

# L'enfant entre 2-7 ans : MIO - Modèles Internes Opérants



**Cherine Fahim**

Docteure en sciences neurologiques Université de Montréal

Post-doctorante Université de McGill, Canada

Fondatrice Endoxa Neuroscience [www.endoxaneuro.com](http://www.endoxaneuro.com)





## Comprendre le Fonctionnement des Neurones

Le Programme MIO vise à aider les enfants à mieux comprendre le fonctionnement de leur cerveau.

## Apprendre à Gérer les Émotions

Le programme aide les enfants à apprendre à gérer efficacement leurs émotions pour un bien-être émotionnel optimal.

1

2

3

## Développer les Compétences Sociales

Cette approche innovante se concentre sur le développement des compétences sociales essentielles.



# Origine et Fondements du Programme MIO

## 1 Découverte de John Bowlby

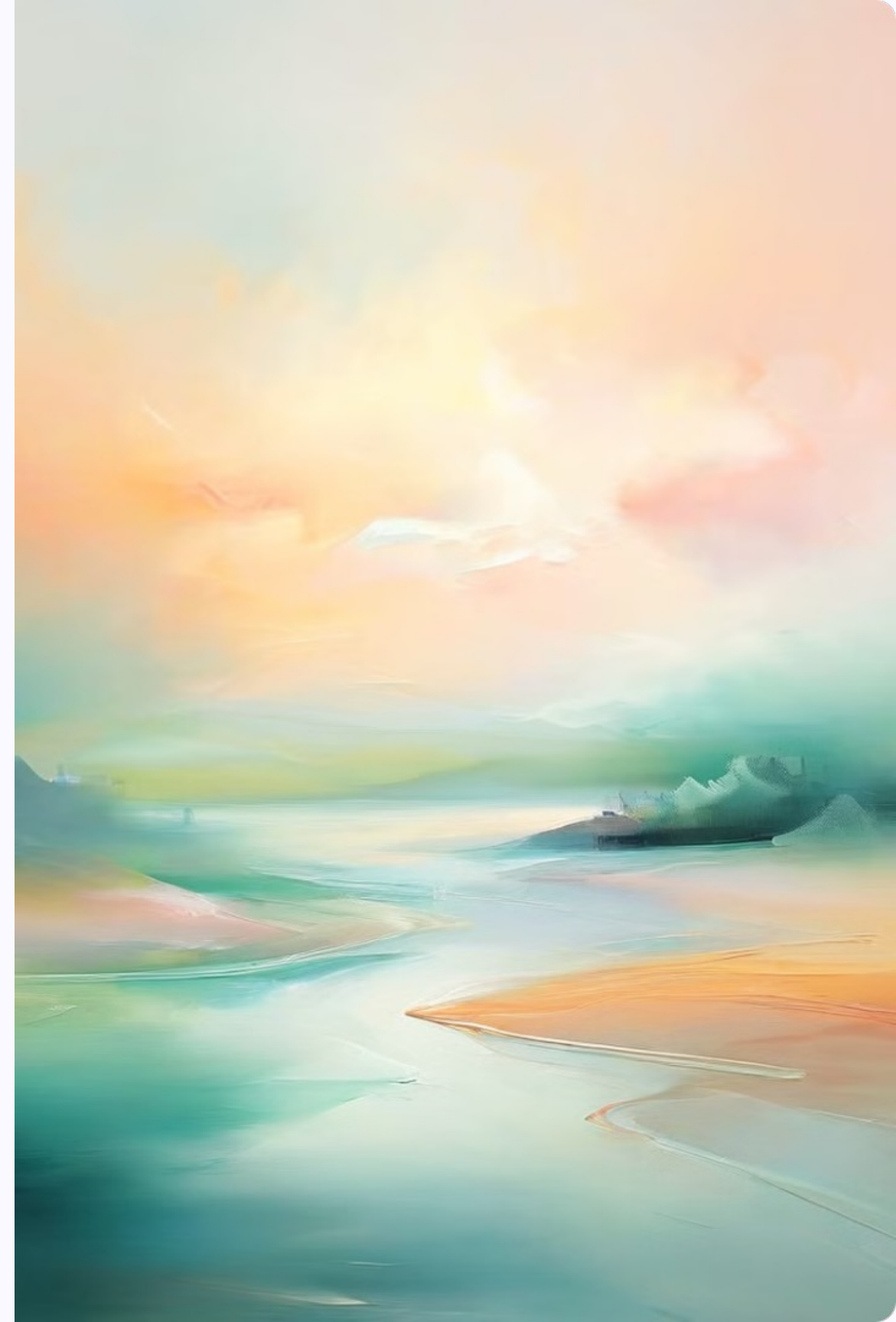
John Bowlby a découvert que les relations entre les enfants et leurs figures d'attachement créent des modèles internes qui aident à comprendre le monde.

## 2 Régulation des Émotions

Ces modèles internes opérants (MIO) jouent un rôle crucial dans la régulation des émotions et la pensée claire.

## 3 Interactions Sociales

Les MIO influencent également la façon dont les enfants interagissent socialement avec les autres.



# Comprendre le Fonctionnement des Neurones

1

## Neurones et Connexions

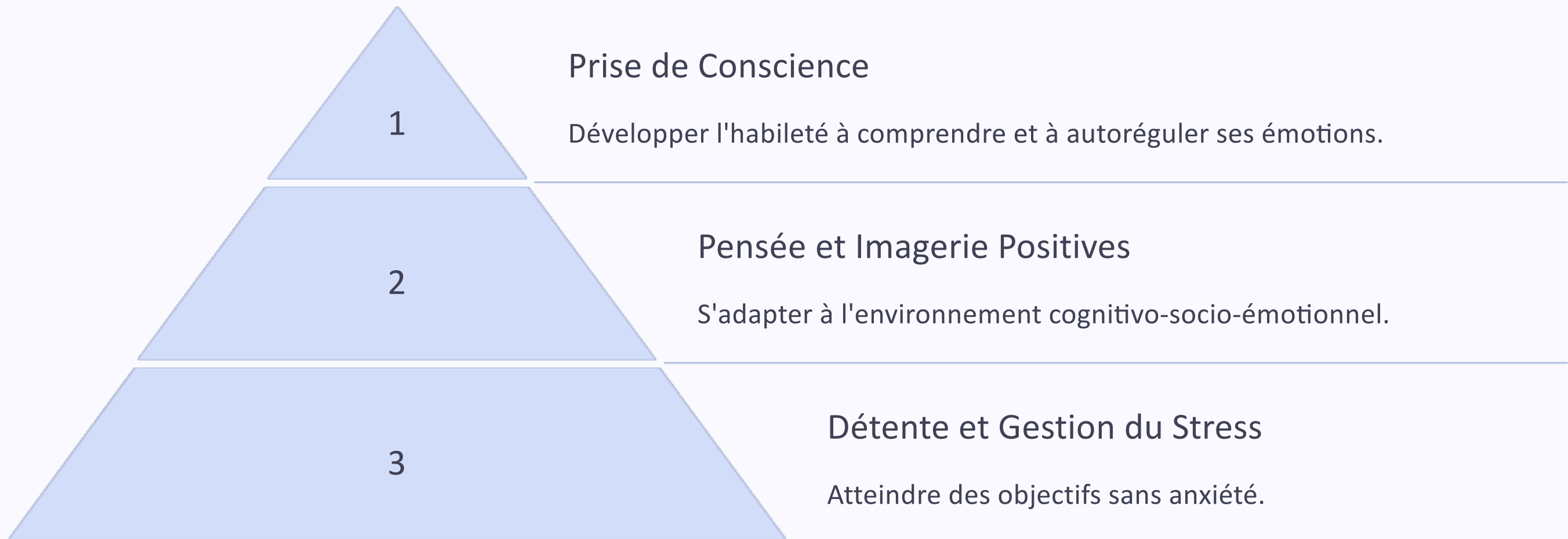
Les expériences, surtout celles vécues avec les parents, renforcent les connexions neuronales, aidant à construire un cerveau sain et fort.

