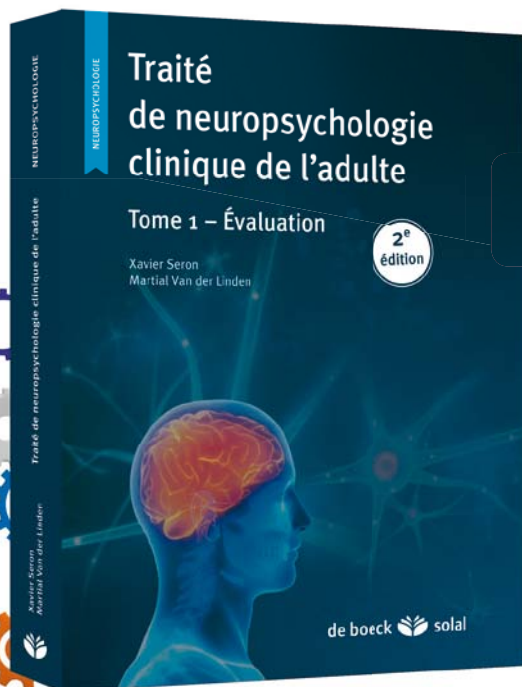
Dwayne Godwin est neuroscientifique à la Faculté de médecine de Wake Forest. Dessins de Jorge Cham / www.phdcomics.com.

Retrouvez votre prochain numéro en kiosque le **10 juillet 2014**

Imprimé en France – Imprimerie Chirat – Dépôt légal mai 2014 – N° d'édition M0760563-01 – Commission paritaire : 0718 K 83412 – Distribution NMPP – ISSN 1639-6936 – N° d'imprimeur 201404.0200 – Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

# La neuropsychologie à l'honneur

Les meilleurs spécialistes francophones du domaine proposent des ouvrages originaux pour la formation des étudiants et des professionnels.



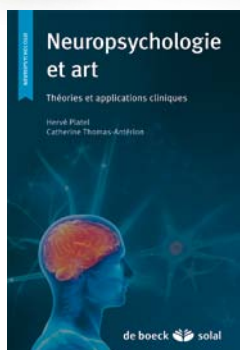
Un ouvrage de référence unique et entièrement actualisé !

## Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte

Xavier Seron, Martial Van der Linden

Écrit par plus de quarante spécialistes, ce premier tome présente l'ensemble des méthodes et des techniques d'évaluation des désordres cognitifs, socio-émotionnels et comportementaux survenant à la suite d'une lésion cérébrale.

2<sup>e</sup> édition 2013 • 59 €



### Neuropsychologie et art

Hervé Platel, Catherine Thomas-Antérion

Cet ouvrage fait le point sur ce que l'art apporte et peut apporter à la neuropsychologie, en particulier à la thérapeutique. Il ouvre la perspective d'un soin neuropsychologique où identité et créativité auraient une plus grande part.

2<sup>e</sup> édition 2014 – 41 €



### Neuropsychologie de l'autisme chez l'enfant

Patrice Gillet

Cet ouvrage montre l'intérêt de l'approche neuropsychologique de l'autisme en abordant ce problème par l'étude des fonctions adaptatives pour guider les prises en charge pédagogiques et sociocommunicatives des personnes atteintes de troubles autistiques.

1<sup>re</sup> édition 2013 – 31 €



### Psycho-neurologie du langage

Jean-Pierre Rossi

Le sens des mots et des objets du monde est au cœur de la compréhension des situations et du langage. Cet ouvrage explore le rapport entre sens et signification, ainsi que les processus neuropsychologiques à l'origine de leur élaboration.

1<sup>re</sup> édition 2013 – 30 €



# COSMETIC & SENSORY

Des neurosciences au marketing : la parole aux experts

Un événement



COSMETIC VALLEY  
FRANCE

23 & 24 JUIN 2014  
NOUVEL OLYMPIA, TOURS

## SENSORY 2014

le seul rendez-vous dédié au monde du sensoriel

toutes les facettes du sensoriel discutées : neurophysiologie, émotions et prises de décisions, perceptions sensorielles, analyse sensorielle, comportements des consommateurs, design sensoriel, neuromarketing, analyse big data, nouvelles technologies sensorielles ...

### 4 THÉMATIQUES CENTRALES :

RECHERCHE & SENSORIEL / MARKETING & SENSORIEL

CONSOMMATEUR & SENSORIEL / DESIGN PRODUIT & SENSORIEL

+ de 400 participants attendus : R&D, recherche académique, designers, marketing, publicitaires ...

+ de 30 conférences académiques et industrielles : Alstom, Renault, Brain Impact, Disonic, Cerveau & Psycho, Dior, CGP-Etiqroll, École de Biologie Industrielle, École Normale Supérieure, École des Mines, Inserm, Quinten, L'Oréal, Pierre Fabre, RCP Design Global, Symrise, TheFamily, Université de Genève - Suisse, Université de Tours.

programme complet sur  
[www.sensory2014.com](http://www.sensory2014.com)

[contact@sensory2014.com](mailto:contact@sensory2014.com)

#### PARTENAIRE :



#### SOUTENU PAR :



#### MEDIAS :

