

# Aspects et respect de la réalité cérébrale

Cet apport ne prétend être ni exhaustif, ni une suite de certitudes. Cependant, les éléments exposés ou présentés par Hélène Trocmé-Fabre dans son ouvrage (1), ceux de chercheurs du CNRS parus récemment (2) et divers articles dans lesquels nous avons puisé nos informations (3) permettent de penser, semble-t-il, qu'il ne s'agit pas simplement d'hypothèses, voire de thèses, mais bien de synthèses qui font émerger actuellement des idées-forces confluentes des neurosciences.

## 1.1. Trois cerveaux et deux hémisphères pour apprendre

### 1.1.1. Nos différents cerveaux

La phylogénèse nous apprend que notre cerveau, âgé de plus de 300 millions d'années, est complexe, pluriel ; nos divers cerveaux successifs diffèrent en nature, en fonctions, en rythmes. On distingue (schéma 1) :

– **le reptilien**, le plus primitif, gère la survie, le savoir et la mémoire ancestrale, les habitudes, les automatismes...

– **le mammifère ou système limbique**, siège de l'affectif ; il a un rôle dans le comportement : l'émotionnel, la mémoire, l'altruisme, le sens du groupe... En mémoire sont classées les expériences gratifiantes ou désagréables. Tous les stimuli sensoriels passent par lui (sauf olfactifs) ; il peut bloquer l'information montante ou descendante si l'environnement est menaçant, l'atmosphère déplaisante, en cas de choc affectif ou encore d'une image mentale trop prégnante...

– **le néocortex**, le plus récent, est le siège de la pensée rationnelle, de la discrimination, la planification, la mémoire...

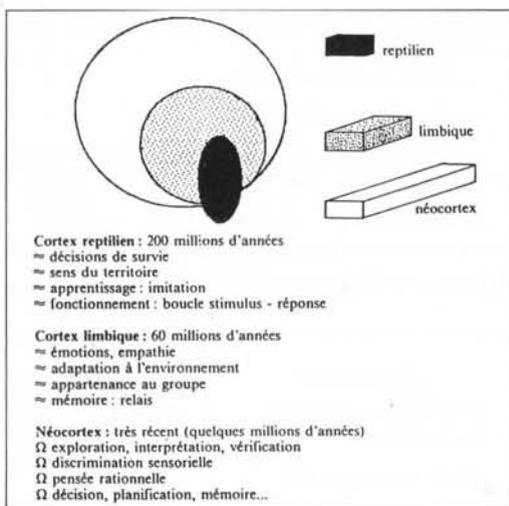
**Les lobes frontaux** : bien qu'appartenant au néocortex, on les désigne parfois sous le terme

de quatrième cerveau. Ils sont le siège de l'empathie, la planification, la réflexion (en retardant les réactions aux stimuli, ils permettent la prise de recul, donc la pensée), l'action, les processus décisionnels, des fonctions élaborées (comme la faculté d'abstraction)...

L'ontogénèse, par la biographie de nos apprentissages, de nos essais-erreurs, nous confirme que chaque cerveau est **unique**

• par la **sélectivité**, c'est-à-dire les choix qu'il opère à partir de l'efficacité de ses expériences. En effet, celles-ci permettent une stabilisation sélective des réseaux synaptiques, qui disparaîtraient sans elles ;

• par la **multisensorialité**. Il s'agit des zones multisensorielles ou de recouvrement qui peuvent intégrer les informations de modalités différentes simultanément : auditives, visuelles, gestuelles... Ce sont des lieux d'échanges et d'interconnexions entre les aires corticales spécialisées dans la prise d'information distribuée.



**Schéma 1** : Trois cerveaux en un (adapté de la théorie de P. MacLean) in *J'apprends, donc je suis*.

- (1) *J'apprends, donc je suis*, Hélène Trocmé-Fabre, Les Éditions d'organisation, ouvrage de synthèse.
- (2) *Le cerveau et l'intelligence*, numéro hors série, 177 (décembre 1991) de *Science et Vie*.
- (3) *Cahiers pédagogiques* n° 281, *Apprendre* (2) et diverses revues ou articles de presse.

*Respecter et utiliser au mieux cette structure du cerveau et ses fonctions, c'est éviter les violences, les émotions bloquantes, c'est prendre en compte l'affectivité, la multisensorialité de chacun pour rendre les apprentissages plus efficaces* dit Hélène Trocmé-Fabre.

