

Dr Cornelia Gauthier

**ACCUEILLIR MON BEBE
AVEC DOUCEUR ET BONHEUR**

De la fécondation à l'âge de 3 mois

*A mes enfants
Lionel, Florian et Coralie
A mes petits-enfants
Luca, Daniel, Raphael, Capucine
Et tous mes futurs petits soleils !*

Cet ebook a été publié sur www.bookelis.com

© Cornelia Gauthier, 2017 - www.corneliagauthier.com

*Tous droits de reproduction, d'adaptation et de traduction, intégrale
ou partielle réservés pour tous pays.*

*L'auteur est seul propriétaire des droits et responsable du contenu de
cet ebook.*

DEUXIEME PARTIE

INTRODUCTION A LA DEUXIEME PARTIE

Bienvenue dans ce deuxième volume qui est complémentaire du premier. En effet, ils se réfèrent constamment l'un à l'autre.

Ce livre comprend plusieurs chapitres, traitant de sujets aussi différents que l'embryologie, la biochimie ou encore la psychologie. Ce sont des compléments d'information à des sujets déjà abordés dans la **première partie** d'« **ACCUEILLIR MON BEBE AVEC DOUCEUR ET BONHEUR** », mais qui ont volontairement été développés ici, pour éviter de surcharger le premier volume.

Chacun de ces chapitres est **indépendant** des autres, ce qui permet au lecteur d'en choisir un, sans avoir nécessairement besoin de prendre connaissance des précédents pour le comprendre. Ce livre n'est pas prévu pour être lu du début à la fin comme un roman, faute de quoi sa lecture deviendrait vite indigeste. Il s'agit plutôt d'une collection de textes parmi lesquels vous choisirez de lire celui qui vous intéresse vraiment.

Comme pour le premier volume, celui-ci est écrit d'une manière non conventionnelle, à la mode blog, comprenant passablement de termes en **gras**. Cela est voulu, évidemment. En effet, ces textes comprennent tellement d'informations différentes, que le cerveau risque bien de décrocher très vite, même chez les plus motivés. J'ai donc choisi de mettre en évidence des **mots clés** pour rendre la lecture plus aisée.

Il y a aussi beaucoup de termes techniques, lesquels sont suivis d'une *astérisque**, comme cela. Chacun de ces mots est expliqué, et fréquemment complété, dans le **GLOSSAIRE**, qui se trouve à la fin de la **première partie**.

Je me suis longuement posé la question de l'adéquation de proposer une **bibliographie** détaillée, mais j'y ai finalement renoncé. En effet, il ne s'agit pas ici d'un ouvrage universitaire dans lequel des références extrêmement précises sont la norme.

Au vu de l'importance des informations que contiennent ces deux parties, y rajouter encore une bibliographie digne de ce nom, aurait énormément alourdi le texte. Surtout, cela aurait encore augmenté

de beaucoup le nombre de pages cet ouvrage, qui est déjà très volumineux ainsi.

En plus, l'expérience de la lecture montre que, dans la majorité des cas, nous ne consultons jamais ces biographies.

Par contre, j'ai choisi de vous proposer une liste de livres concernant les divers sujets traités, ce qui vous sera bien plus utile, et vous permettra de creuser un sujet qui vous intéresse particulièrement. Vous les trouverez dans le volume précédent

J'espère que mon choix vous conviendra. Je vous souhaite en tous cas une bonne lecture et de belles et intéressantes découvertes.

Souvenez-vous de ceci : le lecteur n'est jamais tenu de tout lire !

Genève, le 1^{er} avril 2017

Pour plus informations, visitez mon site internet :
www.corneliagauthier.com

Pour mieux comprendre

L'INFINIE PUISSANCE DU COEUR

On ne voit bien qu'avec le coeur

A. de St-Exupéry

Ce chapitre n'existerait pas si un matin de décembre, je n'avais découvert le témoignage poignant d'un jeune avocat-cinéaste hollandais et son incroyable chef d'œuvre : le film et le livre intitulés **L'Infinie Puissance du Cœur**. En même temps, je découvrais l'existence du **Heartmath Institute** de Californie et leurs recherches très sérieuses sur les diverses facettes de notre cœur et de son rayonnement. Ce même cœur qui, présentement, palpite dans notre cage thoracique et dont nous ne soupçonnons pas la puissance, lorsqu'elle n'est pas entravée par des blocages émotionnels.

L'histoire de Jean Baptiste de Pape, réalisateur du film **L'infinie puissance du cœur**, est extraordinaire. Il raconte lui-même ce moment intense où il y découvre l'existence de son propre cœur. A 30 ans déjà, ce jeune avocat se voyait proposer une promotion internationale. Cependant sa vie manquait de sens. Écoutons-le narrer son incroyable histoire :

« J'avais entendu le message de Eckart Tolle¹. Il me fallait aller dans la nature. Dans un grand parc, j'ai posé la question qu'est-ce que la vie veut de moi ?... Il y a eu un fort orage et je me suis réfugié sous d'immenses arbres. J'ai entendu dans mon cœur un bruit assourdissant, comme un os qui se cassait. J'ai cru mourir... Puis, j'ai été envahi par un sentiment de clarté, d'amour, j'avais l'impression d'être revenu chez moi.

C'est naturellement que m'est venu l'idée de faire un documentaire sur l'infinie puissance du cœur. J'ai commencé à rencontrer des producteurs. Ils me croyaient fou. Un avocat qui veut faire des films! Je me suis pris au jeu... Que d'aventures !

¹E. Tolle, Terre nouvelle, Ed. Ariane, Paris, 2005

*Cela m'a pris 5 ans. C'était le temps nécessaire pour que je me reconnecte à mon cœur. **Lorsque vous êtes sur une rivière, le cerveau voit le prochain tournant, alors que lui, le cœur, voit la rivière depuis la source jusqu'à la mer.** »*

Ce témoignage m'a touchée de plein fouet. Éduquée depuis toujours dans la pensée cartésienne, ainsi formatée par ses enseignements purement rationnels, je ne voyais dans le cœur qu'une indispensable et pourtant magnifique pompe pour entretenir la vie.

Je venais d'écrire ces deux volumes » **Accueillir mon bébé avec douceur et bonheur, 1^{ère} et deuxième partie** » sur la relation entre le cerveau et le corps et pas une seule ligne sur le cœur qui, je l'apprenais subitement, **dirige** ce même cerveau.

Comme beaucoup d'entre nous, durant toute ma vie, j'avais cru que c'est le cerveau qui est notre chef d'orchestre, que c'est lui qui dirige absolument tout ce qui se passe dans le corps. Je pensais que tous les organes étaient sous sa seule direction magistrale.

Et voilà que j'apprenais que tout le monde, et moi aussi, s'était trompé de chef d'orchestre par ignorance. Nous avons prêté au cerveau des pouvoirs qu'il n'a pas. Le monde actuel, dans notre société consumériste, a perdu le contact avec notre vrai guide, le cœur.

Alors, le cerveau nous ressort nos idées en boucle : nous avons environ 70 000 pensées par jour dont 95% sont compulsives et inutiles, parce que toujours les mêmes. Notre cerveau surstimulé a perdu le Nord et nous, nous sommes fatigués de penser tout le temps. Il tourne en rond et nous entraîne dans une intoxication par les pensées, pour lesquelles nous aimerions tant pouvoir parfois appuyer sur OFF.

Tout à coup, j'ai tout compris. Alors, je le partage avec vous. Notre cerveau souffre du *principe de Peter** ! Il touche à son niveau d'**incompétence** pour ce qu'on lui demande, celle d'être le chef. C'est pour cela que tout va mal ici-bas ! Le cerveau, qui est un bijou tellement magnifiquement ciselé par la Nature, est un **outil** et non **l'artisan** ! Le premier violon, mais pas le chef d'orchestre.

Alors, il faut que nous retournions vivre dans notre cœur et que notre cerveau puisse reprendre sa place et sa fonction d'outil. C'est

là qu'est notre place et c'est là aussi que se trouve notre puissance, celle de l'amour inconditionnel, celle qui manque tellement sur notre planète, pour que règne enfin la paix. Et le cerveau ne sera pas en reste. Il va en profiter lui aussi.

Cette subite prise de conscience a eu un effet sidérant sur moi. Puis, j'ai compris que ce livre ne serait pas complet tant qu'il ne contiendrait pas ce chapitre.

L'intelligence du cœur

L'intelligence du cœur est une force **intuitive innée**. Elle traduit une sagesse extrêmement profonde qui nous vient d'on ne sait où. Perception claire et immédiate, c'est une intelligence qui englobe et stimule nos capacités mentales et émotionnelles. C'est un flux intelligent de conscience et d'intuition que nous ressentons lorsque nos émotions se trouvent dans un état d'équilibre et de cohérence. Notre cœur est capable de percevoir, mémoriser, traiter, envoyer et relayer de l'information, indépendamment de notre cerveau pensant et raisonnant. Cette découverte pour le moins étonnante est le fruit de travaux en neurosciences menés par l'institut américain Heartmath. Ces nouvelles connaissances rejoignent les sagesse ancestrales pour lesquelles le cœur est la voie d'accès à notre intuition.

Véritable centrale électrique, le cœur émet un champ magnétique très puissant dont le rayonnement est perceptible à plus de 1,5 mètre du corps. Ainsi, lorsqu'un petit nombre d'individus se réunissent (et que donc leurs champs magnétiques se mélangent) et qu'ils décident de créer ce que Gregg Braden appelle la **cohérence psychophysique**, celle-ci se propage dans le champ magnétique des autres. Celui-ci affecte de manière positive et significative le ressenti et l'attitude d'une multitude de gens. Même sans participation consciente de leur part, ils deviennent plus coopératifs, moins agressifs et plus désireux de trouver ensemble des solutions à leurs problèmes.

