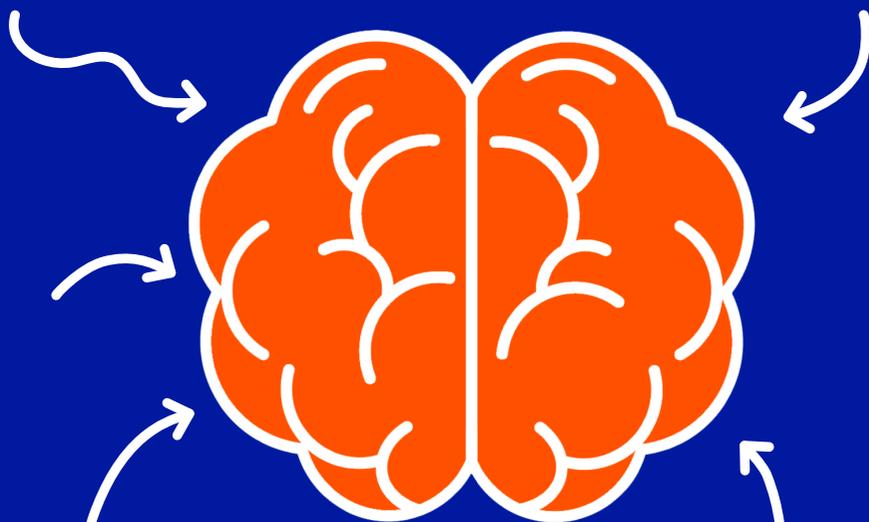


ANAÏS ROUX  
DESSINS DE LUCIE ALBRECHT

# NEUROSAPIENS

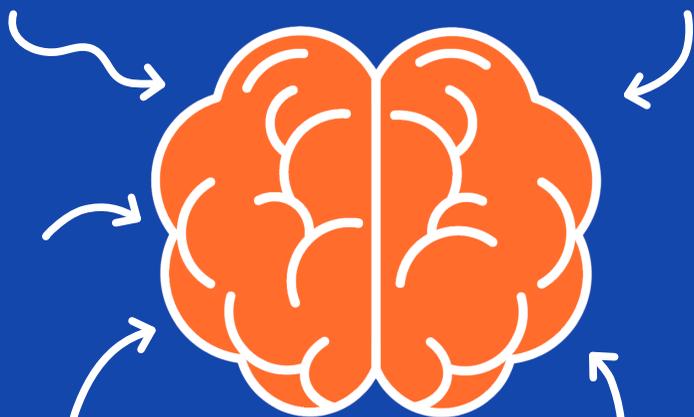


DÉCOUVREZ LES SECRETS  
ET LES POUVOIRS  
DE VOTRE CERVEAU  
POUR MIEUX L'UTILISER



ANAÏS ROUX  
DESSINS DE LUCIE ALBRECHT

# NEUROSAPIENS



DÉCOUVREZ LES SECRETS  
ET LES POUVOIRS  
DE VOTRE CERVEAU  
POUR MIEUX L'UTILISER



# IL ÉTAIT UNE FOIS LES NEUROSCIENCES

OU L'AVÈNEMENT DU CERVEAU  
EN PLEINE CRISE NARCISSIQUE

L'HISTOIRE QUE JE VIENS DE VOUS RACONTER N'EXISTERAIT PAS SANS L'AVÈNEMENT D'UNE DISCIPLINE QU'ON NE PRÉSENTE PLUS :

# les neurosciences

C'EST-À-DIRE L'ENSEMBLE DES DISCIPLINES ÉTUDIANT LE SYSTÈME NERVEUX.

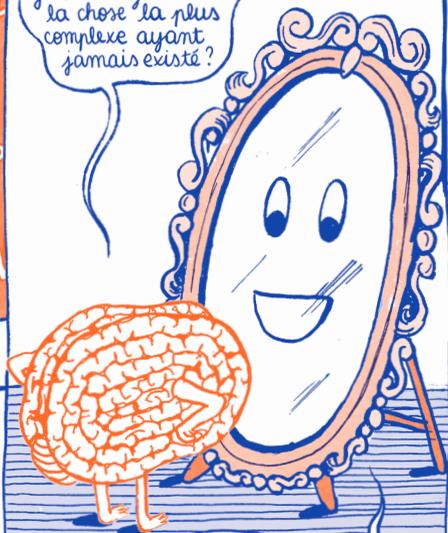
neuropsychologie neur  
neurobiologie  
neuroanatomie  
neurosciences neurophys  
cognitives neur  
logie ...

SI VOUS VOULEZ MON AVIS, JE TROUVE LE CONCEPT DE NEUROSCIENCES ASSEZ COCASSE.

Le cerveau est le seul organe qui tente de s'expliquer.