---

2

## Gestion des Émotions

Les relations sécurisantes permettent à Amigo l'amygdale de rester calme et à Fronto le cortex préfrontal de penser clairement.





# Techniques et Outils du Programme MIO

## Histoires du Cerveau

Personnifier les parties du cerveau pour expliquer leurs rôles de manière adaptée aux enfants.

## Ateliers Pratiques

11 ateliers pour promouvoir la santé mentale et les compétences cognitives.



1. Aider les enfants à  
mieux comprendre  
leur fonctionnement  
cérébral

2. Acquérir des  
compétences  
sociale.

3. Pour mieux  
gérer leurs  
émotions, et  
cognitions





# L'Origine de MIO et les Modèles Internes Opérants

Il y a longtemps, un grand chercheur nommé John Bowlby découvrit que les relations entre les enfants et leurs parents ainsi que les adultes créaient des modèles internes dans le cerveau, appelés Modèles Internes Opérants.

Ces modèles sont comme des plans et des cartes qui aident les enfants.

- Les MIO aident les enfants à :
  - Comprendre le monde
  - Réguler leurs émotions
  - Penser clairement
  - Interagir avec les autres





# L'Importance des Modèles Internes Opérants

**"Ces modèles sont très importants pour plusieurs raisons",**

**"Laissez-moi vous montrer comment ils fonctionnent et pourquoi ils sont essentiels pour le développement des enfants."**



# Les Neurones et le Cerveau



## Neurones et Connexions

Nos neurones sont comme des petites étoiles brillantes qui **envoient des messages** dans tout le cerveau.

Grâce aux Modèles Internes Opérants, ces neurones **créent des cartes, plans, chemins et des connexions** qui nous aident à **apprendre** et à nous **rappeler** des choses importantes.



## Expériences et Développement Cérébral

Ces chemins sont **renforcés par nos expériences**, surtout celles que nous vivons avec nos parents et nos proches.

Chaque sourire, câlin, et parole gentille aide à construire un cerveau sain et fort.





# Les Émotions



## Compréhension et Gestion des Émotions

Les Modèles Internes Opérants nous aident à **comprendre** et à **gérer** nos émotions.

Quand nous avons une relation sécurisante avec nos parents, nous apprenons à nous sentir en sécurité et aimés.



## L'Amygdale et la Régulation Émotionnelle

Cela aide Amigo, l'amygdale, à rester calme et à ne pas réagir trop fortement à la peur ou à la colère.





# La Cognition

## Le rôle du cortex préfrontal

Fronto, le cortex préfrontal, **utilise ces modèles pour penser clairement et résoudre des problèmes.**

Cette partie du cerveau est essentielle pour notre capacité à **traiter, exécuter** l'information et à **naviguer** dans des situations complexes.

## L'impact des bonnes relations

Les bonnes relations nous aident à **développer** notre capacité de concentration, à prendre des décisions, et à rester organisés.

Ces compétences cognitives sont cruciales pour notre **fonctionnement quotidien** et notre **réussite** à long terme.



# Les Compétences Sociales



## Modèles Internes

Les modèles internes nous montrent **comment interagir** avec les autres. Ils forment la base de nos compétences sociales et **guident nos interactions quotidiennes**.



## Hippo, l'Hippocampe

Hippo, l'hippocampe, se souvient de nos expériences sociales et nous apprend à être empathiques et à nouer des amitiés.



## Apprentissage Social

Nous apprenons à écouter, à partager, et à résoudre les conflits. Ces compétences sont essentielles pour développer des relations saines et durables.



# Buts de l'outil MIO

## **Prise de conscience**

Aider l'enfant à développer l'habileté de comprendre afin d'autoréguler ses émotions.

## **Pensée et imagerie positives**

Aider l'enfant à s'adapter à l'environnement cognitivo-socio-émotionnel.

## **Détente et gestion du stress**

Aider l'enfant à atteindre des objectifs actuels ou futurs sans anxiété.



# **Le Programme MIO: Des outils pour la santé mentale Promotion de la santé mentale : Aider les enfants à mieux comprendre leur fonctionnement cérébral et à mieux gérer leurs émotions.**



## **Concepts clés du cerveau**

S'appuyer sur des notions comme les neurones miroirs, les neurones amis et la motivation neuronale.



## **Promotion de la santé mentale**

Aider les enfants à mieux comprendre leur fonctionnement cérébral et à mieux gérer leurs émotions.



## **Techniques durables**

Des compétences qui aident les enfants de 2 à 7 ans et qui restent utiles tout au long de leur vie.

# COMMENT ? À travers des Histoires du Cerveau accompagnées de 11 ateliers pour Enfants

Des histoires qui introduisent chaque atelier de manière engageante, en personnifiant les parties du cerveau et en expliquant leurs rôles et bienfaits de manière adaptée aux enfants.

Des histoires introduisent chaque atelier de manière engageante et éducative, en expliquant les rôles des différentes parties du cerveau et leurs interactions de manière adaptée aux enfants.

Des morales, données par Insula, la fée de la forêt, expliquent l'impact de chaque atelier sur les différentes parties du cerveau, de manière simple et adaptée aux enfants.