Bien au-delà de sa simple fonction de pompe à circulation sanguine, le cœur est ainsi doté de circuits intelligents et émotionnels, capables de générer et d'envoyer des données au cerveau. Notre matière grise n'est donc pas la seule à intervenir dans nos choix. Mais surtout, c'est dans notre cœur que sont générées les bonnes

émotions telles l'amour, la compassion, la bienveillance, la gratitude, la bonté, la générosité..., toutes ces qualités magnifiquement humaines.

L'intelligence du cœur, c'est l'intuition

Steve Jobs, génial fondateur et dirigeant d'Apple, mais aussi méditant assidu, s'est adressé ainsi aux étudiants de la prestigieuse université de Stanford par ces mots:

« Suivez votre cœur et votre intuition, l'un et l'autre savent ce que vous voulez devenir. Tout le reste est secondaire ».

L'intuition

L'intuition est un outil merveilleux qu'il est bon de découvrir et de développer. Si nous lui ouvrons notre cœur, elle fait de nous des magiciens !

C'est un phénomène extraordinaire par sa redoutable efficacité. Non seulement elle a une incroyable capacité de capter l'information au-delà du présent, mais encore, elle est plus performante que notre mental qui ne peut analyser que ce qu'il connaît. Comme le formule si joliment le docteur Paul Bernstein, l'intuition est une *« intelligence qui commet un excès de vitesse ! »*

La plupart du temps, elle survient spontanément. Mais elle peut aussi être provoquée par un danger imminent et fonctionne alors comme système d'alerte. Finalement, elle peut parfois appréhender le futur comme cela est décrit dans l'étude ci-dessous. Lorsqu'elle se manifeste, l'intuition nous apporte une information absolument **évidente** qui semble jaillir de nulle part. Les recherches scientifiques actuelles suggèrent que parfois, le cœur a la capacité de percevoir des informations, même concernant le **futur**. Comment pareille chose est-elle possible ? Comment peut-on connaître le futur s'il n'existe pas encore ? Cette notion nous est impossible à comprendre avec notre cerveau rationnel, formaté pour réfléchir dans la troisième dimension.

Pour cela, il nous faut sortir de la notion du temps linéaire et faire ce fameux **saut quantique** pour entrer dans la quatrième dimension. Là, il n'y a plus d'espace-temps et le passé et le futur sont la même chose. Cela donne le vertige, je vous le concède.

Ainsi, le cœur qui **n'est pas limité** par un conditionnement mental rationnel. Il est en contact avec l'intelligence universelle, celle qui existe depuis toujours, celle qui est à l'origine de notre création. Et son outil de travail, c'est l'intuition.

Pour démontrer la capacité de l'intuition à prévoir un futur proche, une étude inédite a été menée par Rollin McCraty et Mike Atkinson de l'Institute of Heartmath et Raymond Trevor Bradley de l'Institute for Whole Social Science.

Il s'agissait de savoir si le corps humain a la capacité de percevoir intuitivement des événements futurs. L'étude consistait en 2340 essais faits par 26 individus, 11 hommes et 15 femmes, d'une moyenne d'âge de 45 ans. On montrait alternativement aux participants, durant 3 secondes, soit des images calmes avec des paysages campagnards ou maritimes sereins, ou encore, de beaux objets domestiques, soit d'autres, horribles, à caractère sexuel ou violent. Ces images étaient mélangées et choisies **aléatoirement** par un ordinateur, de sorte que ni les participants, ni les chercheurs, ne savaient quel genre d'image allait apparaître sur l'écran.

Pour déterminer l'impact des images, un électroencéphalogramme (EEG) permettait de mesurer les réactions du cerveau et un électrocardiogramme (ECG) celles du cœur.

L'expérience fut aussi imprévisible que déconcertante. En effet, le rythme cardiaque changeait en moyenne **4,75 secondes avant l'apparition de l'image sur l'écran**. C'est hallucinant. Cela signifie que le cœur savait à l'avance ce que l'ordinateur allait choisir ! Quelle performance anticipative tout de même.

Les chercheurs conclurent que les êtres humains sont capables d'accéder à l'information sur le futur, au-delà de l'espace et du temps qui nous est familier. Ce processus pourrait expliquer les pressentiments.

Plus que nous, les animaux qui n'ont pas la barrière du mental, sont dotés d'une phénoménale intuition. Ainsi, ils sont capables de prévoir et d'anticiper des événements. Pour illustrer ce phénomène, j'aimerais partager avec vous l'extraordinaire découverte que sont les champs **morphogénétiques** de Sheldrak. Allez les découvrir sur You Tube. Ce grand scientifique a montré que les animaux de

compagnie, spécialement les chiens et les chats, savent à quel moment leur maître va rentrer du travail. Je peux témoigner que chaque fois que je rentre chez moi, ma chatte Loulette, qui pourtant se ballade par monts et par vaux, m'attend sur le parking. On observe aussi cette incroyable intuition prémonitrice des animaux qui leur permet de fuir et de se protéger avant les catastrophes naturelles, par exemple.

Pour en revenir à nous les humains, on observe que le rythme omniprésent du cœur a une puissante influence sur de nombreux processus dans le corps.

Autant les rythmes cérébraux que respiratoires se synchronisent naturellement à l'activité rythmique du cœur. Et lorsque les personnes sont en lien d'amour ou d'amitié, leurs rythmes cardiaque et respiratoire se synchronisent. Ainsi, lorsqu'un bébé dort blotti tout contre sa maman, il synchronise son rythme respiratoire avec celui de sa mère. Dans les pays où le cododo est la tradition, il y a beaucoup moins de morts subites du nourrisson ! La Nature avait tout prévu. A nous de la respecter.

Selon le Haertmath Institute, il est probable que le champ électromagnétique du cœur agisse comme une onde porteuse d'informations, qui fournit à l'ensemble du corps un signal de synchronisation.

Si le cœur est capable d'influencer le cerveau, pourquoi ne serait-il pas capable de contrôler l'activité des **autres** organes ? Dans la mesure où ils **interagissent** et collaborent tous ensemble, il faut bien que « quelqu'un » le fasse. A défaut du contraire, on pourrait donc avancer que c'est le cœur. Nous parlions de chef d'orchestre au début du chapitre.

En tout cas, la recherche fondamentale à l'Institut de HeartMath montre que les informations relatives à l'état émotionnel d'une personne sont communiquées dans tout le corps, via le champ électromagnétique du cœur. Bien sûr, les informations vont dans les deux sens, et les autres parties du corps vont aussi influencer le cœur. C'est un **dialogue** interne incessant qui permet de générer les adaptations à la vie. Et lorsque le cerveau se met à l'écoute du cœur, on obtient un meilleur équilibre émotionnel et une plus

grande clarté mentale, un discernement intuitif, et une amélioration des performances.

Qu'en est-il de ce champ magnétique ?

Il mesure environ 1,5 m de diamètre et ses ondes forment une image que l'on pourrait comparer à un tore ou, plus simplement, à une grosse courge, percée de haut en bas, avec la personne en son centre. Son importante dimension permet de comprendre comment le tore de chaque personne interagit avec celle des autres et comment les ondes cérébrales d'une personne peuvent effectivement se **synchroniser** avec le cœur d'une **autre** personne !

En outre, quand un individu génère un rythme cardiaque cohérent, la synchronisation entre les ondes cérébrales de cette personne et le rythme cardiaque d'une autre personne est plus susceptible de se produire. En résumé : c'est le « **cerveau du cœur** » d'une personne qui influence le « **cerveau du cerveau** » de l'autre.

Les résultats des expériences du Hearthmath Institute ont amené à conclure que notre **cerveau** est comme une antenne ouverte aux champs électromagnétiques produits par les **cœurs** des autres individus, et qui s'accorde avec eux. Dans ces échanges, les messages, bons ou mauvais, sont instantanément transmis, bien plus rapidement que les mots.

C'est probablement par ce moyen que se crée la véritable empathie, celle du cœur, justement.

Le cœur est partout

Avoir le cœur sur la main, voir avec le cœur, aimer de tout son cœur, aller droit au cœur, avoir un cœur gros comme ça, avoir le cœur à l'ouvrage, avoir bon cœur... Lorsqu'il s'agit de cœur, notre langage ne manque pas d'expressions. Suivre son cœur serait-il la clé pour construire une vie heureuse et pleine de sens ?

Cela fait des milliers d'années que le cœur est considéré comme un symbole d'amour. Le cœur peut être offert aux gens avec des chocolats en forme de cœur, ou imprimé sur des cartes de vœux, ou encore, tatoués sur la peau.

Le cœur a longtemps été utilisé comme un symbole pour faire référence au spirituel, à l'émotionnel, à la morale. On dit aussi que le cœur est le siège de l'âme.

Tout le monde a une notion intuitive de la fonction sensorielle et spirituelle du cœur. Mais nous avons été appris à ne plus l'écouter. Par la *violence éducative ordinaire* *, nous avons subi des pressions et des traumatismes qui nous ont fermé la porte à cette belle énergie du cœur, en créant en nous des blocages émotionnels. Les petits enfants vivent encore dans leur cœur. Mais nous, la plupart du temps, nous n'y sommes plus. Beaucoup d'entre nous sommes même désabusés.

La bonne nouvelle, c'est qu'en en prenant conscience, en demandant peut-être de l'aide à un thérapeute pour débloquer et démêler ces nœuds, nous pouvons retourner vivre dans notre cœur qui nous recevra les bras ouverts !

« Ce minuscule espace dans votre cœur est aussi vaste que l'espace, on y trouve le ciel et la terre, le feu et l'air, le soleil et la lune, la foudre et les constellations, tout ce qui vous appartient et ne vous appartient pas ici-bas, tout cela est rassemblé dans ce minuscule espace contenu dans votre cœur ». Chanda yoga Upanishad 8.1.2-3

Depuis la nuit des temps, toutes les religions connaissent l'importance du cœur. Elles en ont fait le symbole sacré. Même les bâtisseurs de cathédrales ont érigé le tabernacle, ce symbolique cœur, au cœur même des temples.