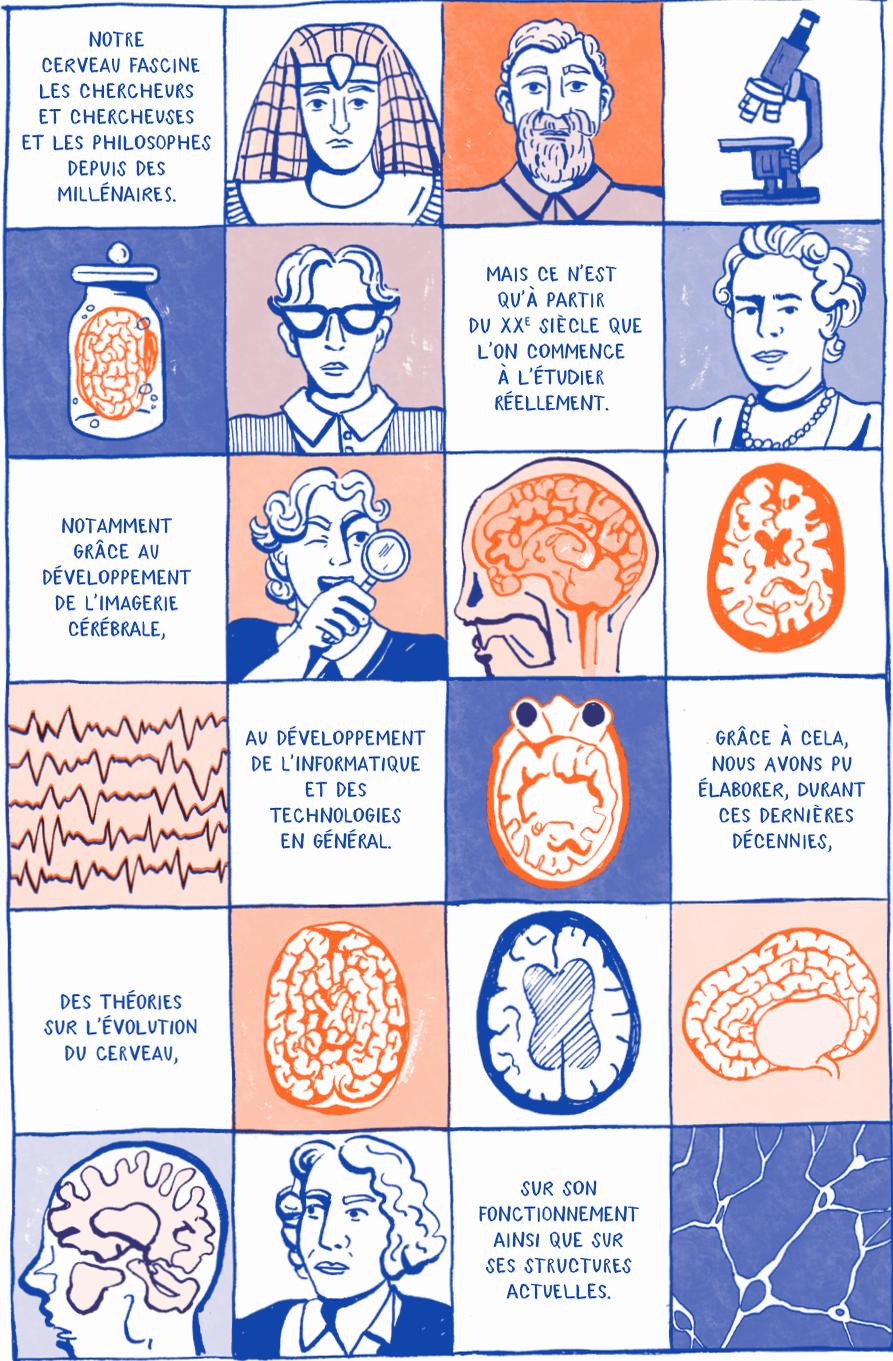


MIROIR,  
MIROIR,  
quel est le plus grand mystère et la chose la plus complexe ayant jamais existé ?



C'est vous, monsieur !

Les neurosciences doivent sûrement être la discipline la plus narcissique jamais inventée.



# L'invention de L'EEG

L'UNE DES PLUS GRANDES INVENTIONS  
AYANT JOUÉ UN RÔLE CRUCIAL EST CELLE  
DE L'EEG EN 1929.

## électro- encéphalo- graphie

CELA CONSISTE À PLACER SUR LA TÊTE DES ÉLECTRODES QUI PERMETTENT  
DE MESURER ET D'ENREGISTRER L'ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE DU CERVEAU.



CES ÉLECTRODES SONT RELIÉES PAR DES FILS  
À UN ORDINATEUR ET L'ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE  
EST ILLUSTRÉE PAR DES TRACÉS SUR L'ÉCRAN.



LA DEUXIÈME PLUS GRANDE INVENTION  
DANS LA RÉVOLUTION DES NEUROSCIENCES  
EST L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE  
MAGNÉTIQUE, INVENTÉE EN 1973.

*vint*  
**l'IRM**

*imagerie*  
*par*  
*résonance*  
*magnétique*

QUAND JE DIS «GRANDE INVENTION», JE PARLE BIEN SÛR POUR LA RECHERCHE  
ET NON POUR LES PATIENTS QUI DOIVENT SE COLTINER UN BRUIT DE MARTEAU-  
PIQUEUR PENDANT MINIMUM 15 MINUTES SANS BOUGER.



L'INVENTEUR DE L'IRM, RAYMOND VAHAN DAMADIAN

Mon invention est une révolution incroyable!

Pour la première fois, nous pouvons obtenir une vue très précise en 2D ou en 3D du cerveau sans avoir à ouvrir la boîte crânienne!



Depuis les années 1970, ma technologie nous a permis d'en apprendre plus sur le fonctionnement du cerveau que toutes les informations que nous avions collectées au fil des décennies précédentes.