# À retenir !

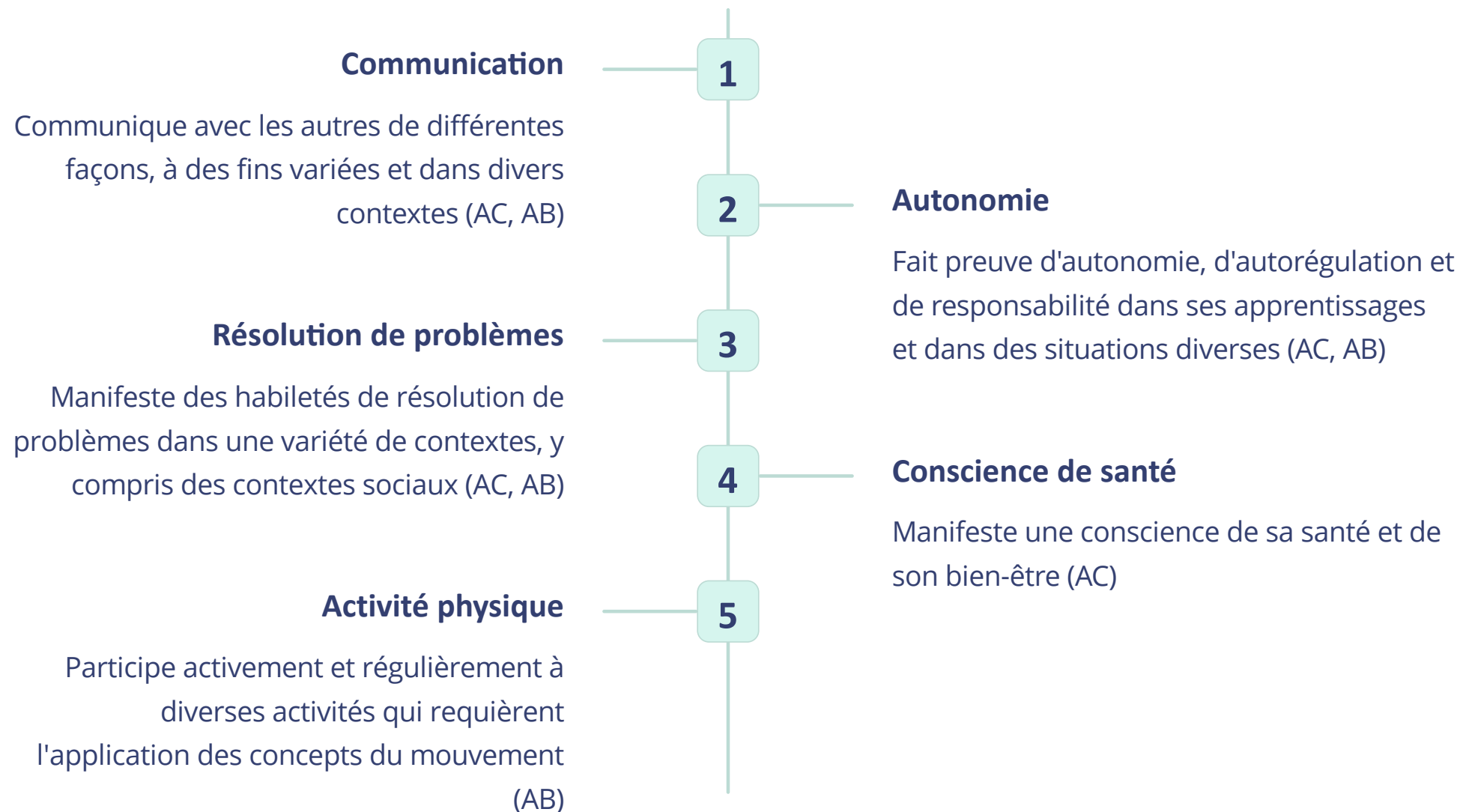
MIO conclut avec enthousiasme :

"Grâce à l'outil MIO, nous pouvons tous devenir plus forts, plus heureux, et plus intelligents. Ensemble, nous allons explorer les mystères du cerveau et apprendre à devenir les meilleurs que nous pouvons être. Rejoignez-moi dans cette aventure magique à travers les ateliers et découvrez comment vos neurones peuvent briller encore plus fort !"





# Attentes générales : Appartenance et contribution (AC) Autorégulation et bien-être (AB)



# Attentes générales : Appartenance et contribution (AC) Autorégulation et bien-être (AB)

6

## Développement moteur et artistique

**Développe ses habiletés motrices** et applique les concepts du mouvement de différentes façons et dans divers contextes (AB). **Communique sa pensée, ses sentiments, ses théories et ses idées** au moyen de diverses formes artistiques (AB). **Manifeste une conscience de ses capacités artistiques** en participant à l'art dramatique, à la danse, à la musique et aux arts visuels (AC).

7

## Identité et confiance en soi

**Manifeste une conscience de son identité personnelle** et une image de soi positive (AC, AB). **Manifeste la confiance en soi nécessaire pour faire face aux préjugés** et à la discrimination envers soi et envers les autres (AC).

# Implications pour les parents, les services et les politiques



## **MES NEURONES SONT MIROIRS**

La compréhension des états mentaux d'autrui est critique pour la communication quotidienne et la coordination des interactions sociales. La meilleure façon de favoriser son développement chez les enfants qui semblent avoir de la difficulté à comprendre l'état d'esprit des autres constitue donc une question importante.



## **MES NEURONES SONT MES AMIS JE PEUX LEUR PARLER**

Supporter le développement du fonctionnement mental en situation de conflit chez les enfants d'âge préscolaire pourrait permettre l'établissement d'une fondation importante pour le contrôle des états mentaux de soi.



## **MES NEURONES FONT LE PLEIN D'ÉMOTIONS POUR LE MEILLEUR ET POUR LE PIRE**

Acquérir la capacité de ressentir, de comprendre et de distinguer des émotions de plus en plus complexes.



# Comment les services éducatifs agissent sur le développement des tout-petits

## Développement physique et moteur

- Lorsque l'enfant bouge dans les jeux proposés, il développe ses habiletés motrices comme l'agilité, l'endurance et l'équilibre. Il apprend ainsi à s'asseoir, à ramper, à marcher et à courir.
- En bricolant et en dessinant, il développe sa motricité fine.

## Développement langagier

- La vie en groupe apprend à l'enfant à communiquer ses besoins et à poser des questions.
- En échangeant avec l'éducatrice ou l'enseignante, il améliore sa prononciation et son vocabulaire.

## Développement social et moral

- Le contact fréquent avec les autres enfants, sous la supervision de l'éducatrice ou de l'enseignante, apprend à l'enfant à entrer en relation, à se mettre à la place de l'autre et à résoudre des conflits.
- La vie en groupe l'aide à distinguer ce qui est permis de ce qui ne l'est pas.

## Développement cognitif

- Le matériel et les activités offertes favorisent l'acquisition de connaissances et aident l'enfant à comprendre le monde qui l'entoure.
- L'éducatrice ou l'enseignante encourage l'enfant à réfléchir et à développer sa créativité.

## Développement affectif

- Grâce à une éducatrice ou à une enseignante qui répond rapidement à ses besoins, l'enfant développe un sentiment de sécurité.
- Quand l'éducatrice ou l'enseignante met des mots sur ses émotions, il apprend à les exprimer. Il développe aussi sa confiance en soi.