- **l'expression libre** et la création dans tous les domaines,
  - l'écoute et le respect de la personne,
  - la coopération,
  - la responsabilisation dans le travail,
- autant d'attributs de la pédagogie Freinet favorables à l'exercice et au développement harmonieux de ces fonctions.

### 1.1.2. Deux gestions coopérantes par les deux hémisphères

Contrairement aux thèses qui opposaient nettement les deux hémisphères cérébraux, on sait aujourd'hui qu'il n'en est pas tout à fait ainsi. Grâce à l'existence et au rôle du « corps callosus » les reliant, où circulent des millions d'in-

formations à la seconde, les deux hémisphères qui ont des fonctions complémentaires (tableau 2) coopèrent (tableau 3).

Ceci n'empêche pas, chez chaque individu, une dominance plus ou moins forte d'un hémisphère sur l'autre qui peut se repérer à certaines démarches de l'apprenant, mais cette dominance est sans doute plus relative qu'absolue : ainsi, on note, par exemple, des différences de dominance entre filles et garçons qui disparaissent progressivement en atteignant l'âge adulte.

« **Dominance de l'H.G.** : L'individu compte, additionne, multiplie vers l'avant, pas à pas, élément par élément ( $1 + 1 + 1 + \dots$ ) ; préfère des « recettes » ; « l'arbre cache la forêt » : les éléments sont plus importants que l'ensemble ; la démarche se déroule « en » dehors.

**Dominance de l'H.D.** : L'individu compte, soustrait, divise à rebours en partant de la solution ; « la forêt cache l'arbre » ; réponses spontanées correctes sans pouvoir expliquer pourquoi ; se sert de schémas, des trois dimensions ; comprend l'objectif... impatience et imprécisions... (1) »

| <i>Hémisphère gauche</i>   | <i>Hémisphère droit</i>                                       |
|--|---|
| - détecte les caractéristiques, détails, composantes, catégories | - intègre, organise en structure, ensemble                    |
| - analyse  | - synthétise, met en relation                                 |
| - traite en séquence, en série                                   | - traite simultanément  |
| - découpe le temps linéairement                                  | - perçoit les relations dans l'espace                         |
| - code/décodes les langages : verbal, maths, musique, etc.       | - code/décodes les analogies, métaphores, images, mélodies... |
| le sens : A, a.  | la forme : A, a   |

**Tableau 2** : Représentation linéaire des deux gestions hémisphériques in *J'apprends, donc je suis*.

| <i>Paramètres</i>                         | <b>HG</b>      | $\longleftrightarrow$ | <b>HD</b>                     |
|---|----------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>fréquences (spatiales des stimuli)</i> | hautes         | $\longleftrightarrow$ | basses                        |
| <i>durée (des stimuli)</i>                | longue         | $\longleftrightarrow$ | brève                         |
| <i>image</i>                              | riche          | $\longleftrightarrow$ | pauvre                        |
| <i>dimensions (images)</i>                | petites        | $\longleftrightarrow$ | grandes                       |
| <i>nature de l'opération</i>              | fine, complexe | $\longleftrightarrow$ | premier contact stade initial |

**Tableau 3** : Coopération des deux hémisphères (d'après J. Sergent) in *J'apprends, donc je suis*.

Il est aussi intéressant de repérer des déficits de l'un ou l'autre pour tenter des remédiations (tableau 4).

| HG   | HD  |
|--|---|
| défauts d'articulation de syntaxe                                  | gestion faible des analogies, métaphores, synthèses, séquences, relations   |
| difficultés de rappel vocalique                                    | séquences, relations  |
| difficultés de compréhension (instructions, explications)          |   |
| <b>STRATÉGIES A ADOPTER</b>  |   |
| <i>observer si</i>   |   |
| <i>Utiliser</i>  |   |
| matériel visuel, imagé<br>associer mot + image                     | matériel verbal: histoires<br>consignes, explications en associations multi-sensorielle, utiliser des écouteurs * |
| associations, séquences, relations, repérages                      |   |
| associer la couleur (V)<br>lecture auditive (V + A) + écriture (K) | développer ensemble la perception, la motricité, l'imagination, l'analyse de structures                           |
| (métaphore = image + verbal)                                       |   |
| * Suggéré par Froisig et Maslow (1979).                            |   |