LA DÉCOUVERTE DE L'IRM A PERMIS DE DÉTECTER DES PROBLÈMES, COMME DES TUMEURS, DES CAILLOTS OU DES LÉSIONS CAUSÉES PAR DES ACCIDENTS OU DES MALADIES, ASSEZ TÔT POUR LES PRENDRE EN CHARGE.



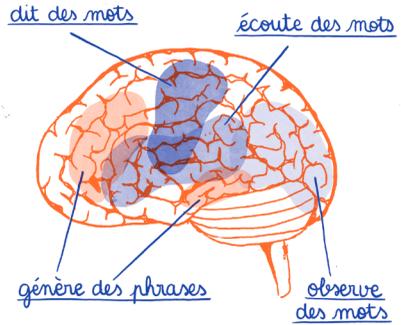
EN 1992, L'IRM EST PASSÉE  
À LA VITESSE SUPÉRIEURE.



**PETER  
MANSFIELD**

(inventeur  
de l'IRMf)

L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE  
FONCTIONNELLE NOUS A PERMIS DE  
VOIR LE CERVEAU DE L'HOMME EN ACTION.



Par exemple, lorsque  
l'on demande à la personne  
de dire une phrase...

... Les zones activées  
dans le cerveau  
vont recevoir,  
par voie sanguine,  
un taux d'oxygène  
plus important.



J'adore les patates

Les échanges d'oxygène  
entre le sang et les neurones  
vont venir modifier  
le signal IRM.

# les grandes découvertes des neurosciences

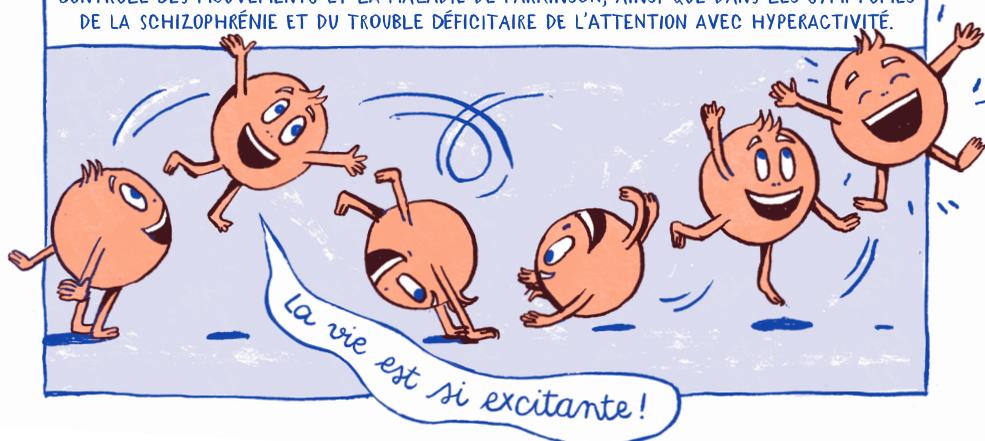
EN 1958, ON DÉCOUVRE POUR LA PREMIÈRE FOIS UN DES PRINCIPAUX NEUROTRANSMETTEURS DE NOTRE CERVEAU :



UN NEUROTRANSMETTEUR EST UN MESSAGER DU CERVEAU. IL TRANSMET L'INFORMATION D'UN NEURONE À UN AUTRE.



ON DÉCOUVRIRA AU FIL DES ANS QUE CE NEUROTRANSMETTEUR EST IMPLIQUÉ DANS LE CONTRÔLE DES MOUVEMENTS ET LA MALADIE DE PARKINSON, AINSI QUE DANS LES SYMPTÔMES DE LA SCHIZOPHRÉNIE ET DU TROUBLE DÉFICITAIRE DE L'ATTENTION AVEC HYPERACTIVITÉ.

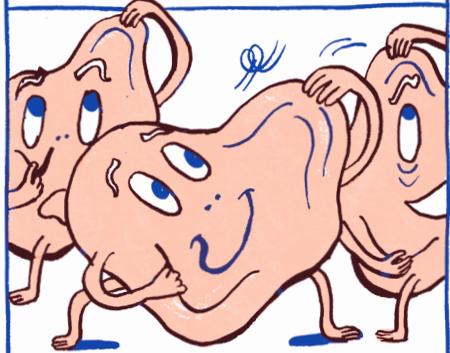


ELLE EST ÉGALEMENT CONSIDÉRÉE COMME ÉTANT À LA BASE DU PLAISIR  
ET DE LA DÉPENDANCE À DE NOMBREUSES DROGUES



EN 1985, ON RECONNAÎT  
PLEINEMENT LA PLACE DE :

C'EST-À-DIRE LA CAPACITÉ DES NEURONES  
À SE MODIFIER ET SE REMODELER  
TOUT AU LONG DE LA VIE.



C'EST PARCE QUE  
LA STRUCTURE  
CÉRÉBRALE EST  
PLASTIQUE QUE  
LE CERVEAU  
PEUT APPRENDRE,



ACQUÉRIR  
DES SAVOIRS,  
DÉVELOPPER DES  
COMPÉTENCES



ET DÉCONSTRUIRE  
DURABLEMENT  
UN STÉRÉOTYPE.