**Pour voir des effets positifs sur le développement des enfants, les services éducatifs offerts aux tout-petits doivent toutefois être de qualité.**

# Avantages du programme MIO

**1**

## Amélioration des fonctions mentales

Le programme MIO aide les enfants d'âge préscolaire à améliorer leurs fonctions mentales, ce qui entraîne de nombreux avantages :

- Développer une meilleure image d'eux-mêmes
- Facilement trouver les moments positifs de leur journée
- Se détendre plus facilement
- Mieux gérer leur stress au quotidien

**2**

## Réduction des troubles

Le programme MIO peut réduire le taux d'enfants aux prises avec des troubles comme :

- Le TDAH
- Les problèmes comportementaux
- Les difficultés qui y sont liées (anxiété de séparation, trouble oppositionnel, TDAH, troubles de la dysrégulation émotionnelle et le dysfonctionnement de l'intégration sensorielle)

**3**

## Intégration et efficacité

La formation axée MIO est peu coûteuse et peut être intégrée au programme d'enseignement régulier à l'intention des jeunes enfants.

**4**

## Environnement positif

Les enfants dont les concepts MIO sont optimaux interagissent moins négativement entre eux et avec les adultes, ce qui crée un environnement sans stress qui facilite le développement cérébral.



Certains effets bénéfiques associés à la fréquentation d'un service éducatif de qualité peuvent également persister dans le temps.



Stimulation du langage, des habiletés cognitives et des compétences sociales et émotionnelles

Diminution chez les tout-petits de problèmes comme l'anxiété, la dépression, le non-respect des règles ou les comportements agressifs



Meilleurs taux de diplomation

Diminution de la proportion d'enfants ayant besoin de services spécialisés

Meilleurs résultats en lecture, en écriture et en mathématiques à l'âge de 12 ans chez les enfants de milieux défavorisés



Diminution de la consommation de médicaments ou de drogues

Revenu plus élevé

Taux de chômage plus bas

Diminution du risque de maladies cardiovasculaires, d'hypertension, d'obésité ou de diabète

Meilleures relations familiales

Diminution de la criminalité

# Outils MIO



# MIO : un ensemble d'outils indispensables

Une boîte à outils personnelle  
remplie d'outils essentiels pour  
naviguer les hauts et les bas de la  
vie.



## Pour naviguer les hauts et les bas de la vie

Des outils pour vous aider à surmonter les défis et à vous épanouir, quelles que soient les circonstances.



## Développer ses compétences

Apprendre à mieux comprendre  
et gérer ses émotions, sa  
créativité et ses fonctions  
cognitives.



# Compétences pour les enfants

## Comprendre les sentiments

Les enfants apprendront qu'une meilleure compréhension et reconnaissance de leurs émotions peut être une première étape importante vers une adaptation saine et des relations plus profondes.

## Comprendre les pensées

Les enfants apprendront les liens entre leurs pensées, leurs sentiments et leurs comportements et comment ils peuvent changer leurs schémas de pensée pour les rendre plus utiles.

## Pleine conscience et relaxation

Les enfants apprendront comment prêter attention au moment présent peut augmenter la conscience de soi, améliorer la prise de décision et faciliter la gestion des émotions inconfortables.

## Compétences de relaxation

Les enfants apprendront des techniques de relaxation spécifiques, telles que la respiration rythmée, qu'ils pourront utiliser lorsqu'ils ressentent des émotions intenses ou inconfortables.

## Gestion des émotions intenses

**Gérer les émotions intenses :** Les enfants apprendront à reconnaître et à gérer des émotions intenses sans céder à l'envie d'agir de manière impulsive qui peut aggraver les problèmes.

# Séquences interactives

L'enfant intègre des  
séquences  
interactives avec ses  
figures d'attachement  
dans sa mémoire

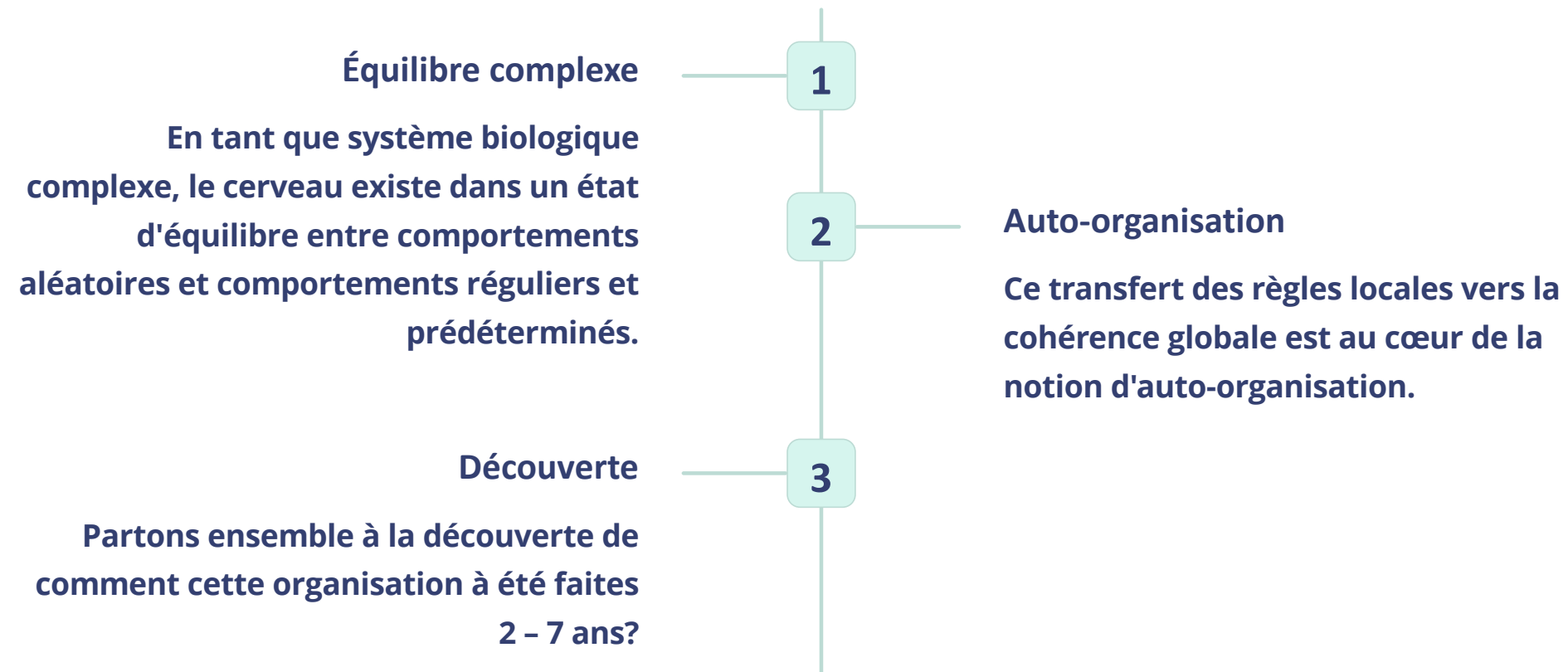
Ces séquences sont  
ensuite utilisées par  
l'enfant dans son  
comportement







# Organisation du cerveau



# Mes Neurones sont mes amis pour le Meilleur et pour le pire !



## Neurones miroirs et empathie

Mes neurones miroirs favorisent l'empathie envers moi-même et les autres.