Dans l'hindouisme, on considère que le Brahmâ habite le cœur. Le mot cœur se retrouve souvent dans les upanishads. Quant aux temples, ils comportent un cœur dans le sanctuaire, appelé garbha griha, dans lequel se trouve la divinité vénérée.

Dans la tradition bouddhiste, c'est en cultivant les qualités du cœur, comme la compassion, la gratitude, la joie, l'amour, l'ouverture, que l'on peut atteindre sa part spirituelle et intuitive.

En médecine chinoise, le cœur est le centre du shen, qui canalise toutes les énergies. Il est cet « empereur » qui commande à la fois le corps, le mental, le psychisme, les émotions et la conscience. Quant aux 12 méridiens du corps, ils obéissent aux ordres du cœur.

On pourrait ainsi faire le tour de toutes les religions et y retrouver ce qu'on appelle la « voie du cœur » par de nombreuses traditions spirituelles.

Le chakra du cœur

De nos jours, la notion de chakra est entrée dans le langage populaire, tant de nombreuses thérapies s'intéressent à ces centres énergétiques, localisés le long de notre colonne vertébrale jusqu'au sommet de notre tête. Ils sont au nombre de sept et ont la vertu de réguler les énergies dans notre corps. Le mot chakra provient de la religion hindouiste.

Le 4^{ème} chakra, celui que l'on nomme le chakra du cœur, est le centre du système des chakras, car il fait la jonction entre les trois chakras inférieurs et les trois supérieurs. Grâce à ce chakra, nous sommes capables de ressentir la beauté de la nature, de nous émerveiller devant une fleur, de nous ouvrir à la musique.

On ne voit bien qu'avec le cœur

« *On ne voit bien qu'avec le cœur. L'essentiel est invisible pour les yeux* » affirme Le Petit Prince, dans le roman de Saint-Exupéry. Le cœur, par son intuition, est la voie permettant d'accéder à la justice, à l'essentiel, à notre être supérieur. Il abrite la vérité, celle qui fait que l'on sait intuitivement « dans son cœur », celle qui nous transmet immédiatement si quelque chose est bien pour nous ou pas. Les études de ces dernières années l'ont démontré : quand l'être humain utilise son cerveau du cœur, il crée un état de **cohérence** biologique. Tout est harmonisé et fonctionne mieux.

Grâce à son émotion principale, celle de l'amour, le cœur nous apprend à ne plus fonctionner selon le principe action=réaction. Nous nous retrouvons dans un état de grâce, un sentiment d'amour infini qui n'entraîne plus de réaction viscérale. Nous devenons amour, notre véritable essence. Nous transmettons cette vibration d'amour tout autour de nous, naturellement, car notre énergie est tout simplement contagieuse.

*Une vie sans amour ne vaut rien
L'amour est l'eau de la vie
Buvez-la avec soif et avec cœur*

Rumi

Nous ne pouvons plus voir un enfant pleurer sans le prendre dans les bras où passer à côté d'un mendiant sans au moins lui dire bonjour, en lui souriant, lui redonnant du coup sa dignité et sa légitimité. Lorsque nous sommes dans l'amour du cœur, universel et inconditionnel, nos échanges avec les autres deviennent **gagnant-gagnant**. Car lorsque l'on donne de l'amour à quelqu'un, cela déclenche chez l'autre une sécrétion d'*ocytocine**, l'hormone du bonheur. Celle-ci crée une augmentation de *récepteurs membranaires**, sensibles à sa propre substance et en augmente ainsi l'efficacité. Elle baisse notre niveau de *stress** et augmente ainsi notre bonne *immunité**. Mais le plus magnifique de tout, c'est que cela déclenche la même sécrétion chez nous, créant ainsi un cercle vertueux.

Comme le dit si bien Victor Hugo, « *L'Esprit s'enrichit de ce qu'il reçoit, le Cœur s'enrichit de ce qu'il donne.* »

LE CŒUR ET LA CIRCULATION SANGUINE

Pour mieux comprendre

LE CŒUR

- *Le cœur, c'est quoi ?*
- *OK, je vous explique. Alors commençons par le début.*

Du point de vue physique, le cœur est identifié, depuis des siècles, par la science occidentale, comme étant une **pompe**, qui, à chaque seconde, fournit l'oxygène et les nutriments du sang à toutes les cellules du corps.

Cet organe essentiel par son rôle de pompe est aussi un grand **symbole** lié à de nombreuses interprétations : il serait le siège de l'intelligence, des sentiments, de la volonté. Il exprime aussi l'idée du centre, de l'essence, de l'importance des choses.

Étymologiquement, le mot Cœur vient d'une racine indo-européenne *Kerd*, devenue *Kardia* en grec. S'y rajoute la racine latine *cor*, *cordis*. C'est donc l'organe central de l'individu. Par sa *systole** et sa *diastole**, il symbolise à la perfection le grand rythme de la vie. La contraction et la dilatation **figurent** l'expression même de la vie, à l'image de son origine, celle de la contraction et de l'expansion de l'Univers.

On retrouve aussi le cœur symbolisé par le tabernacle dans les églises. Le cœur est sacré dans beaucoup de religions. Intuitivement, les gens le savent depuis toujours.

Un peu d'embryologie

Au début, chez le tout nouvel *embryon**, les premières cellules migrent à travers la *ligne primitive** pour former une couche de *mésoderme**, tissu responsable du développement des différentes structures internes. Le mésoderme cardiaque se met en place lors de la *gastrulation**. Ces cellules seront à l'origine de l'aire cardiogénique, lieu formé par une accumulation de cellules mésodermiques dans la partie céphalique de l'embryon. Dire que c'est ainsi que chacun d'entre nous a commencé sa vie. Un miracle !

Au 17^{ème} jour, on voit, dans la *vésicule vitelline**, l'apparition d'îlots sanguins différents : les futures cellules sanguines et les cellules de type *endothélial** qui vont former un réseau vasculaire. A la fin de la troisième semaine, ce réseau a déjà complètement envahi la vésicule vitelline pour se connecter aux structures intra-embryonnaires et aux *villosités** qui sont en train de se développer.

Le tube cardiaque primitif résulte de la fusion médiane de 2 petits sacs allongés. Ceux-ci fusionnent vers le 21^{ème} jour. Le tube cardiaque est maintenant composé de trois couches : l'*épicarde**, le *myocarde** et l'*endocarde**. Ce même jour, une série de constriction et de dilatations apparaissent au niveau de ce tube cardiaque primitif. Ces dilatations vont contribuer à la formation des différentes cavités du cœur. Quant aux cloisonnements auriculaire et ventriculaire, ils commencent autour du 26^{ème} jour. A la 5^{ème} et à la 6^{ème} semaine, le cloisonnement des cavités primitives sculpte les 4 cavités définitives. C'est tellement précoce, tout ça ! Imaginez cette miniature.

A l'intérieur des cavités, les cellules endocardiques prolifèrent pour former des bourrelets qui sont à l'origine de sillons et de cavités. Quant aux cellules autour de l'endothélium, le mésenchyme se différencie rapidement en cellules musculaires myocardiques. Elles sont immédiatement fonctionnelles.

Les premières contractions cardiaques débutent vers le 25^{ème} jour.

On peut se le demander vraiment : quelle est l'intelligence qui pousse ces cellules à commencer à se contracter ? C'est magique ! je vous dis. Ces contractions prennent naissance spontanément dans la partie *auriculaire** primitive du tube cardiaque et se propagent, de cellules en cellules, jusque dans les ventricules. Vers 28^{ème} jour, elles sont coordonnées avec des mouvements péristaltiques qui déterminent le sens du flux sanguin.

A la 4^{ème} et à la 5^{ème} semaine, des phénomènes complexes de rotation et de croissance inégale vont placer les segments du tube cardiaque primitif à leur situation définitive.

La croissance du tube conduit donc à des mouvements de replis. Ce tube se déforme d'abord en S, puis subit une rotation selon l'axe tête-queue. Il en résulte que le pôle veineux cardiaque occupe une position dorsale alors que le pôle artério-ventriculaire se place au niveau ventral. Le ventricule du cœur est fait d'une seule bande de muscle de la forme d'une **double hélice**. Le cœur est donc une

double hélice macroscopique semblable à l'image microscopique de l'ADN. On est émerveillé de voir que dans tous les éléments du corps, semblables à la nature toute entière, on retrouve ces incroyables dimensions que sont les *fractales** (regardez sur You Tube, c'est magnifique).

La formation du cœur à partir du tube cardiaque primitif se fait principalement entre le 21^{ème} et le 40^{ème} jour et s'achève au 50^{ème} jour. Maintenant viendra le temps de la croissance.

Les valves qui séparent les oreillettes (aussi appelées auricules) des ventricules, commencent à se former entre la 5^{ème} et la 8^{ème} semaine. Il s'agit d'excroissances musculo-tendineuses issues du myocarde ventriculaire.

Le cœur est le premier de tous les organes à fonctionner pendant le développement embryonnaire. Il commence à battre dès le 25^{ème} jour après la conception, **bien avant que le cerveau** ne commence à fonctionner de son côté. Les milliards de cellules du cœur sont les seules cellules qui pulsent. Le cœur est le chef d'orchestre de tout notre être, le physique, l'émotionnel et le spirituel.

A la différence du système rénal, des poumons, du cerveau dont l'activité au cours de la vie intra-utérine a une importance non vitale, le cœur, dès l'apparition des premières ébauches, joue un rôle indispensable au développement du fœtus.

Mais qu'est ce qui fait battre le cœur ?