**Tableau 4 :** Déficiences de l'hémisphère gauche et de l'hémisphère droit in *J'apprends, donc je suis*.

## 1.2. Des potentialités cérébrales insoupçonnées...

### 1.2.1. Une multiplication cellulaire liée à l'apprentissage

Notre potentiel cérébral commence à être mieux connu, bien que les chiffres pouvant le quantifier soient contestables ou précisés par de futures recherches (tableau 5).

|   |                   |
|---|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 à 100 milliards de neurones + des cellules gliales en nombre illimité</li> <li>• 16 000 km de fibres</li> <li>• 10<sup>14</sup> synapses</li> <li>• 10 000 mises à feu possibles par seconde</li> <li>• vitesse d'influx nerveux → 250 m/s.</li> <li>• 0,8 litre de sang/min</li> <li>• 20 % de l'oxygène du corps</li> <li>• 80 % de l'écorce cérébrale = zones associatives</li> <li>• 99,98 % neurones de traitement</li> <li>• 0,02 % neurones pour l'entrée et la sortie de l'information</li> <li>• double nature du fonctionnement : physico-chimique</li> </ul> | } niveau cortical |
|---|-------------------|

**Tableau 5 :** Quelques chiffres de notre potentiel in *J'apprends, donc je suis*.

Le nombre de neurones (10, 30... milliards ?) n'est pas seul en cause ; il faut surtout se préoccuper du nombre de connexions entre eux : les réseaux synaptiques stabilisés par les apprentissages (expériences + information) et savoir aussi l'existence des **cellules gliales** dans ces neurones (90 % de la masse cérébrale).

Celles-ci ont la capacité de se **diviser**, donc de se **multiplier** ; elles jouent plusieurs rôles

importants dans l'activité cérébrale : un rôle de réparateur, une participation à la myélinisation des fibres nerveuses mais aussi leur nombre augmenterait au cours de l'apprentissage.

On ne peut s'empêcher de penser au concept de « **trace laissée par l'expérience** » dont parlait C. Freinet à propos du tâtonnement expérimental, même pour des « hypothèses » inadéquates, abandonnées au cours du processus dont P. Le Bohec rappelait l'intérêt récemment (4).

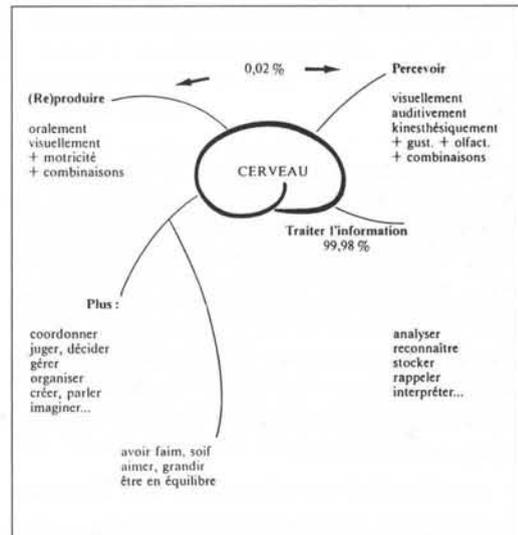
Cette « trace » serait-elle protéinique (mise en mémoire) ou réseau synaptique stabilisé (engramme dynamique : assemblée de neurones agissant comme des circuits fermés après cessation de l'activité initiale) ou modification synaptique (engramme structural : remaniement créant une plasticité baptisée potentialisation à long terme) ou encore cellules gliales multipliées ?

### 1.2.2. Activités cérébrales et part du traitement de l'information

Les activités cérébrales peuvent être classées en trois fonctions essentielles :

#### Percevoir - Traiter - Produire l'information.

Nous découvrons, dans cette gestion par le cerveau (schéma 6), le pourcentage énorme de



**Schéma 6 :** Le cerveau, organe de l'apprentissage in *J'apprends, donc je suis*.

neurones mobilisés au traitement de l'information : 99,98 % (il en reste 0,02 % pour percevoir et produire) mais aussi le fonctionnement de nos mécanismes perceptifs. En effet, nos capteurs sensoriels ne contribuent que pour 20 % à l'élaboration de l'image corticale (visuelle ou auditive...), 80 % sont la contribution des couches profondes du cerveau. L'information, loin d'être une entité en soi, est créée par notre cerveau ! On peut approfondir cette étude en se reportant aux distinctions que fait J.-P. Changeux (5) entre sensations et perceptions puis percept, concept, pensée.