Ils permettent une pensée critique et créative, essentielles pour mon développement personnel.



## Amis et soutiens

Mes neurones sont mes amis, encourageant un sentiment d'appartenance et de contribution. Ils renforcent ma résilience, mon estime de soi et ma capacité d'adaptation pour résoudre les problèmes.

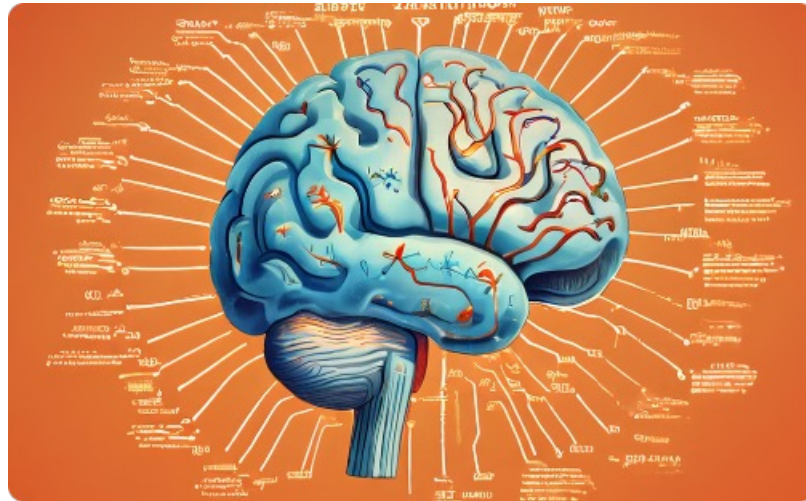


## Gestion des émotions

Mes neurones font le plein d'émotions pour le meilleur et pour le pire. Ils jouent un rôle crucial dans la régulation de mes émotions, m'aidant à communiquer efficacement et à établir des relations saines.



# Formation de la mémoire à long terme



## Encodage et consolidation

Les informations sont d'abord encodées dans la mémoire à court terme avant d'être consolidées et transférées vers la mémoire à long terme.



## Facteurs influençant la mémoire

Des facteurs comme le stress, la fatigue ou les distractions peuvent affecter la qualité et la durabilité des souvenirs.



## Rappel des souvenirs

La mémoire à long terme nous permet de nous rappeler les événements passés, d'acquérir de nouvelles connaissances et de développer des compétences.

# Bases neurales de la mémoire



## Activation neuronale

Le rappel et la reconnaissance d'entités et d'événements dépendent de l'activation de nombreux ensembles de neurones.



## Régions corticales

Ces neurones sont situés dans de multiples régions des cortex sensoriels et moteurs.



## Configurations d'activité

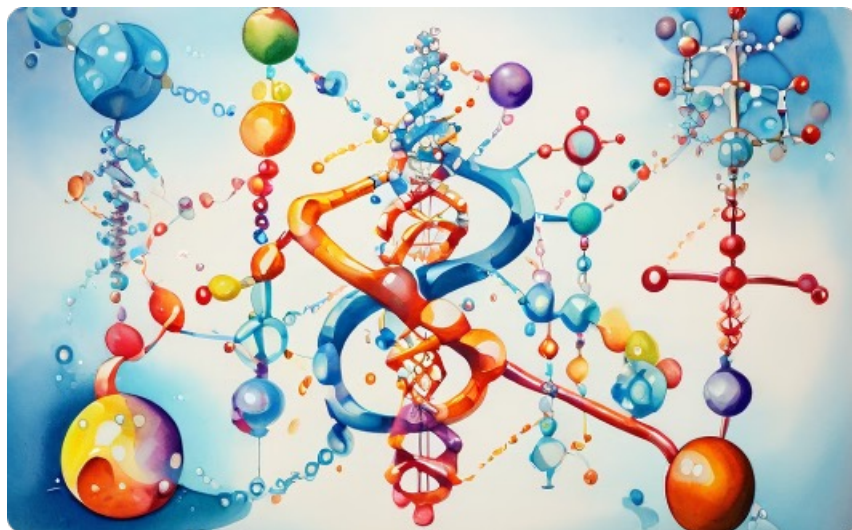
Les représentations des fragments de formes sont représentées par des configurations d'activité.



## Interactions perceptuo-motrices

Ces configurations sont impliquées à l'origine par les interactions perceptuo-motrices.





## Changements moléculaires

La formation de la mémoire à long terme implique des modifications au niveau cellulaire et moléculaire, comme la transcription des gènes et la plasticité synaptique.



## Régulation épigénétique

La méthylation de l'ADN et les modifications des histones jouent un rôle essentiel dans le maintien à long terme des changements liés à la mémoire.



## Voies de signalisation

L'épigénétique peut déclencher l'expression des gènes en réponse à l'activité cérébrale, stabilisant ainsi les changements moléculaires liés à la mémoire à long terme.



# Construction des MIO

Les **MIO résultent ainsi des schémas cognitifs construits à partir de l'intériorisation** de ces séquences interactives et en particulier des **réponses les plus saillantes et les plus fréquentes** des figures d'attachements. Les modalités de caregiving ont donc une place fondamentale dans la construction des MIO.

Bernier, A., et al. (2010). From External Regulation to Self-Regulation: Early Parenting Precursors of Young Children's Executive Functioning. *Child Development*, 81(1), 326-339.







## Construction des MIO

### Qualité des interactions parent-enfant

La qualité des interactions parent-enfant pendant la petite enfance semble favoriser le développement ultérieur des fonctions mentales.

### Attitudes parentales

Les attitudes parentales comme la chaleur, la sensibilité et une discipline douce, liées à un attachement parent-enfant sécurisé et réciproque, sont associées à de meilleures fonctions exécutives chez l'enfant.



## Fonction dynamique des MIO



### Filtre stable

Ces MIO ont une fonction dynamique car ils opèrent dans la vie de l'enfant comme **un filtre stable en colorant sa réalité d'une certaine manière.**



### Guide comportemental

Ils **guident l'enfant** dans sa manière de se **comporter** et de **comprendre** le comportement d'autrui.