A l'image d'une bougie, qui a frotté l'allumette pour créer l'étincelle ? C'est le grand Mystère. Disons que la Nature a prévu des cellules spéciales qui, tel un métronome, donnent le rythme en envoyant des courants électriques dans des cellules contractiles. C'est ingénieux. Il fallait y penser. Ce système conducteur est constitué de nœuds et de faisceaux de fibres qui prennent naissance dans les oreillettes et qui se propagent jusque dans les ventricules.

Le *nœud sino-auriculaire** se met en place le premier. Il est situé dans la partie droite de l'oreillette primitive. Très rapidement, les cellules du bourgeon endocardique supérieur se mettent à former un second centre de stimulation : le *nœud atrio-ventriculaire**. Sa constitution s'accompagne de la création d'un faisceau de cellules spécialisées dans la conduction : le *faisceau de His** qui va propager les influx dans les ventricules. Il y a une branche pour le ventricule droit et une autre pour le ventricule gauche.

Les nœuds sont les **pacemakers** du cœur. Les cellules *nodales** sont situées dans le nœud sino-auriculaire, le nœud auriculo-ventriculaire et le tronc du faisceau de His qui les relie. Nettement plus petites que les cardiomyocytes contractiles, elles sont riches en *glycogène**, carburant cellulaire indispensable. L'initiation de chaque battement naît dans ces cellules nodales. Cette particularité unique est due à leurs propriétés *membranaires**, à la présence de *canaux** Ca^{++} et à l'absence de *canaux** Na^+ . Le pacemaker sino-auriculaire est régulé par le *système nerveux végétatif* *. Le *système sympathique** accélère la fréquence cardiaque tandis que le *système parasympathique** la ralentit.

Quant aux cellules de conduction, elles sont situées dans les branches du faisceau de His et dans le réseau de Purkinje. Ce sont des cellules beaucoup plus volumineuses que les cardiomyocytes contractiles. Leur *cytoplasme** est abondant, clair, également riche en glycogène et en *mitochondries**, pauvre en myofibrilles. La conduction de l'onde de *dépolarisation** se fait à une vitesse 4 à 5 fois plus élevée que dans les cardiomyocytes contractiles banals.

L'anatomie du cœur

Après tous ces remodelages embryonnaires, le cœur devient un organe constitué de deux ventricules et de deux oreillettes situées au-dessus. Le système est simple :

Les oreillettes sont faites pour recevoir le sang et les ventricules sont prévus pour l'éjecter. Une fois remplies, les oreillettes transfèrent le sang aux ventricules à travers un orifice muni de valves. Ainsi, le sang provenant du corps arrive dans l'oreillette droite. Celle-ci l'envoie dans son ventricule droit, via la valve tricuspide, qui l'éjectera dans les poumons pour se faire régénérer. Puis, ce sang purifié reviendra dans le cœur gauche, tout d'abord dans l'oreille gauche. Celle-ci, via la valve mitrale, prendra soin de transférer ce précieux liquide vers son ventricule gauche attitré, lequel l'enverra dans le corps par une forte contraction, via l'aorte.

Les cellules excitables, décrites ci-dessus sont principalement situées dans l'oreillette gauche en ce qui concerne les nœuds initiateurs, et dans les ventricules gauche et droit en ce qui concerne les fibres de propagation de l'information électrique.

En résumé, notre cœur est une petite, mais très puissante, centrale électrique logée en chacun de nous.

Durant toute la vie fœtale, la circulation pulmonaire est inexistante, l'oxygénation du sang se faisant au niveau du *placenta**. Le sang

passé alors de la circulation droite (pulmonaire) à la circulation gauche (corporelle) par un orifice, le Foramen ovale et par le canal artériel. A la naissance, tout doit subitement changer et ces deux passages vont se fermer.

La naissance est donc vraiment notre première mort, celle de notre vie intra-aquatique. Mais elle est immédiatement suivie par une renaissance, celle de notre vie terrestre. Cependant, cela nous demande un temps d'adaptation. C'est ce dont je vais vous parler dans ce livre.

Les découvertes en neuro-cardiologie

« Le cœur a ses raisons que la raison ne connaît pas »

Blaise Pascal

Une nouvelle discipline est née il y a 20 ans, c'est la **neuro-cardiologie**. C'est le docteur J. Andrew Armour qui est l'un des premiers à avoir fait des découvertes démontrant que le cerveau du cœur est un réseau complexe de plusieurs types de neurones, organisés en circuits élaborés, qui lui permettent d'agir indépendamment du cerveau de la tête.

Je vous rappelle aussi l'existence de notre deuxième cerveau formé par les 200 millions de neurones dispersés dans notre intestin. Avec la découverte du cerveau du cœur, combien y a-t-il de cerveaux, finalement ? Et lequel est le premier, le deuxième, le troisième ? On ne sait plus.

Le système nerveux du cœur compte plus de 40 000 *neurones**. Cela est suffisamment pour qu'il puisse être considéré comme un cerveau. Car il peut mémoriser, avoir des sentiments et ressentir des sensations. Il peut **même anticiper**, nous le verrons plus loin.

Le cerveau du cœur perçoit l'information par l'intermédiaire des *hormones**, mais aussi par le rythme cardiaque et par sa pression intra-cavitaire et artérielle. Il les traduit ensuite en impulsions neurologiques qu'il envoie au cerveau de la tête, via les nerfs situés dans la colonne vertébrale. Il traite aussi toutes ces informations sur le plan corporel, et en bon maître, en contrôlant le fonctionnement de tous les organes.

Le cœur pompe et entretient la circulation du sang. Il bat cent mille fois par jour. Chez l'adulte, il pompe **huit** litres de sang à la **minute**.

Il fait circuler **quatre cent** litres de sang par jour à travers un système vasculaire de près de **100 000 km** de longueur (plus de deux fois la circonférence de la terre). C'est un fidèle et loyal serviteur qui ne se repose jamais. Nous finirions par l'oublier. Alors merci à lui.

Il existe un système de communication cœur-cerveau à double sens. Le Heartmath Institute a déterminé que le cœur communique de quatre façons différentes et complémentaires :

➤ **La communication neurologique**

Le cœur et ses messages neuronaux affectent l'activité du *cortex**, cette partie du cerveau qui gouverne notre pensée supérieure et nos capacités de raisonnement. L'apport d'information du cœur au cerveau influence aussi l'activité neuronale de l'*amygdale** cérébrale, de l'*hippocampe** et du *thalamus**. Il influence ainsi d'une façon continue nos perceptions, émotions et notre conscience.

➤ **La communication biologique**

Le cœur communique aussi par le système hormonal. Il sécrète lui-même des *hormones** et devient ainsi un organe *endocrine**

➤ **La communication biophysique**

Chaque battement de cœur génère une onde de pression sanguine qui circule rapidement à travers les artères, beaucoup plus vite que le sang lui-même. Ce sont ces ondes de pression qui créent ce que nous sentons comme étant notre pouls

➤ **La communication énergétique**

L'énergie émise par le cœur est transmise à travers tout le corps par un champ électromagnétique cardiaque, à l'instar d'un téléphone portable et des stations radiophoniques qui transmettent les informations par l'intermédiaire d'un champ électromagnétique. Ce

champ électromagnétique est le plus puissant du corps.
Il est environ **cinq mille fois** plus fort que celui qui est produit par le cerveau !
Le cœur ne serait-il pas notre premier cerveau ?

La fonction endocrine

Il y a une trentaine d'années, on ignorait que le cœur produisait des hormones. C'est en 1981 que tout a changé lorsqu' Adolfo de Bold a découvert que les cellules musculaires des oreillettes sécrètent de l'ANP (Atrial Natriuretic Peptide), une hormone essentielle pour réguler le volume hydrique, la tension artérielle et le taux de *sodium** NA^+ circulant.

Par voie de conséquences, c'est en 1983 que le cœur a été reclassifié comme étant également une glande endocrine, donc hormonale, qui affecte profondément le cerveau et le fonctionnement du corps.

Avant de découvrir la fonction endocrinienne du cœur, ce dernier était considéré comme une simple pompe passive qui se contentait de faire circuler le sang dans l'organisme suivant les instructions du *tronc cérébral** et de ses fonctions neurovégétatives.

Ainsi, le cœur synthétise et sécrète deux hormones qui sont ensuite stockées dans des grains de sécrétion intracellulaires et qui régulent l'*homéostasie** hydrosodée. C'est la distension des cellules cardiaques qui en est le principal stimulus.

En microscopie électronique, on observe ces nombreux grains de sécrétion sphériques, denses et disposés de part et d'autre du *noyau**.

Ces vésicules contiennent les peptides natriurétiques de types A et B (ANP et BNP).

Le peptide natriurétique de type A (premier *polypeptide** décelé) est sécrété par les cellules des oreillettes, en réponse à une dilatation auriculaire (atriale).

Le peptide natriurétique de type B est sécrété par les cellules ventriculaires, en réponse à l'élévation de pression en fin de diastole et à l'augmentation de volume des ventricules. Le BNP est maintenant couramment dosé lors de l'évaluation et la surveillance de l'insuffisance cardiaque.

La psycho-neuro-immuno-endocrinologie

Au cours de son histoire, la science avait identifié et étudié deux systèmes qui tissent des connections entre le corps et l'esprit : le système nerveux et le système endocrinien. C'est assez récemment que le système immunitaire, qui joue un rôle prépondérant dans le maintien de la santé, s'y soit rajouté. En effet, il est très complexe car il se compose de cellules et de médiateurs chimiques qui parcourent l'ensemble de l'organisme et qui sont ainsi difficiles à localiser. Quant au système psychologique, il se joue entre de nombreuses *aires** différentes du cerveau dont principalement le thalamus, l'hippocampe, l'amygdale cérébrale et certaines parties du *lobe préfrontal**. Le maillage des liens entre la conscience (psycho), le système nerveux (neuro), les mécanismes de défense de l'organisme (immuno) et la sécrétion d'hormone (endocrino) relève d'un équilibre très subtil.