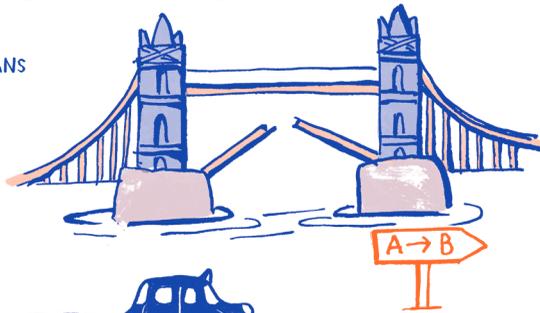
UNE DES PLUS IMPRESSIONNANTES ILLUSTRATIONS DE LA PLASTICITÉ CÉRÉBRALE  
EST LE CERVEAU DES CHAUFFEURS DE TAXI LONDONIENS!

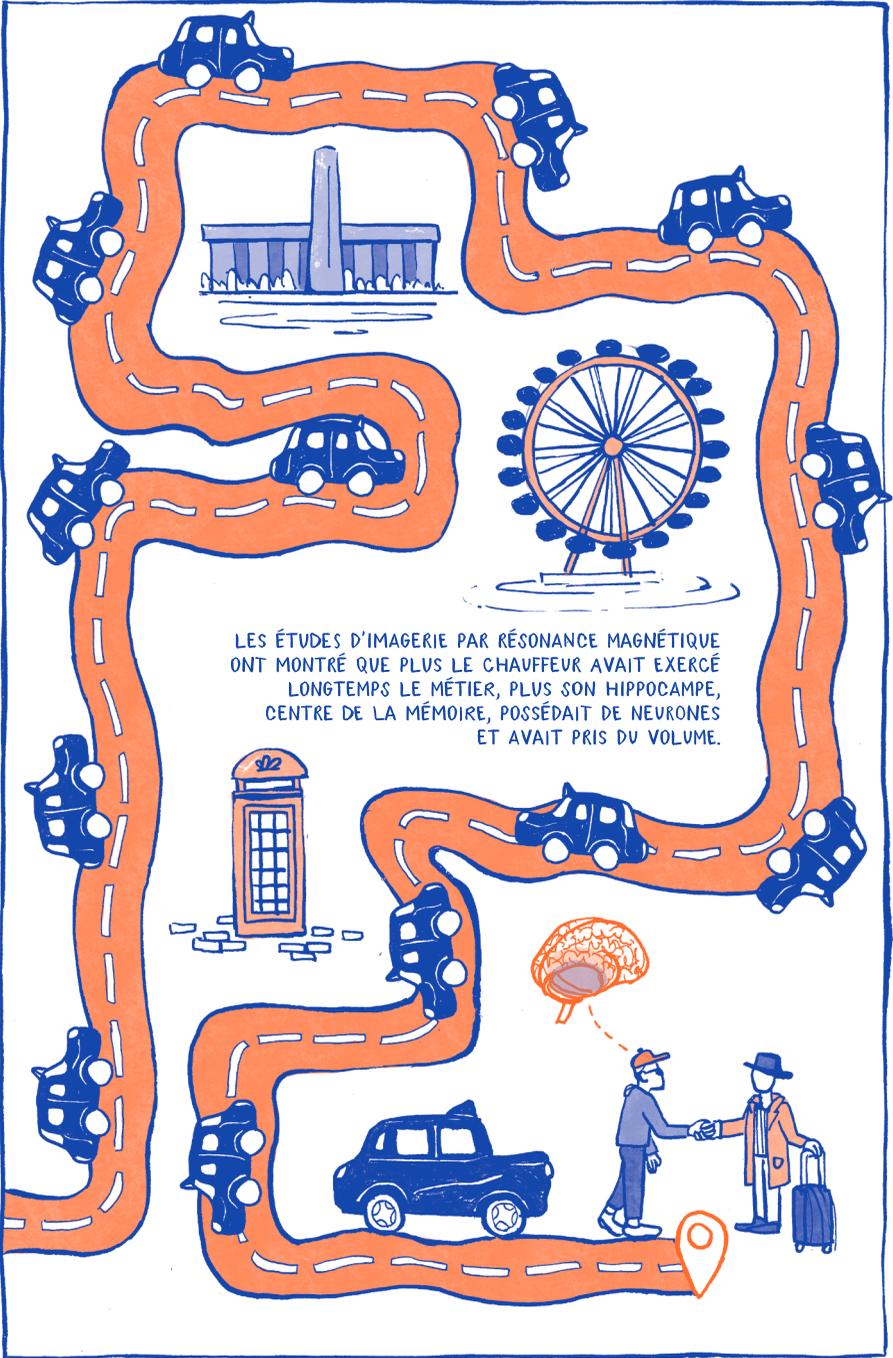


MALGRÉ L'ENCHEVÊTEMENT INFERNAL  
DES RUES LONDONIENNES, LES CHAUFFEURS SAVENT  
PARFAITEMENT ESTIMER LE TRAJET LE PLUS  
RAPIDE ENTRE UN POINT A ET UN POINT B.



GRÂCE À 3 OU 4 ANS  
D'ENTRAÎNEMENT,  
ILS PARVIENNENT  
À MÉMORISER  
25 000 RUES.



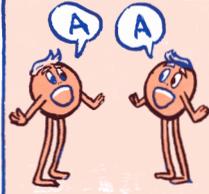


LES ÉTUDES D'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE ONT MONTRÉ QUE PLUS LE CHAUFFEUR AVAIT EXERCÉ LONGTEMPS LE MÉTIER, PLUS SON HIPPOCAMPE, CENTRE DE LA MÉMOIRE, POSSÉDAIT DE NEURONES ET AVAIT PRIS DU VOLUME.