### Influence à long terme

Ces représentations de soi et des autres, construites à partir de la relation entre l'enfant et ses figures d'attachement, accompagneront plus tard l'individu et **influenceront ses pensées, ses sentiments** et ses comportements dans ses relations à l'adolescence et à l'âge adulte.

Bowlby (1978) précise à ce sujet que « pour la plupart des individus, le lien avec les figures d'attachements persiste dans la vie d'adulte et affecte le comportement d'innombrables manières. »





# Modèles de soi et d'autrui

## Modèle de soi

Un modèle de soi est une représentation de soi-même qui reflète à quel point on se considère digne d'être aimé. Ce modèle influence notre estime de soi et nos interactions avec les autres.

## Modèle d'autrui

Un modèle d'autrui représente la confiance que l'on accorde aux autres, particulièrement dans des situations d'alarme et de détresse. Ce modèle affecte nos relations et notre capacité à chercher du soutien.

Les MIO donnent ensuite lieu à ces deux modèles, formant la base de notre compréhension de nous-mêmes et des autres.

# Développement des MIO



Dès la fin de la première année, avec le développement du langage et la permanence de l'objet, les enfants construisent des modèles cognitifs de leurs premières relations – des MIO –



Ces MIO correspondent à des schémas relationnels constitués d'un ensemble de scripts interpersonnels et sont supposés influencer le comportement de l'enfant tout en le guidant dans ses relations avec le monde qui



Les MIO se consolident progressivement au cours du développement et sont peu à peu intégrés à la personnalité.



MOI = la qualité de l'attachement + de l'influence des premières relations dans le développement de l'enfant.





# Représentations cartographiées

Une activité remarquable du cerveau humain consiste à **créer** des représentations cartographiées de la réalité dans ses cortex sensoriels, tels que visuels, auditifs ou somatosensoriels, et à **permettre** l'expérience de ces cartes sous forme d'images mentales.

Une activité non moins remarquable consiste à **créer des enregistrements de mémoire des cartes sensorielles** et à **restituer une approximation de leur contenu original lors du rappel**.

Comment le cerveau établit-il l'enregistrement d'une carte et où se trouve cet enregistrement? Tout aussi important, où l'enregistrement est-il lu pendant le rappel, de sorte que les propriétés essentielles de l'image originale puissent être revisitées?

Meyer K, Damasio A. Convergence and divergence in a neural architecture for recognition and memory. Trends Neurosci. 2009 Jul;32(7):376-82.

# Les 4 lobes du cerveau



## **Temporal**

Le Boss des Émotions, Apprentissage & Mémoire. Aussi l'auditif, des sons de l'environnement. Et en plus, la forme d'objets ou de visages, des chiffres et des lettres.



## **Occipital**

Le Visuel qui perçoit : les caractéristiques physiques du stimulus, à savoir sa forme, sa couleur et le mouvement de celui-ci.



## **Pariétal**

Le Sensoriel attentionnel: Lobe de la perception, le lobe pariétal contient dans sa partie antérieure les aires sensibles primaires et dans sa partie inféro-postérieure, les zones d'intégration multimodale, reliant les informations issues des domaines visuel, auditif, tactile et olfactif. La partie supérieure du lobe pariétal est quant à elle dédiée au traitement de l'espace.



## **Frontal**

Le Big-Boss, Chef d'orchestre, mature entre 21 et 25 ans, lobe de l'action, de l'organisation du mouvement jusqu'aux fonctions de planification et de prise de décision (i.e. les fonctions exécutives) : mémoire de travail, production du langage, mentalisation, réflexion, jugement moral



# MIO : C'est quoi ?



Les représentations  
mentales de soi



et des autres



qui guideront le  
comportement,



de même que les  
sentiments,



l'attention,



la mémoire



et les pensées dans  
les relations  
ultérieures de  
l'individu

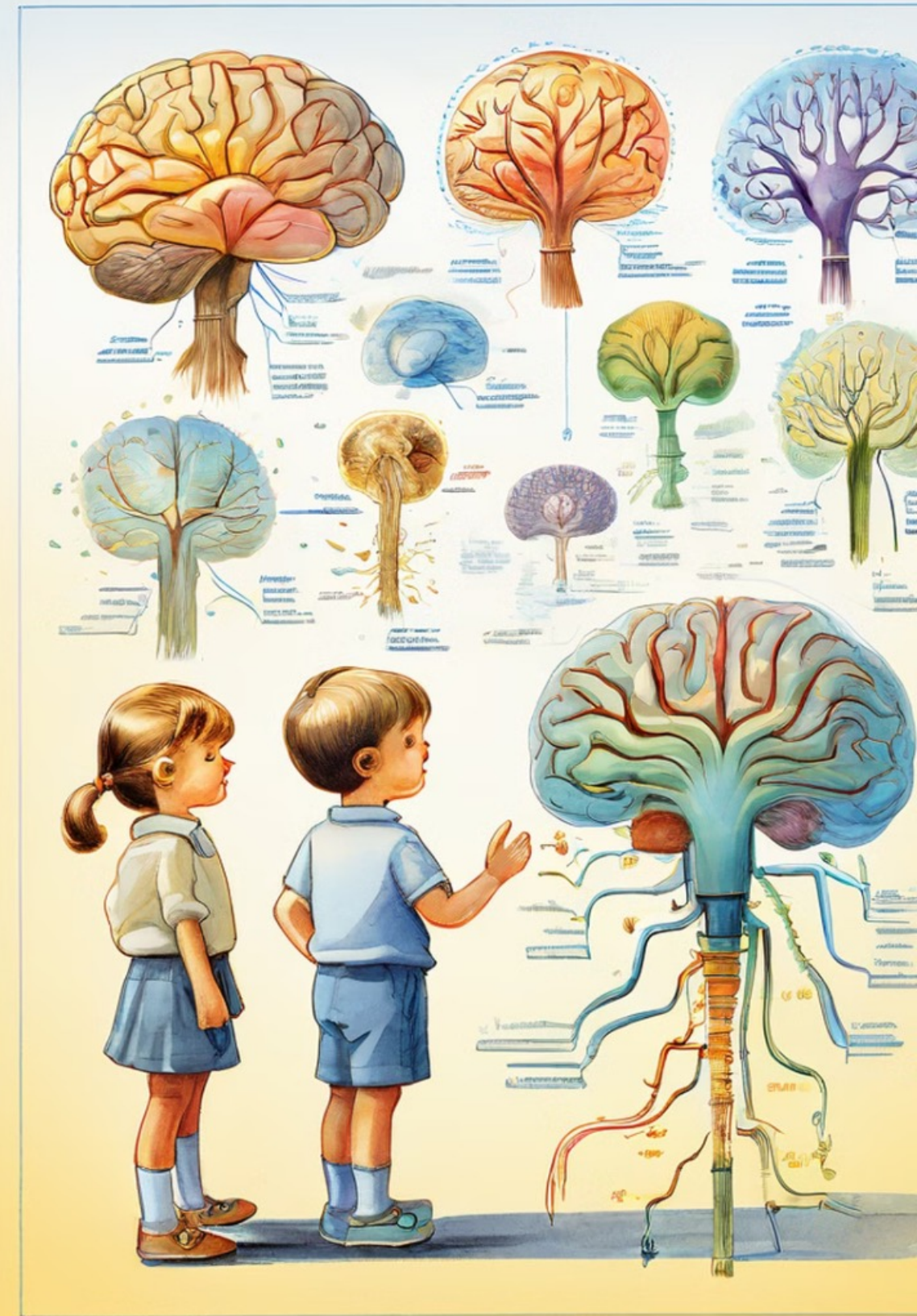


## MIO : C'est qui ?

- "Je m'appelle MIO", commença-t-elle avec un sourire
- Inspirée par les **Modèles Internes Opérants de Bowlby**
- Prête à raconter son histoire