C'est au début des années 1970 que l'équipe de Carl Simonton, avec son étude sur la survie des patients cancéreux, ainsi que deux chercheurs américains, Ader et Cohen ont produit les premiers travaux remarquables sur la **psycho-neuro-immuno-endocrinologie**. Cette discipline récente vise à mettre en lumière les interactions existant entre les pensées, les émotions, et le corps physique en équilibre sur ses systèmes immunitaire et endocrinien. Par la suite, les plus grands laboratoires du monde et les universités les plus prestigieuses ont démontré clairement que le cerveau influence le système immunitaire et qu'à son tour, celui-ci agit sur le cerveau. Le Dr. Michael Irwin, directeur du centre de psycho-neuro-immunologie de l'Université de Los Angeles a déclaré :

“Le dialogue corps-esprit occupe désormais une place essentielle dans la compréhension de l'homme”.

Les scientifiques constatent que la psyché **dialogue** avec le corps par d'incessants allers et retours, consistant en d'innombrables messages. L'équilibre de l'organisme est **dynamique** et non statique. Par conséquent, il doit constamment s'adapter aux changements de son environnement.

Le langage de ce dialogue biologique a été décodé. Il s'agit de petites molécules appelées *neuropeptides** qui sont libérées et capturées aussi bien par les cellules nerveuses que par les cellules immunitaires et les cellules endocrines. Quant aux cellules intelligentes circulantes, ce sont les *monocytes**. Le cœur est réceptif à leurs messages grâce à ses nombreux neurones. De leurs côtés, les monocytes portent à leur surface des *récepteurs** qui répondent

aux stimulations nerveuses. Grâce à ces neurorécepteurs, un message peut être transmis instantanément du cerveau à nos globules blancs, autrement dit, aux mécanismes de défense de base de notre organisme. Et la boucle est bouclée. Quelle magnifique orchestration !

L'Institut HeartMath publie en 1995 sa découverte sur la forte influence du cœur sur les émotions, et comment les signaux du cœur peuvent être utilisés pour ramener le calme dans l'ensemble du corps, cerveau compris. Cela s'appelle la **facilitation cognitive**. Ceci nous donne alors la possibilité de pouvoir être clair dans nos décisions, fluide dans nos pensées et bien contrôler notre environnement.

En effet, les chercheurs ont démontré que le cœur est une **composante clé** du système émotionnel. Les signaux générés par son activité rythmique jouent un rôle majeur dans la détermination de la qualité de nos expériences émotionnelles. Les signaux du cœur impactent profondément les fonctions cognitives en vertu d'un important réseau de communication entre le cœur et le cerveau.

Enfin, les études menées à l'Institut HeartMath ont indiqué que le cœur semble jouer un rôle clé dans **l'intuition**.

Pour mieux comprendre

LA CIRCULATION DU SANG

La **circulation sanguine** est assurée par une pompe automatique, le cœur, qui est un organe creux contenant deux parties séparées bien qu'accollées l'une à l'autre : ce sont le « cœur gauche » et le « cœur droit ». Ensemble, ils comprennent quatre cavités dont deux *ventricules** et deux *oreillettes**. Les deux cavités de chaque cœur sont reliées par un orifice équipé d'une valve anti-reflux :

- La valve mitrale entre l'oreillette gauche et le ventricule gauche
- La valve tricuspide entre l'oreillette droite et le ventricule droit

Les deux valves permettent d'éviter que le sang ne reflue dans les oreillettes pendant la contraction des ventricules.

Les ventricules sont formés de *muscles** puissants qui permettent d'éjecter le sang qu'ils contiennent avec force pendant la *systole**. Quant aux oreillettes, elles sont des espaces creux qui ont la fonction de se remplir du sang qui leur parvient en retour. Lorsque la contraction du ventricule se sera relâchée, ce sera le temps de la *diastole** ventriculaire pendant lequel les oreillettes se dévideront de leur nouvel arrivage de sang dans les ventricules.

Deux circulations s'opèrent en même temps en circuit fermé :

- La **grande circulation** qui part du ventricule gauche et qui revient à l'oreillette droite et qui s'occupe de l'irrigation et de la perfusion de tout le corps sauf les poumons
- La **petite circulation** qui part du ventricule droit qui revient à l'oreillette gauche en passant par le poumon pour s'oxygéner et se purifier du gaz carbonique qu'il a récolté dans le corps.

Le sang parcourt ainsi les deux boucles en passant d'un système à l'autre par des orifices situés à la jonction des oreillettes et des ventricules dont les ouvertures et fermetures sont gérées par les valves.

Découverte de la circulation sanguine

Même si la relation entre le saignement et la mort a été mise en évidence très tôt dans l'âge de l'humanité, cette découverte a été laborieuse et a nécessité plus d'un millénaire.

Les égyptiens avaient déjà identifié le sang comme source de vie et même comme siège de l'âme. Par contre, les premières dissections effectuées par les médecins grecs au V^{ème} siècle avant J.-C., pratiquées sur les animaux égorgés, les avaient induits en erreur parce que les corps des animaux étaient vidés de leur sang. Ainsi, dans la mesure où leurs artères étaient vides, ces premiers anatomistes en avaient déduit qu'elles transportaient de l'air. Un siècle plus tard, **Hérophile**, un médecin d'Alexandrie, décrit le premier la palpation du pouls.

Il fallut plusieurs siècles jusqu'à ce qu'au II^{ème} siècle après J.-C., **Galien** fasse une description précise du réseau des veines et des artères à partir de la dissection de porcs. Mais il interpréta faussement le rôle des organes.

Ce n'est qu'en 1242 que le musulman **Ibn Al-Nafis** décrit la circulation pulmonaire, les artères coronaires et la circulation *capillaire** qui forment la base du système circulatoire. Mais ses écrits n'ont été découverts que 260 ans après sa mort. L'œuvre d'Ibn Al-Nafis restera ignorée pour nous jusqu'en 1924, lorsque le Dr Al-Tatawi, médecin égyptien résidant en Allemagne, retrouva dans la Librairie nationale de Berlin la traduction faite par Andrea Alpago, médecin vénitien au début des années 1500.

Quant à **Amato Lusitano**, un médecin portugais, il a décrit en 1551 ces nombreux travaux de recherches sur la circulation du sang dans une œuvre monumentale de sept volumes. Ces travaux nous apprennent notamment que les veines sont pourvues de **micro-valves** sur toute leur longueur, ce qui empêche le sang de refluer et l'oblige ainsi à retourner vers le cœur. En même temps, le médecin espagnol **Michel Servet** découvre la petite circulation, c'est-à-dire, la boucle qui mène le sang aux poumons dans un voyage aller-retour afin de s'oxygéner et de se délester du *gaz carbonique** qu'il contient. La paternité de cette découverte est partagée avec l'italien **Realdo Colombo**.

Même si la découverte et la description précise de la circulation appartiennent à Ibn Al-Nafis, c'est **William Harvey** qui a consacré une bonne partie de sa vie professionnelle, au début des années 1600, à la compréhension et à l'enseignement de la circulation sanguine. A force de recherches et de réflexions, il finit par trouver

la réponse à la question qui le tenaillait : « *Et s'il y avait un retour du sang au cœur ?* ».

C'est l'expérience du garrot qui lui permit d'y répondre par l'affirmative. En effet, on peut observer le flux du sang dans les veines superficielles au fur et à mesure que l'on desserre le garrot. Les structures observables dans lesquelles se fait ce retour sont les veines superficielles, celles dont le gonflement par garrotage nous permet aujourd'hui de pratiquer des prises de sang. C'est aussi Harvey qui a décrit le sens de cette circulation et le rôle exact des valvules veineuses, ainsi que son importance. En effet, elle représente un débit de plusieurs litres par minute alors qu'on la croyait au goutte-à-goutte. Ce qui manquait encore à la théorie de la circulation du sang pour être complète, c'était la connaissance des capillaires pourtant déjà connue d'Ibn Al-Afis. Les capillaires sanguins seront décrits en 1661 par **Marcello Malpighi**, grâce à ses observations au microscope.

Les fonctions de la circulation du sang

La circulation sanguine a pour fonction d'apporter à toutes les cellules de l'organisme les multiples nutriments collectés dans les intestins ainsi que l'*oxygène** inspiré par les poumons. Par son retour lymphatique et veineux, elle draine aussi et collecte tous les déchets *métaboliques** et *cataboliques** des cellules. Ce grand retour de sang veineux transporte aussi le CO₂ qu'on appelle communément le *gaz carbonique*. Celui-ci est le résultat de la métabolisation cellulaire de l'*oxygène*, molécule qui apporte l'énergie nécessaire aux cellules pour vivre. Lors du passage du sang dans les poumons, un échange subtil et astucieux se produit aux niveaux de la microcirculation des *alvéoles** pulmonaires : « *Je te donne un peu de mon gaz carbonique et tu me donnes un peu d'oxygène à la place* ». Il faut mentionner en passant que le corps ne se déleste jamais de tout son gaz carbonique car le taux sanguin de ce dernier permet aux centres respiratoires situés dans le *tronc cérébral** de réguler le rythme respiratoire.

Pour en revenir à la grande circulation, elle passera par deux organes qui ont, entre autres, une fonction de « station d'épuration » de tous les déchets de l'organisme : ce sont le foie et les reins. Rappelons aussi qu'au début de notre vie, lorsque nous étions encore dans le ventre de notre maman, c'est le *placenta** qui assurait l'intermédiaire avec eux. En effet, le placenta filtre le sang

foetal, en absorbe les déchets métaboliques et cataboliques, et les déverse dans la circulation maternelle, qui les éliminera en même temps que ses propres résidus.

Voyage dans le grand 8

Imaginons-nous dans la peau d'Alice au Pays des Merveilles et rapetissons encore et encore jusqu'à être en mesure de nous glisser dans l'un de ces petits sous-marins que sont nos globules rouges. Installés confortablement dans un siège et fixés par une grosse ceinture pour notre sécurité, nous voilà éjectés du ventricule gauche dans l'aorte à 120 km à l'heure.