EN JUILLET 1991 SONT DÉCOUVERTS :



CEUX-LÀ  
INTERVIENDRAIENT  
DANS  
L'APPRENTISSAGE  
PAR IMITATION,



DANS LES  
RELATIONS  
SOCIALES,

OU ENCORE  
DANS DES  
PROCESSUS  
AFFECTIFS,



COMME  
L'EMPATHIE  
OU LA  
COMPRÉHENSION  
D'AUTRUI.

L'IDENTIFICATION  
DE NEURONES MIROIRS  
S'EST FAITE À L'IMPROVISTE  
LORS D'UNE EXPÉRIENCE MENÉE  
PAR L'ÉQUIPE DU MÉDECIN  
ET BIOLOGISTE ITALIEN  
GIACOMO RIZZOLATTI.



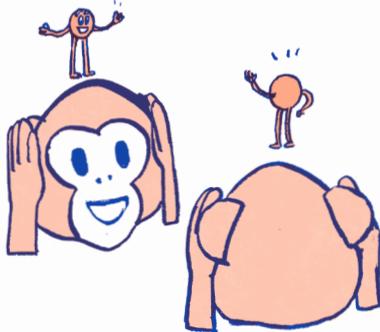
ALORS QU'ILS ÉTUDIAIENT LE SYSTÈME MOTEUR DU SINGE...



ILS SE SONT APÉRÇUS QUE CERTAINS NEURONES S'ACTIVAIENT LORSQUE LE SINGE EFFECTUAIT UNE ACTION



MAIS AUSSI LORSQU'IL OBSERVAIT UN AUTRE SINGE FAIRE LA MÊME ACTION.

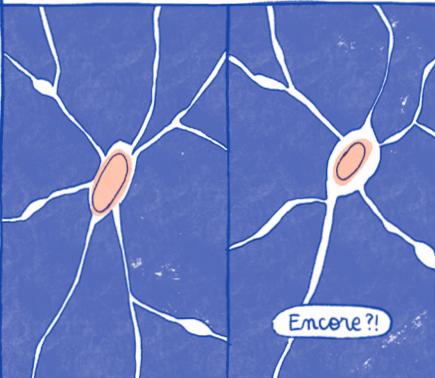


AU DÉBUT, ILS N'Y ONT ACCORDÉ AUCUNE IMPORTANCE.

MAIS CE PHÉNOMÈNE SE REPRODUISANT BIEN TROP SOUVENT POUR ÊTRE UN SIMPLE HASARD...

Ça ne veut rien dire...

C'est clair.



ILS ONT FINI PAR Y ACCORDER DE L'ATTENTION...

ET ONT REÇU PLUSIEURS PRIX ET RÉCOMPENSES!



Tout est lié!

C'est clair.



Je vous l' avais dit !

Ce n'est qu'un tout petit aperçu que je vous donne des grandes avancées neuroscientifiques réalisées ces dernières années grâce aux technologies. Mais comme je vous le disais, nous n'en sommes toujours qu'aux prémices et pouvons nous demander si nous serons un jour capables de résoudre entièrement les énigmes du cerveau...

Allez, trêve de bavardages ! Ces bases posées, j'annonce officiellement le début de cette épopée incroyable que nous allons vivre ensemble ! Cette épopée sera celle de notre cerveau, bien sûr, mais elle sera aussi la vôtre, la mienne, et celle de tous les *Homo sapiens* ayant peuplé le monde depuis des centaines de milliers d'années. Tout ça promet d'être palpitant, vous ne trouvez pas ?

Dans ce livre, vous découvrirez les secrets les plus intimes de votre cerveau. Ceux qui vous permettront de devenir tant « neuro » que « *sapiens* », d'apprendre comment votre cerveau vous accompagne au quotidien et comment il peut, parfois, vous tromper. Ce livre a pour vocation de démocratiser les recherches – généralement inaccessibles – en neurosciences. Au travers des chapitres, mon souhait est de vous aider à connaître et comprendre votre outil le plus précieux pour mieux l'utiliser au quotidien.

Chaque chapitre vous révélera des faits tous plus surprenants et incroyables les uns que les autres sur votre cerveau. Vous découvrirez comment votre cerveau tombe amoureux et comment il gère les cœurs brisés. Les secrets de la créativité et de l'intuition vous seront révélés et vous apprendrez que les sensations de « déjà-vu » ne sont absolument pas une prémonition, mais bien un bogue de votre cerveau. Et tant d'autres choses...



VOUS ÊTES PRÊT  
POUR CETTE AVENTURE  
CÉRÉBRALE ?

ALLEZ, C'EST PARTI!