# Partons à la découverte de MIO et ses amis

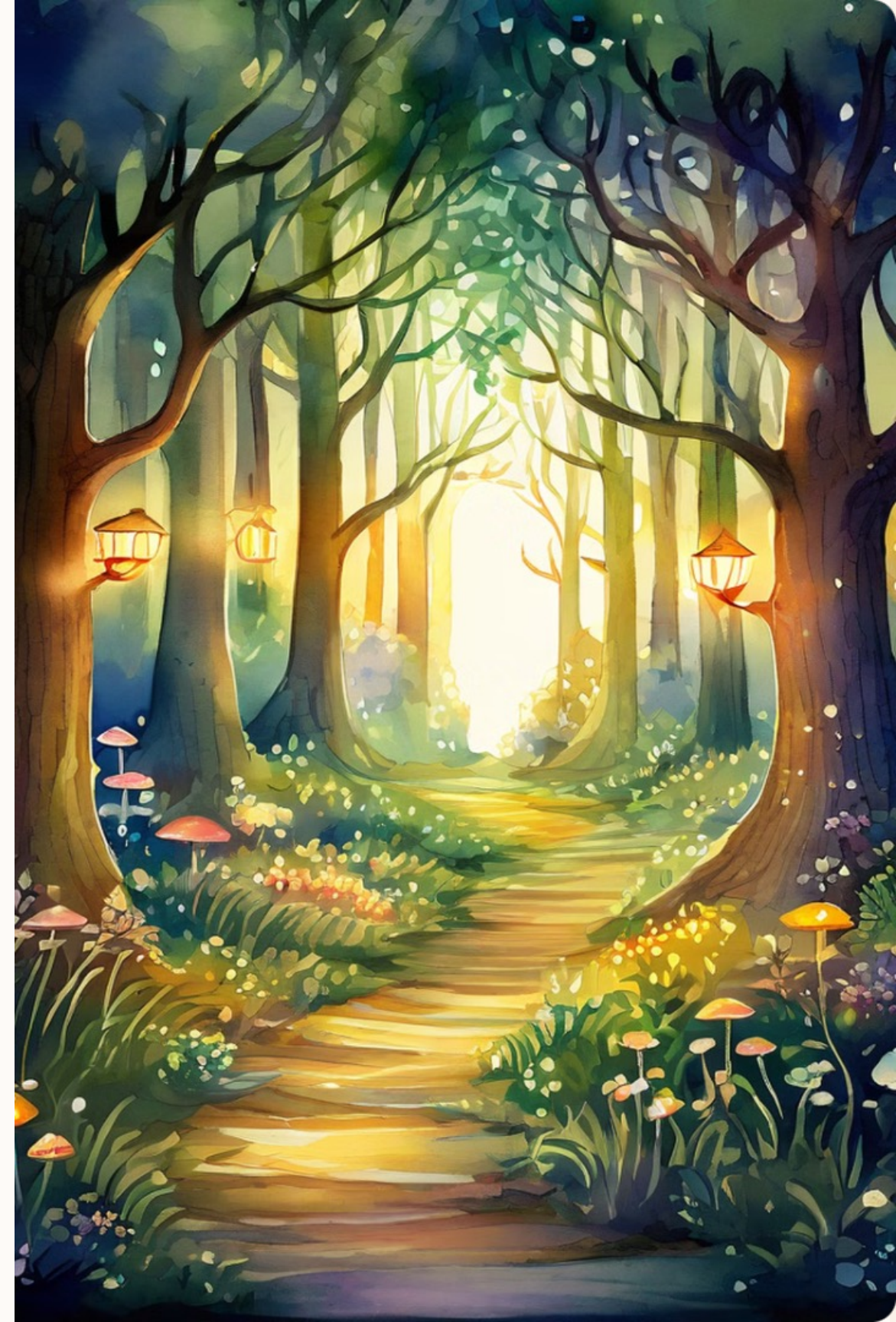




# Il était une fois MIO....



by Cherine Fahim







## L'histoire de MIO et ses Héros Cérébraux

Il était une fois, dans le royaume magique de Neuroville, une jeune fille nommée MIO.

MIO avait des amis extraordinaires, chacun avec des pouvoirs uniques et des histoires fascinantes.

Elle décida de présenter ses amis, les héros de son histoire, pour expliquer comment ils l'aident chaque jour.



## **Insula et les Marqueurs Somatiques**

Insula, la sage de la forêt, perçoit les sensations corporelles et les transforme en émotions.

Avec ses marqueurs somatiques, elle aide MIO à comprendre ce que son corps ressent.



## **Hippo l'Hippocampe et l'Apprentissage**

Hippo l'hippocampe a le pouvoir d'apprendre et de se souvenir.

Il collecte et range soigneusement les souvenirs de MIO pour qu'elle puisse y accéder quand elle en a besoin.



## **Amigo l'Amygdale et ses Peurs**

Amigo l'amygdale ressent la peur et la colère.

Il détecte les menaces et réagit rapidement pour protéger MIO, même s'il s'inquiète parfois un peu trop.



## Fronto le Frontal et ses Fonctions Exécutives



### Fronto, le Stratège de Neuroville

Fronto le cortex frontal, né dans les tours d'ivoire de la pensée, a le pouvoir de planifier, de décider et de résoudre des problèmes complexes.

"Je suis Fronto, et je suis le centre de la planification et de la réflexion. J'aide MIO à organiser ses idées, à prendre des décisions intelligentes et à rester concentrée sur ses objectifs."



### Cortici, le Moniteur de l'Erreur

Cortici le cortex cingulaire, né au carrefour des pensées et des actions, a le pouvoir de détecter les erreurs et de corriger les trajectoires.

"Je suis Cortici, et je suis le moniteur de l'erreur. Quand quelque chose ne va pas, je le remarque et j'aide MIO à trouver la meilleure solution pour corriger le problème."