L'aorte est notre plus grande artère qui est à l'origine de la perfusion de tout l'organisme, sauf du système pulmonaire qui fait partie de la petite circulation où la pression est moins forte. L'aorte est une artère élastique capable de se distendre dans une certaine mesure : durant la contraction du ventricule gauche pendant la systole, l'aorte se distend. Puis, durant la phase de repos du ventricule gauche, la diastole, l'élasticité de l'aorte lui permet à son tour de se contracter sous l'effet d'impulsions nerveuses provenant du *système nerveux végétatif**. Ce sont les variations de tension entre la systole et la diastole qui se transmettent le long des artères et dont on peut sentir la pulsation lorsque l'on prend le pouls. C'est aussi l'intensité de cette force de propulsion que l'on mesure lors de la prise de tension artérielle.

Revenons à notre voyage de découverte qui nous propulse dans un long dédale de tunnels de plus en plus petits. Nous remarquons que nous ne sommes pas seuls. Il y a d'innombrables autres petits sous-marins dans lesquels se trouvent d'autres visiteurs. Les vaisseaux sanguins se divisent par *dichotomie** et à chaque nouveau croisement, quelques visiteurs partiront dans d'autres tunnels. Ainsi, nous quitterons l'aorte pour découvrir des voies de communication plus petites que sont les artères. Ces dernières se diviseront de nombreuses fois en artérioles qui se termineront en vaisseaux *capillaires**.

Ces vaisseaux extrêmement fins sont le lieu d'échanges intenses entre le sang circulant et les tissus qu'il irrigue. Les nutriments et l'oxygène diffuseront dans les organes et les déchets seront recueillis par ce même système. Bien qu'étant minuscules, les capillaires ont donc une fonction principale et fondamentale. Nos petites

soucoupes circulantes sont néanmoins trop grandes pour passer à travers les mailles de nos micro-filets capillaires et les globules rouges restent donc à l'intérieur des vaisseaux.

Puis il faudra rassembler tous ces liquides, ce qui n'est pas une mince affaire. En effet, à ce point-là, il n'y a plus aucune pression artérielle qui les mobilise. La collection des liquides se fera tout d'abord de manière passive, dans deux nouveaux systèmes circulatoires parallèles que sont le système veineux et le système lymphatique. La grande différence entre les deux, c'est qu'il n'y a pas de cellules dans les vaisseaux lymphatiques. Comme son nom l'indique, le système lymphatique transporte la *lymphe**. Le grand Canal Lymphatique qui réunit tous les autres s'abouchera à la Veine Cave, juste avant qu'elle même se jette dans l'oreillette droite.

Le système veineux est néanmoins le plus important des deux. Les mini veinules se rejoignent pour former des veines de plus en plus grandes qui, en fin de course, aboutiront dans la Veine Cave, une très grosse veine dont le calibre est de 20-30 mm de diamètre. Dans la mesure où il n'y a plus aucun gradient de pression et que les liquides doivent circuler dans le sens contraire de la pesanteur, les veines sont équipées de nombreuses valves qui empêchent ainsi le sang de refluer, en faisant effet de « clapets ». C'est pourquoi lorsque les valvules sont abimées, les veines se dilatent pour former des varices.

Ce sont les contractions des muscles qui font office de pompe en poussant ainsi le sang à circuler en direction du cœur. L'aspiration du sang depuis les pieds vers le cœur est le résultat de plusieurs mécanismes. Il y a tout d'abord la compression de la voûte plantaire lors de la station debout, doublée de la contraction des muscles des mollets et des cuisses, qui chassent le sang vers le haut lors de la marche. Les mouvements respiratoires facilitent également le travail en diminuant la pression au sein du thorax lors de chaque inspiration.

Mais notre visite ne s'arrêtera pas là. Via la Veine Cave, nous nous retrouvons subitement dans l'oreillette droite. Pendant la contraction ventriculaire sous-jacente, celle-ci fait fonction de salle d'attente. Mais pas le temps de se reposer ! Dès que le ventricule droit se détend, le sang s'y répand en passant par l'orifice qui sépare ces deux cavités. A la prochaine systole, le ventricule droit, via l'Artère Pulmonaire, nous propulsera à son tour pour prendre un peu l'air dans les poumons.

De même que l'aorte, mais de format plus petit, l'Artère Pulmonaire se divisera à son tour en de nombreuses artérioles de plus en plus petites, jusqu'à devenir des vaisseaux capillaires également. Ceux-ci tapisseront les *alvéoles* pulmonaires. C'est par le contact étroit entre la paroi capillaire et la membrane alvéolaire très fine que le sang pourra se régénérer. Ensuite, de nouvelles veinules deviendront des veines qui elles, déverseront le sang nouvellement oxygéné dans l'oreillette gauche, pour aboutir finalement dans le ventricule gauche duquel nous sommes partis.

Ce tour du grand 8 était époustouflant et nous voulons bien encore une nouvelle fois faire un nouveau tour.

Allez, départ ! Aorte-artères-artérioles-capillaires-veinules-vaisseaux lymphatiques-veines-Veine Cave-oreillette droite-ventricule droit-Artère Pulmonaire-artères-artérioles-capillaires-veinules-veines-Veines Pulmonaires-oreillette gauche-ventricule gauche.

Et là, profitant de la diastole, nous sortons de notre petit sous-marin, complètement émerveillés par ces deux systèmes qui fonctionnent en boucles de manière complètement synchronisée.

Et dire que le cœur de l'embryon bat déjà alors qu'il n'a que la dimension d'une graine de pavot !!!

LE DEVELOPPEMENT ET CERTAINS FONCTIONNEMENTS DU CERVEAU

Ce texte est un complément au chapitre 3 de la première partie intitulé
L'ORGANOGENESE DU CERVEAU

Pour mieux comprendre

LE DEVELOPPEMENT DU CERVEAU

Durant la *gastrulation**, une partie du feuillet ectodermique se différencie en neuroectoderme qui est à la base du futur cerveau. Le reste de l'ectoderme, sera à l'origine de la peau.

La surface induite en neuro-ectoderme s'appelle la *plaque neurale**. Durant l'étape suivante de la *neurulation** cette plaque va s'enrouler pour se refermer sur le dessus, formant ainsi le *tube neural** et la *crête neurale**. La fermeture s'effectue d'abord au niveau thoracique puis s'étend de part et d'autre. Elle sera complète au 28^{ème} jour. S'ensuit une importante phase de régionalisation, durant laquelle le tissu nerveux se structure pour donner chaque sous-partie du futur système nerveux adulte.

Entre la 10^{ème} et la 20^{ème} semaine de gestation, la *neurogenèse** commencera à partir de cellules souches situées dans le tube neural. Celles-ci se multiplient massivement et rapidement. Elles se différencient pour former la totalité des *cellules gliales** et des *neurones** du *système nerveux central**. La cavité du tube neural, formé durant la neurulation, forme les futurs *ventricules** du cerveau et le *canal rachidien** de la moelle épinière. Au sein de cette cavité circule le *liquide céphalo-rachidien**. Au départ formé d'une seule couche cellulaire, le tissu nerveux va proliférer sur les bords des ventricules et s'étendre vers l'extérieur. Les divisions cellulaires s'effectuent à proximité de la *lumière** du tube neural et les futurs neurones migrent ensuite vers la partie externe du tube.

Arrêtons-nous quelques instants sur le développement des structures embryologiques développés à partir des 5 *vésicules cérébrales**, s'étendant du télencéphale au myélocéphale :

- Autour de la 8^{ème} semaine de gestation, on voit jaillir deux bourgeons de la partie la plus antérieure du futur cerveau, le **télencéphale**, qui prendront rapidement de l'ampleur pour former ensuite les deux *hémisphères cérébraux**.

- Les *neurones** (*matière grise**) de la paroi du télencéphale proliféreront pour former le *néocortex** cérébral, le télencéphale basal et le bulbe olfactif. La *substance blanche** reliant ces structures se développera un peu plus tard, en enveloppant leurs *axones** d'une substance appelée la *myéline**. Elle reliera aussi les deux hémisphères par l'intermédiaire du *corps calleux**.

- Le **diencéphale** se différenciera également en plusieurs territoires distincts : le *thalamus**, l'*hypothalamus** et l'*hypophyse**. Le thalamus est un centre relai situé entre le néocortex et la base du cerveau. Il est formé par les parois du troisième *ventricule**. Quant à l'hypophyse, elle est appendue à l'hypothalamus. De chaque côté du diencéphale se développent aussi deux vésicules secondaires, les vésicules optiques, qui donneront naissance à la *rétine** et au nerf optique. La rétine et le nerf optique ne font donc pas partie du système nerveux périphérique, mais appartiennent bel et bien au cerveau lui-même !

- Le **mésencéphale** se transforme beaucoup moins. C'est avant tout un lieu de passage des **faisceaux** de fibres qui relient dans les deux sens le néocortex et la *moelle épinière**. Ces fibres sont celles qui montent pour apporter au cerveau les informations du système sensoriel et celles qui descendent pour activer les mouvements. Le mésencéphale forme la région supérieure du *tronc cérébral**.

- Le **métencéphale** se différencie en deux structures importantes : le *cervelet** et le *pont**. Le cervelet naît de l'épaississement de ce tissu en deux masses latérales qui, à l'instar des hémisphères cérébraux, vont fusionner dorsalement comme deux demi-pommes. Pendant ce temps, un autre renflement se forme sur la partie ventrale du métencéphale pour former le pont (aussi appelé protubérance). C'est une voie de passage importante de l'information entre cerveau, cervelet et moelle épinière.