# LE CERVEAU EN IMAGES ET EN MOTS

## CARTE D'IDENTITÉ

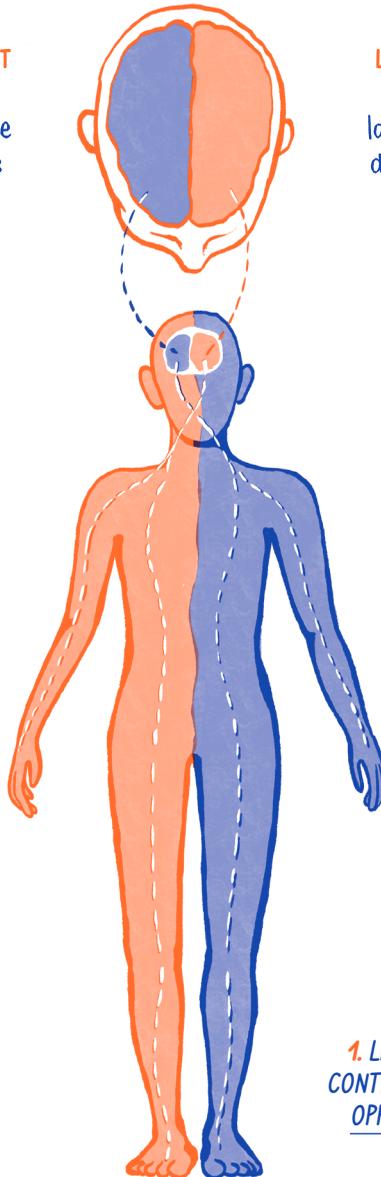
- 
- **POIDS:** 1,3 kg.
- 
- **FONCTION:** Centre de contrôle de la totalité du corps, il régule tous vos organes, ainsi que vos muscles.
- 
- **ENVIRONNEMENT:** Organe le mieux protégé du corps parce qu'il baigne dans un liquide appelé «liquide céphalo-rachidien», permettant de réduire les effets de choc. Imaginez un flan qui baigne dans son caramel, eh bien, c'est un peu ça.
- 
- **CONSOMMATION:** Consomme 20% de l'énergie produite par l'organisme alors qu'il ne représente que 2% du poids du corps.
- 
- **COMPOSITION:** 86 milliards de neurones reliés pour créer des réseaux. Ils communiquent entre eux chimiquement grâce à des molécules mais aussi électriquement grâce à des influx nerveux.
-

## UNE HISTOIRE D'HÉMISPHÈRES ET DE LOBES

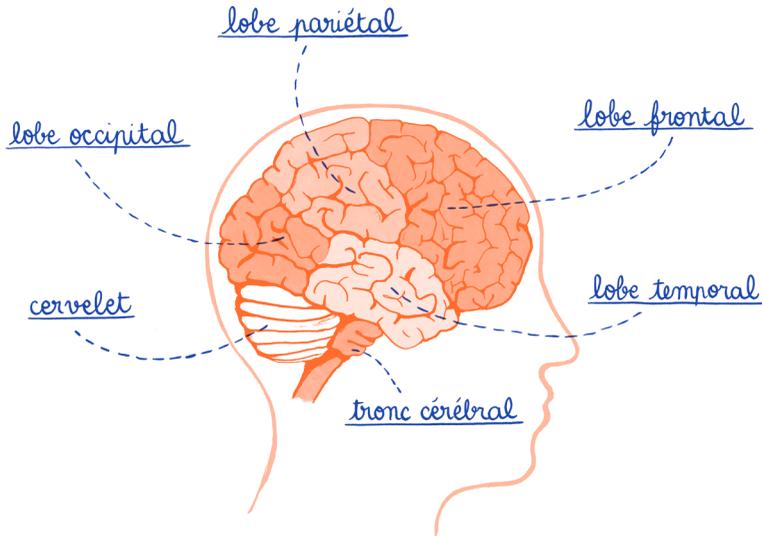
Votre cerveau est constitué de deux hémisphères, droit et gauche. L'hémisphère droit contrôle la partie gauche de votre corps, et l'hémisphère gauche contrôle la partie droite de votre corps.

**L'HÉMISPHÈRE DROIT**  
contrôle  
la partie gauche  
de votre corps

**L'HÉMISPHÈRE GAUCHE**  
contrôle  
la partie droite  
de votre corps.



**1. LES HÉMISPHÈRES  
CONTRÔLENT LA PARTIE  
OPPOSÉE DU CORPS**



## 2. LE DÉCOUPAGE DU CERVEAU EN DIFFÉRENTS LOBES CÉRÉBRAUX

Votre cerveau est par ailleurs divisé en quatre lobes principaux.