## Hamster le thalamus le Thalamus et ses 8 Sens

Hamster le thalamus, né au centre des sensations, a le pouvoir de traiter toutes les informations sensorielles. Il veille sur les 8 sens de MIO : la vue, l'ouïe, le goût, l'odorat, le toucher, le vestibulaire (équilibre), la proprioception (position du corps) et l'interception (sensations internes).

"Je suis Hamster, et je gère les informations sensorielles. Je transmets tout ce que MIO voit, entend, sent, goûte et ressent, aidant ses amis à réagir correctement à chaque situation."

## Cerva le Cervelet et son Équilibre

Cerva le cervelet, né dans les jardins de l'équilibre, a le pouvoir de coordonner les mouvements et les pensées.

"Je suis Cerva, et je veille à l'harmonie des mouvements et des émotions. J'aide MIO à bouger avec grâce et à coordonner ses pensées et ses sentiments."





## Autres Héros de Neuroville

### Dorso le Cortex Préfrontal Dorsolatéral :

- "Je suis Dorso, et je suis le maître des fonctions exécutives. Je supervise les tâches, planifie les étapes et assure que tout se passe comme prévu."

### Striatum le Striatum :

- "Je suis Striatum, et j'aime obtenir des récompenses immédiates. Parfois, j'ai du mal à attendre, mais avec l'aide de mes amis, j'apprends la patience."

# Neuroville est basée sur le tronc cérébral ?

Située à la base du tronc cérébral.

Le tronc cérébral est la fondation de la vie, responsable de la respiration, du rythme cardiaque et de nombreuses autres fonctions vitales.

Dans ce royaume, les rivières des neurotransmetteurs commençaient leur montée vers les différentes parties du cerveau.





# Neuroville est basée sur le tronc cérébral ?

## 1 Fluctuations de l'activité cérébrale

Avec chaque changement sensoriels ou moteurs, l'activité cérébrale fluctue continuellement et est corrélée entre les régions.

## 2 Réseaux à grande échelle

Ces fluctuations intrinsèques sont spatialement organisées en réseaux à grande échelle, avec des variations dans la force, la topographie et la topologie au fil du temps.

## 3 Rôle des systèmes neuromodulateurs

Les systèmes neuromodulateurs sous-corticaux, comme l'acétylcholine et la sérotonine, façonnent la structure temporelle et spatiale des corrélations intrinsèques.

van den Brink RL, Pfeffer T, Donner TH. Brainstem Modulation of Large-Scale Intrinsic Cortical Activity Correlations. Front Hum Neurosci. 2019 Oct 9;13:340



# Comment les systèmes neuromodulateurs façonnent les corrélations des fluctuations intrinsèques de l'activité corticale à grande échelle ?

## 1 Rôle des systèmes neuromodulateurs

Les systèmes neuromodulateurs sous-corticaux, comme la dopamine, la sérotonine, la noradrénaline et l'acétylcholine, façonnent la structure temporelle et spatiale des corrélations intrinsèques de l'activité corticale.

## 2 Modulation à grande échelle

Ces neuromodulateurs agissent sur de vastes populations de neurones, modifiant leur excitabilité et leur réactivité aux signaux entrants, influençant ainsi la synchronisation et la cohérence des oscillations neuronales entre différentes régions corticales.

## 3 Implications fonctionnelles

L'étude de ces systèmes neuromodulateurs et de leur impact sur les corrélations des fluctuations intrinsèques de l'activité cérébrale est essentielle pour comprendre le fonctionnement du cerveau, avec des implications pour les processus cognitifs, les états émotionnels et les troubles neurologiques/psychiatriques.





# Les 6 Principaux Systèmes Neuromodulateurs du Tronc Cérébral



## **DOPAMINE**

Impliquée dans la motivation, la récompense et le plaisir.

Elle joue également un rôle dans la régulation de l'humeur et des mouvements volontaires.



## **SÉROTONINE**

Régule l'humeur, l'appétit, le sommeil et l'anxiété.

Un niveau faible est souvent associé à la dépression.



## **ACÉTYLCHOLINE**

Essentielle pour la mémoire, l'apprentissage et la contraction musculaire.

Elle influence également l'attention et l'éveil.



## **ADRÉNALINE**

Prépare le corps à la réponse de "combat ou fuite" en augmentant le rythme cardiaque et l'énergie. Elle est cruciale pour la gestion du stress.



## **HISTAMINE**

Joue un rôle dans les réponses immunitaires et allergiques, et régule également le cycle veille-sommeil.



## **NORADRÉNALINE**

Impliquée dans l'attention, la concentration, et la réponse au stress.

Elle influence aussi l'humeur et l'éveil.

# Dopamine

- **Fabrication** : Principalement dans la **substance noire** et l'**aire tegmentale ventrale** (ATV).
- **Cheminement** : Projetée vers le **striatum** (régulation des mouvements), le **cortex préfrontal** (motivation et cognition), et le **système limbique** (émotions et récompense).

# Sérotonine

- **Fabrication** : Principalement dans les **noyaux du raphé**.
- **Cheminement** : Diffusée vers de nombreuses régions, notamment le **cortex cérébral** (humeur, cognition), l'**hippocampe** (mémoire), et le **système limbique** (régulation émotionnelle).

# Histamine

- **Fabrication** : Principalement dans les **noyaux tubéro-mamillaires** de l'**hypothalamus**.
- **Cheminement** : Diffusée largement dans le **cortex cérébral** et le **système limbique** pour réguler l'éveil, l'attention, et les réponses immunitaires.

# Acétylcholine

- **Fabrication** : Principalement dans le **noyau basal de Meynert** et les **noyaux pontins**.
- **Cheminement** : Projetée vers le **cortex cérébral** (apprentissage et mémoire), l'**hippocampe** (mémoire), et les **muscles squelettiques** (contraction musculaire).

# Adrénaline

- **Fabrication** : Principalement dans la **médulla oblongata** (tronc cérébral).
- **Cheminement** : Projetée vers diverses régions du cerveau et le **système nerveux autonome** pour préparer le corps à la réponse de "combat ou fuite".

# Noradrénaline

- **Fabrication** : Principalement dans le **locus coeruleus**.
- **Cheminement** : Projetée vers le **cortex cérébral** (attention et éveil), l'**hippocampe** (mémoire), et le **système limbique** (réponse au stress et régulation émotionnelle).



## À retenir !

**MIO termina sa présentation avec enthousiasme : "Voilà mes amis, les héros de mon histoire !**

**Ensemble, ils travaillent pour m'aider à apprendre, à me souvenir, à rester en sécurité, et à vivre harmonieusement.**

**Grâce à eux, je suis prête à affronter toutes les aventures de la vie avec confiance et joie."**

## Épilogue

**Et ainsi, MIO et ses amis de Neuroville continuèrent à explorer les mystères du cerveau, à apprendre chaque jour et à grandir ensemble, en devenant de plus en plus forts et heureux.**