- Le **myélocéphale** donnera naissance au bulbe rachidien, qui est la partie inférieure du tronc. Il est constitué de faisceaux allant du cortex à la moelle, responsables de la motricité volontaire. Le bulbe rachidien régule aussi des fonctions vitales comme le rythme cardiaque, la respiration et la pression artérielle.
- Tout le reste du *tube neural**, situé sous le bulbe, se transformera en moelle épinière. Rappelons que c'est là que les corps neuronaux se regroupent en forme de papillon dans la partie centrale, grise, tandis que la zone périphérique blanche est formée de faisceaux d'axones. On observe donc dans la moelle une interversion des substances grise et blanche, par rapport au cerveau où la matière grise entoure la blanche. La moelle épinière permet de collecter les informations sensorielles du corps par ses voies ascendantes et de transmettre les influx nerveux nécessaires aux mouvements des muscles par les voies descendantes.

Pour mieux comprendre

LA NEUROGENESE

La **neurogenèse** désigne l'ensemble du processus de création d'un *neurone** fonctionnel du système nerveux à partir d'une *cellule souche neurale**. Durant l'*embryogenèse**, les cellules souches neurales sont situées dans la zone *ventriculaire** du *tube neural**. Après la naissance, lorsque l'hippocampe aura commencé à se développer à partir de la deuxième année de vie, il allouera une parcelle de son territoire nommée le « gyrus denté » à la création d'un nouveau campus, pour ses nouveaux étudiants que sont les futurs neurones.

Comme toutes les autres cellules souches, les cellules souches neurales vivent dans de petites maisons conçues à leur intention, nommées des *niches**. Il y en aura donc deux de chaque côté du cerveau :

- L'une dans chaque hippocampe
- L'autre dans la paroi du *troisième ventricule** de chaque côté

Les cellules souches neurales sont des cellules capables de s'auto-renouveler. Elles génèrent l'ensemble des types cellulaires nécessaires à la construction du *système nerveux central (SNC)**. Elles ont une morphologie étoilée comme les *astrocytes** et sont pourvues d'un seul prolongement, en contact direct avec le *liquide céphalo-rachidien** ou le sang d'un petit vaisseau. Ce cil unique semble lié à la régulation de la neurogenèse.

On distingue la « neurogenèse primaire », qui se produit chez l'embryon et l'enfant, et la neurogenèse « secondaire » que l'on observe chez l'adulte. Cette « cure de jouvence neurale » de l'adulte semble jouer un rôle fonctionnel important dans sa plasticité cérébrale générale, grâce à la possibilité pour certains de ces nouveaux neurones de migrer à grande distance.

La neurogenèse comprend différentes étapes successives :

- Division asymétrique
- Différenciation d'une cellule souche en cellule-fille

- Migration du corps cellulaire du nouveau neurone vers la zone d'accueil prédéterminée, le *néocortex**, par exemple
- Prolongement de son axone vers sa structure cible située dans une autre partie du cerveau
- Formation de dendrites et de synapses
- Maturation par le phénomène de la *myélinisation**
- Elagage des neurones non utilisés qui sont éliminés par *apoptose**

Le phénomène de la plasticité représente une modification constante des propriétés des neurones au cours de la vie adulte.

La neurogenèse embryonnaire permet de former un stock de 100 milliards de neurones. Ces nouveaux neurones s'assemblent ensuite en six couches superposées, pour constituer le *cortex** cérébral lors de la migration opérée entre la 12^{ème} et la 24^{ème} semaine. De manière contre-intuitive, la majorité des neurones nouvellement formés migre plus loin que ceux déjà en place. Ainsi la couche corticale se forme de l'intérieur vers l'extérieur (exception faite du cervelet qui est *phylogénétiquement** parlant, une structure beaucoup plus ancienne). Les premières cellules formées sont les neurones. Quant aux *cellules gliales**, elles sont formées plus tard par des mécanismes différents. Contrairement au neurone, qui est une cellule *post-mitotique** qui a perdu sa capacité de se diviser, les cellules gliales peuvent continuer à proliférer selon nécessité.

La neurogenèse adulte a longtemps été considérée comme impossible, selon un « dogme de la fixité neuronale » formulé par Santiago Ramon y Cajal qui a reçu le prix Nobel de physiologie en 1906. Après de nombreuses décennies de recherches, nous savons aujourd'hui que la neurogenèse continue dans les cerveaux adultes. Par contre, les nouveaux neurones subissent une intense sélection. Seule une infime partie des neurones produits deviendront matures et fonctionnels. Cela permet notamment de maintenir constant le volume du gyrus denté de l'*hippocampe**.

Le maintien de cette « niche » dans l'hippocampe semble nécessaire aux mécanismes de mémorisation et de repérage spatial chez l'adulte, en y apportant un support cellulaire pour intégrer de nouvelles informations et ainsi participer à la plasticité de cette structure.

La neurogenèse sous-ventriculaire diffère à certains égards de celle de l'hippocampe, notamment par le fait que les nouveaux neurones, les cellules-filles, ne restent pas localisés à l'endroit de leur production. Ils migrent hors de cette zone sous forme de chaînes qui se rejoignent au niveau du toit des ventricules. Ces chaînes se dirigent ensuite vers la partie antérieure du cerveau où elles forment un **flux de migration** qui aboutit dans le bulbe olfactif.

La neurogenèse adulte est donc un système dynamique contrôlé par de multiples facteurs.

Elle est notamment régulée par :

- Divers facteurs de croissance
- Des neurotransmetteurs, par exemple la sérotonine*, la dopamine*, le glutamate*, etc.
- Des hormones dont les œstrogènes, la prolactine, les corticostéroïdes (cortisol*)
- Des médicaments, plus particulièrement les antidépresseurs

De nombreuses conditions de vie influent positivement ou négativement sur la neurogenèse adulte, parmi lesquelles on trouve, entre autres :

- La grossesse
- L'activité physique
- L'apprentissage
- La richesse de l'environnement
- La diète
- Le stress
- Les maladies
- Le vieillissement

On sait également, depuis une quinzaine d'années, qu'un facteur important d'inhibition de cette neurogénèse est le stress*, car il provoque une augmentation importante du cortisol* circulant qui est neurotoxique lorsqu'il est en excès.

Suite à des travaux de recherches publiés par BL Jacobs en 2000, il semblerait que certains antidépresseurs sérotoninergiques augmentent la neurogenèse. Ces médicaments n'ont donc pas seulement une vertu calmante. Ils représentent une véritable thérapie de fond. Ce n'est qu'en 2011 qu'on a pu décrypter l'un de ces mécanismes : il s'agirait d'un processus *épigénétique** de phosphorylation des *récepteurs aux glucocorticoïdes**. Les changements induits par cette phosphorylation entraîneraient des changements au niveau de la *transcription** des *gènes** associés à une nouvelle expression de ces *récepteurs**.

Pour mieux comprendre

LA NEUROPLASTICITE

Ce terme décrit un phénomène de constant remodelage de notre cerveau ainsi que les mécanismes par lesquels il est capable de se modifier lui-même. Il le fait par le biais d'expériences répétées l'amenant à faire de nouveaux apprentissages. La neuroplasticité s'exprime par la capacité du cerveau de créer, défaire ou réorganiser des réseaux fonctionnels de *neurones**, ainsi que les connexions *synaptiques** entre ces neurones. Cette plasticité est présente tout au long de la vie. Elle présente cependant un pic d'efficacité pendant le développement du fœtus, puis un deuxième pendant la période de la petite enfance, propice à tous les nouveaux acquis. Bien que moins intense par la suite, elle est néanmoins toujours active chez l'adulte.

La *neurogenèse** et la plasticité neuronale adulte, font partie des découvertes récentes des neurosciences. Elles démontrent que le cerveau est un système dynamique, en perpétuelle reconfiguration. A elles deux, elles sont la partie visible des modifications continues de l'expression génétique par les processus *épigénétiques**.

La neuroplasticité est opérante par l'expérience répétée, en créant, renforçant ou supprimant des réseaux de connexions neuronales, mais aussi par des tentatives de réparation lors de lésions dans le cerveau lui-même.

Cette plasticité est observable à tous les niveaux d'organisation du cerveau, en passant de la structure la plus microscopique (la molécule) à la plus macroscopique (le cerveau anatomique), remodelant ainsi

- Les *récepteurs** membranaires, molécules qui possèdent plusieurs "états" et interviennent dans la transmission de l'influx nerveux
- Les *synapses**, lieux d'échanges interneuronaux dont l'ensemble des molécules est régi par une intense activité membranaire que l'on décrit sous les termes d'*endocytose** et d'*exocytose**
- Les **corps cellulaires**, plus particulièrement dans leur *noyau**, par l'expression génétique (*ADN**) qui sera

modulée via la création ou la suppression de synapses
(épigénétique*)

- Les *axones** et les *dendrites**, dont les prolongements se réorganisent en fonction de l'activité des *neurones** voisins et de la *glie** environnante
- Les *neurones*, qui sont susceptibles de se développer ou de régresser en fonction de leur implication dans un réseau
- Les **réseaux** neuronaux, qui modifient constamment leurs connexions internes et externes au cours du temps
- Le **cerveau** lui-même, capable de produire de nouveaux neurones (*neurogenèse**) ou d'en détruire d'inutiles (voir *apoptose**)
- Les **comportements** des individus qui ne cessent de s'adapter en fonction des situations rencontrées

Toutes ces échelles interagissent entre elles. Elles doivent être étudiées à la fois séparément et dans leur ensemble pour comprendre la subtilité de cette plasticité.