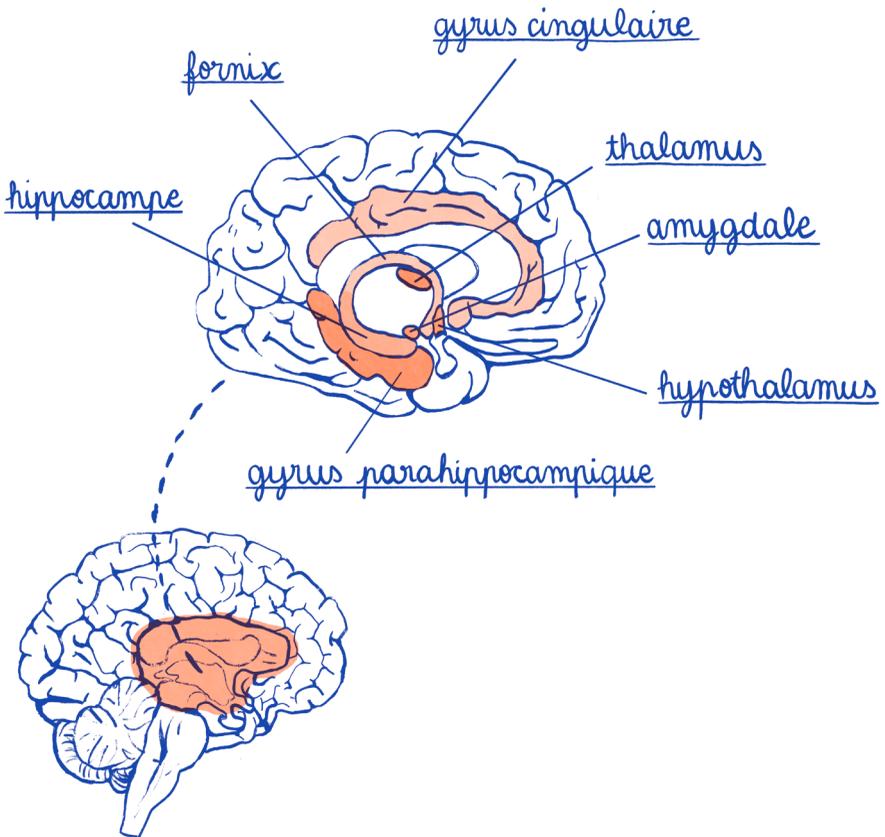
- **Le lobe frontal**, qui se trouve derrière votre front, est le centre de contrôle des fonctions cognitives supérieures, du raisonnement, du langage, de la planification.
- **Le lobe pariétal**, qui se situe au-dessus de votre crâne, un peu vers l'arrière, est le siège de la conscience du corps et de l'espace qui nous entoure.
- **Le lobe occipital**, à l'arrière de votre tête, est le siège de la vision.
- **Enfin, le lobe temporal**, derrière vos oreilles, est le centre de l'audition, de la mémoire et des émotions.

Bien que chaque lobe soit le centre de contrôle de plusieurs fonctions, la majorité d'entre elles ont besoin des connexions présentes dans tout le cerveau pour fonctionner correctement.

Dans ce livre, plusieurs structures du cerveau seront nommées, ainsi que leurs fonctions et rôles dans les phénomènes que nous aborderons. Par conséquent, ce serait pas mal d'avoir une petite idée d'où elles se situent! N'hésitez pas à revenir à ces schémas lorsque vous lirez les chapitres.

## LE RÔLE CLÉ DU SYSTÈME LIMBIQUE

Le système limbique aura une place importante dans ce livre. Il sera par exemple évoqué dans les chapitres portant sur



### 3. QU'EST-CE QUE LE SYSTÈME LIMBIQUE ?

l'empathie, sur le déjà-vu et sur l'amour. « Système limbique » est le nom donné à un groupe de structures (*illustrées page 43*) jouant un rôle central dans plusieurs de nos fonctions. Il est impliqué dans l'expression de nos émotions comme la peur ou le stress, mais également dans l'apprentissage, la mémoire, l'olfaction, les comportements alimentaires, la libération d'hormones ou encore dans nos réactions physiologiques face à une émotion.

Son nom vient du latin *limbus*, qui signifie « bord, lisière », et a été choisi car les structures constituant le système limbique se situent dans les profondeurs du cerveau, en bordure du tronc cérébral.

## **LE SYSTÈME DE PLAISIR ET DE RÉCOMPENSE, PASSEPORT DE NOTRE SURVIE**

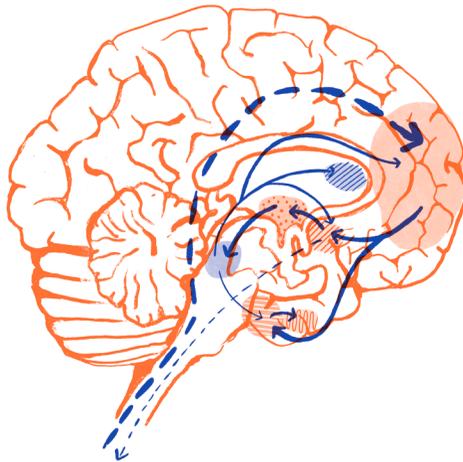
La vue d'un carré de chocolat ou d'un gâteau provoque chez beaucoup d'entre nous le besoin irrésistible de le mettre dans notre bouche. Cette envie s'explique notamment par l'activation de ce qu'on appelle le « circuit cérébral du plaisir et de la récompense ».

Quelle est son origine ? Au cours de l'évolution, la sélection naturelle a associé les comportements essentiels à notre survie (comme boire, manger, se reproduire...) à de fortes sensations de plaisir. Au sein du cerveau, un circuit de la récompense et du plaisir s'est alors développé pour *renforcer et multiplier* ces comportements reliés à nos besoins fondamentaux. Ce circuit s'est ensuite étendu aux nombreuses expériences plaisantes apprises au cours de la vie afin que nous les répétions.