Un des principes fondamentaux dans le fonctionnement de la neuroplasticité est le concept d'*élagage** synaptique. Il s'agit de l'élimination constante de toutes les connexions entre les neurones dès qu'elles ne sont plus utilisées. À l'inverse, ce même mécanisme renforce les connexions très utilisées en créant de nouvelles synapses. D'un point de vue morphologique, il s'agit de l'apparition, de la disparition ou de la réorientation de structures comme celles des synapses, des épines dendritiques, des axones. L'élagage ne concerne pas que certaines structures cellulaires, mais également l'éviction « in toto » de bon nombre de cellules elles-mêmes. Connue également sous le terme d'*apoptose**, la mort neuronale résulte d'une **compétition** entre les neurones, avec pour enjeu une quantité insuffisante pour tous, d'ingrédients biochimiques indispensables à la croissance des axones.

Une autre raison fondamentale à l'élagage est la conservation d'un espace suffisant pour chaque neurone, afin qu'il puisse rester fonctionnel. En effet, comme les expériences sont à l'origine de la création de nouveaux neurones (*neurogenèse**) et de nouvelles synapses (*synaptogenèse**), sans élagage, le cerveau deviendrait dur

comme du mortier. La compétition neuronale pour la survie est renforcée par l'influence de l'environnement.

Les changements dans le cerveau semblent se produire en fonction de l'expérience. Par exemple, le stress réduit la création de neurones dans l'*hippocampe**. A l'inverse, les exercices de mémorisation augmentent leur nombre par le phénomène de la neurogenèse. Dans une étude menée par des chercheurs à Londres, on a découvert que les chauffeurs de taxi (qui doivent réussir un test rigoureux pour montrer leurs connaissances des innombrables rues de Londres) ont un hippocampe postérieur plus grand que d'autres hommes du même âge. De plus, la taille de l'hippocampe postérieur correspond étroitement au nombre d'années d'expérience en tant que chauffeur de taxi.

Une autre étude prouve la même hypothèse : en Allemagne, des chercheurs ont examiné le *cortex sensorimoteur** des joueurs de violon, surtout la partie associée aux mouvements complexes des doigts pour jouer de cet instrument. Les résultats ont montré que cette partie du cerveau est plus développée chez les joueurs de violon que chez les personnes qui ne jouent d'aucun instrument.

L'expérience façonne donc le cerveau. Cela peut, bien évidemment, se produire dans le bon ou le mauvais sens.

En voici un triste exemple :

En 2013, un groupe de scientifiques dirigé par la Pr Christine Heim, de Berlin, et le Pr Jens Pruessnes, de Montréal, a découvert que « Certains traumatismes subis durant la petite enfance peuvent accroître le risque de maladie mentale à l'âge adulte. Des chercheurs révèlent qu'il se produit dans l'architecture du cerveau, chez les enfants victimes de sévices sexuels ou émotionnels, des changements qui reflètent la nature de la maltraitance ».

Les jeunes victimes de mauvais traitements ou de sévices sexuels souffrent souvent plus tard de troubles psychiatriques graves et de dysfonction sexuelle. Une étude réalisée par *IRM** a examiné 51 femmes adultes victimes de diverses formes de mauvais traitements pendant leur enfance. On a mesuré l'épaisseur de leur *cortex** cérébral.

Les résultats ont montré qu'il existe une corrélation entre la forme des sévices et l'amincissement du cortex correspondant à la zone du corps maltraitée.

Ainsi, la zone du cerveau correspondant aux organes génitaux le *cortex somatosensoriel** était considérablement amincie chez les femmes victimes de sévices sexuels pendant l'enfance.

En revanche, le cortex cérébral des femmes victimes d'abus émotionnels était plus mince dans les régions associées à la conscience de soi et à la régulation émotionnelle (*cortex préfrontal**). « Nos données semblent révéler l'existence d'un lien précis entre la neuroplasticité*, dépendante de l'expérience, et certains problèmes de santé survenant plus tard dans la vie », affirme la Pr Heim. Les scientifiques ont émis l'hypothèse selon laquelle l'amincissement de ces régions du cortex cérébral pourrait résulter de l'activité de circuits **inhibiteurs**. Ces mécanismes de protection permettant à l'enfant d'occulter l'expérience initiale, mais peuvent entraîner plus tard des problèmes de santé. Ces résultats concordent avec les données de la littérature générale sur la plasticité neuronale et montrent que les champs de la représentation corticale (*homonculus**) se rétrécissent à la suite de certaines expériences sensorielles éprouvantes.

Et en voici un exemple encourageant :

Une enquête faite en France en 1999 par la SOFRES, montrait que seulement 16 % des personnes interrogées ne donnaient jamais de coups à leurs enfants dans le but de les éduquer, alors que 33 % en donnaient rarement et que 51 % en donnaient souvent.

Les plus âgés et les moins diplômés des enquêtés ont été eux-mêmes les plus battus dans leur enfance. Ils utilisent à leur tour plus fréquemment les châtiments physiques que les autres parents. Une enquête faite 10 ans plus tard, en 2009, par le même institut SOFRES montre une nette évolution des mentalités. Ce processus témoigne de la neuroplasticité simultanée de tous les cerveaux : d'une part grâce aux effets bénéfiques des informations véhiculées par chaque convaincu parmi nous, d'autre part, par le soutien amplificateur des médias. Il n'y a plus que 67% des parents qui disent donner ou avoir déjà donné la fessée à leurs enfants : 2% souvent, 19% de temps en temps et 46% exceptionnellement. Un tiers (33%) n'en a jamais donné. L'espoir n'est donc pas perdu !

Sur le plan personnel, nous pouvons influencer notre propre neuroplasticité, en enregistrant de nouvelles connaissances ou en décidant de changer nos habitudes.

L'être humain est un être d'habitudes et reproduit des schémas. Cependant, par sa capacité de neuroplasticité, notre cerveau est construit pour le changement. Grâce à cette faculté continue et active depuis la nuit des temps, le cerveau de l'être humain d'aujourd'hui est très différent de celui des hommes des cavernes.

C'est aussi grâce à son immense capacité d'adaptation que nous sommes si différents les uns des autres.

Alors qu'à notre naissance nous n'avons encore que très peu d'aptitudes à tous niveaux, notre cerveau se façonne très rapidement sous l'influence de son environnement. Nous devenons rapidement capables de repérer des relations entre les milliers d'objets qui composent notre environnement et autant de liens de cause à effet que nous tirons de nos expériences personnelles.

Ainsi, très tôt, nous développons des habitudes. Ce sont autant de raccourcis mentaux qui conditionnent nos interactions avec le monde extérieur. En devenant adultes, nous construisons dans notre cerveau un vaste répertoire de talents, de capacités et d'habitudes dont une majorité, à force de répétitions, deviendront des automatismes.

De façon métaphorique, selon une image empruntée à Marc Vachon², nous pourrions dire « une habitude, c'est comme un sentier dans la forêt, que nous avons emprunté des milliers de fois. Il s'est creusé, s'est dégagé au point de pratiquement devenir une route qu'on emprunte automatiquement, sans même y penser ». Ainsi, nous finissons par croire que l'habitude fait partie de notre nature.

Les façons d'apprendre et de modeler son cerveau sont en partie différentes chez le petit enfant et chez l'adulte. Elles se font de manière automatique et inconsciente chez l'enfant alors que chez l'adulte, cela nécessite souvent une action volontaire. L'exemple de l'apprentissage d'une langue illustre bien cette différence. Malgré que la deuxième forme d'apprentissage soit plus coûteuse et moins efficace, les deux manières influent sur la neuroplasticité.

Cette malléabilité du cerveau implique néanmoins de nombreuses **répétitions**. Chacune nécessite d'appuyer ou de taper d'autant plus fort sur le clou de la nouvelle acquisition, d'autant plus fort que notre âge avance. Plus la personne vieillit, plus cette métamorphose nécessite d'efforts.

*« Rien n'est permanent,
sauf le changement. »*

Héraclite d'Ephèse

²Voyage au bout de l'humanitaire, Marc Vachon

Pour mieux comprendre

UNE HISTOIRE DE FREQUENCES

L'évolution de nos cerveaux réside dans la capacité à rapidement télécharger en mémoire des quantités astronomiques d'informations dans nos *neurones**. Selon les chercheurs, la clé résiderait dans les fluctuations électriques du cerveau objectivées par les tracés *EEG**, qui représentent des sortes d'images électriques de la tête. Elles varient des ondes delta de basses fréquences aux béta de très hautes fréquences. Les fréquences se mesurent en *hertz** (Hz). Cependant chez l'enfant, on en observe certaines qui sont spécifiques aux stades de son développement.

Les ondes **delta** de 0,5-4 Hz sont les plus basses et les plus fréquentes entre le moment de la naissance et 2 ans. Puis, 2 et 6 ans, l'enfant passera progressivement à la fréquence **théta** qui va de 4-8 Hz. Ces ondes permettent d'engranger de très grandes quantités d'informations. A part le côté d'apprentissage de la survie dans tous les sens du terme, l'enfant a également besoin de s'imprégner de toutes les données culturelles dans lesquelles il grandit. Pendant cette période, il apprend avant tout en observant les autres faire. Ainsi, les enfants de cet âge adoptent les croyances et les comportements bons ou mauvais des grands, de leurs parents en particulier.

En vieillissant, nous devenons **moins sensibles** à la programmation exercée sur nous par notre environnement car nos fréquences augmentent encore. Ce sont les fameuses ondes **alpha** qui évoluent entre 8-12 Hz et qui sont représentantes d'un état de calme mental. Mais déjà autour de 12 ans, le nouvel adolescent commence à bénéficier des ondes **bétha** que l'on retrouve entre 12-35 Hz et qui permettent d'obtenir une bonne concentration décrite comme « conscience active et focalisée ». Finalement, il y a les ondes **gamma**, supérieures à 35 Hz, indispensables pour des très hautes performances comme celles nécessaires à un joueur de tennis de haut niveau ou à un chirurgien qui pratique de la microchirurgie. Somme toute, il s'agit de l'addition entre l'apprentissage, de la maturation neuronale et du temps nécessaire aux deux. Mais avant tout, c'est l'illustration de l'ingéniosité de la Nature qui permet tout cela. Waouh !