## Comment fonctionne ce circuit ?

Pour commencer, des signaux sensoriels annonçant une récompense entrent dans le cortex préfrontal. Comme son nom l'indique, le préfrontal se situe tout à l'avant du cortex frontal. Ces signaux sont ensuite relayés à plusieurs structures du cerveau comme l'hippocampe (centre de la mémoire) et l'amygdale (qui module nos réactions aux événements déterminants pour notre survie). Mais surtout, ces signaux sont envoyés à l'aire tegmentale ventrale. Les neurones de l'aire

- |   |  |
|---|--|
|  cortex préfrontal |  hypothalamus             |
|  noyau accumbens   |  aire tegmentale ventrale |
|  hippocampe        |  septum                   |
|  amygdale          |  |



--- entrée sensorielle  
-----> sorties motrices

—> voies nerveuses  
dopaminergiques

### 4. COMMENT FONCTIONNE LE CIRCUIT DU PLAISIR ET DE LA RÉCOMPENSE<sup>1</sup>

1. Illustration inspirée du compte de Quentin Marais (@la.workologie).

tegmentale ventrale entrent alors en forte activité et libèrent de la dopamine, envoyée directement dans le noyau accumbens et le septum (impliqués dans la perception du plaisir) ainsi que dans le cortex préfrontal. Cette boucle dopaminergique nous fait prendre conscience de la sensation de plaisir que procure un comportement et nous fait mémoriser ledit comportement. C'est ce qui nous amène à répéter un comportement nous procurant du plaisir.

Je profite de ce moment pour mettre un coup de pied aux fesses à deux idées reçues.

### *Première idée reçue*

Le système de récompense n'est pas le seul circuit du plaisir! Nous avons en réalité quatre systèmes en jeu lors d'une sensation de plaisir :

- **Le fameux circuit de la récompense** dont je viens de vous parler;
- **Le circuit de la mémoire** et de l'apprentissage : je me souviens d'avoir ressenti beaucoup de plaisir lorsque j'ai eu ce comportement, donc je vais faire en sorte de reproduire plus tard ce comportement;
- **Le circuit de la motivation**, qui favorise l'engagement et la motivation à reproduire un comportement;
- **Le circuit du contrôle inhibiteur**, qui permet normalement de répondre de la façon la plus adaptée possible à une situation.

Ces quatre réseaux sont très complexes et s'entremêlent beaucoup.

## *Seconde idée reçue*

On décrit souvent la dopamine comme *l'hormone du plaisir*, ce qui n'est pas tout à fait faux, mais, pour être plus précis, la dopamine est une hormone de prédiction du résultat d'une action. La dopamine est libérée lorsqu'on prévoit une récompense à l'issue d'une action.

## **LE FORMIDABLE FONCTIONNEMENT DE VOTRE CERVEAU**

Le cerveau réalise un nombre d'actions démentiel par seconde.

- À la seconde où je vous parle, vous renforcez ou créez des liens entre certains de vos neurones. Une dizaine de vos neurones meurent, tandis qu'une dizaine sont en train de naître.
- À la seconde où je vous parle, votre cortex visuel ainsi que vos aires de compréhension des mots fonctionnent à plein régime pour lire ce livre, de même que votre cortex préfrontal, qui héberge votre mémoire de travail.
- À la seconde où je vous parle, votre cerveau envoie un message à votre cœur lui indiquant qu'il n'y a aucun danger autour de vous et qu'il peut battre à une vitesse normale.
- À la seconde où je vous parle, peut-être êtes-vous en train de manger. Dans ce cas-là, votre cortex moteur est activé et envoie à vos muscles le message de porter votre fourchette à la bouche. Votre cervelet, qui se situe en haut de la nuque, est en pleine action, vous permettant de garder la fourchette en équilibre et de coordonner votre main avec votre bouche. Votre cerveau a aussi enclenché

les sécrétions salivaires, gastriques et intestinales nécessaires à la digestion qui suit ce repas.

Tout cela ne représente qu'une petite partie de l'activité de votre cerveau en ce moment même. Il n'est jamais en pause, son fonctionnement est complexe et intense. Il vous accompagne dans tout ce que vous faites, dans tout ce que vous dites, dans tout ce que vous pensez. Alors, quoi de mieux que d'apprendre à le connaître pour pouvoir en prendre soin ?



## **SAVIEZ-VOUS QUE VOTRE CERVEAU EST UN OUTIL ULTRA PUISSANT, APPARU IL Y A ENVIRON 500 MILLIONS D'ANNÉES, FAÇONNÉ PAR DES MILLIARDS D'ANNÉES D'ÉVOLUTION ?**

Le cerveau est au cœur de nos choix, de nos émotions, de nos relations, bref, de notre vie tout entière. Cependant, sa complexité le rend difficile à appréhender, à comprendre. Cet ouvrage nous donne enfin accès aux plus récentes découvertes en neurosciences.

Comment le cerveau tombe-t-il amoureux ? Comment gère-t-il les cœurs brisés ? Quels sont les secrets des rêves et de l'intuition ? Qu'est-ce que les biais cognitifs et comment nous trompent-ils ? Comment notre ventre influence-t-il notre cerveau ? Pourquoi le stress est-il utile ? Les plus récentes recherches apportent des réponses parfois amusantes, parfois troublantes, mais toujours passionnantes à ces différentes questions.

Grâce à une BD qui retrace l'histoire de cet organe et celle des neurosciences, et à un contenu qui allie rigueur et virtuosité, découvrez que l'on peut faire d'une pierre trois coups : **APPRENDRE, S'AMUSER ET SE FAIRE DU BIEN.**

**ANAÏS ROUX** est psychologue. Elle travaille depuis plus de sept ans dans le domaine de la psychométrie et des neurosciences. En 2020, elle crée le balado Neurosapiens qui compte plus d'un million d'écoutes.

**LUCIE ALBRECHT** est illustratrice et autrice de BD, notamment de *Sylvain* et de *Bruits de couloir*.