### 1.2.3. Sur quel modèle fonctionne le cerveau ?

Bien que le cerveau, comme l'ordinateur, soit capable de codage et décodage, de traiter de l'information, de mettre de l'ordre et de garder en mémoire, on ne peut pousser trop loin l'analogie.

Si l'on a considéré l'**acquisition** comme la différence entre l'entrée de l'information et la sortie selon un schéma simpliste (schéma 7), cette conception ne convient pas pour deux raisons :

– la saisie de l'information est plus « une prise » (INTAKE) dépendante des filtres, des expériences passées... qu'une entrée forcée, passive (INPUT) ;

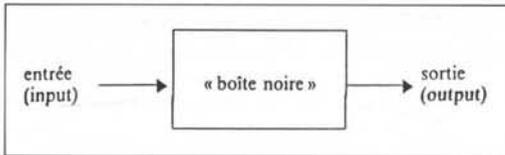


Schéma 7

– le fonctionnement est plutôt de nature cybernétique comme un servo-mécanisme, avec un double processus de rétroaction et de proaction, donc une autorégulation complexe (schéma 8).

Mais de nombreux autres facteurs le distinguent plus de l'outil qu'ils ne le rapprochent, constituant peut-être certaines difficultés actuelles dans les recherches sur l'intelligence artificielle :

- simultanéité des codes : verbaux, non verbaux, moléculaires...
- simultanéité des processus, non linéaires,
- circulation complexe de l'information,
- mémoires non localisées, liées à l'affectivité, évolutives...

(5) *L'homme neuronal*, J.-P. Changeux, Collection Pluriel - Fayard (Chapitre V).

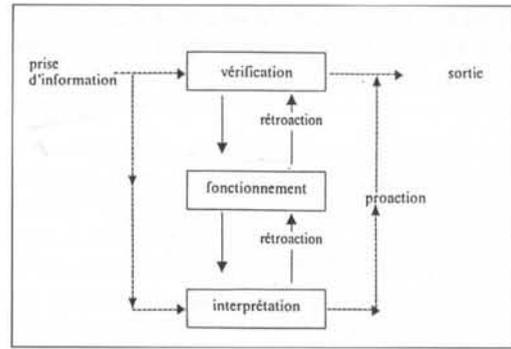


Schéma 8 : Le cerveau, un servo-mécanisme ? in *J'apprends, donc je suis*, H. Trocmé-Fabre.

- anticipation, autonomie, croissance,
- affectivité, conscience, créativité, etc.

### 1.2.4. Des rythmes et des durées à respecter...

L'activation générale du cerveau est double :

- une activation électrique parce qu'il est neuronal,
- une activation chimique parce qu'il est hormonal.

Le potentiel électrique est un véritable phénomène oscillatoire, créant des rythmes de base : ondes d'activité rapides ou lentes de faible amplitude ou plus amples... en éveil, en sommeil.

Cela amène à discerner une alternance d'activités (ondes  $\alpha$  et  $\beta$  par exemple...).

#### Le rythme ultradien

Ainsi les fluctuations cérébrales augmentant lors du passage en ondes alpha, cela crée un moment où l'apprentissage est plus efficace. L'un des rythmes les plus importants est le **rythme ultradien** qui intervient toutes les quatre-vingt-dix minutes, en état de veille et de sommeil.

L'activité et l'efficacité des deux hémisphères alternent selon un cycle régulier.

#### Le rythme circadien

On a montré que l'efficacité d'apprentissage est liée aux moments de la journée, mais les résultats sont difficilement généralisables car ces rythmes font osciller les sécrétions hormonales dont les conséquences cérébrales sont encore insondables.

## L'instant « t-1 » ou préparation de l'acte

Il a été établi que deux secondes avant l'acte, il existe une phase d'activité cérébrale (6), (7) ; ce qui signifie que « les jeux sont faits » quand commence l'acte. Donc, une grande part de la réussite ou de l'échec se décide avant le début du parcours, dans la période « t-1 ».

Quel espace-temps est-il réservé à balayer le parcours, à sécuriser, à clarifier l'objectif ?

L'instant t + 1 : l'après-apprentissage fait-il partie du parcours ?

### Les pauses structurantes

L'idéographie cérébrale montre aussi que le « repos sensoriel », en état de conscience éveillé, permet la **programmation** et la **structuration de l'information**.

On sent-là la nécessité pédagogique de ménager des « **pauses structurantes** » de créer une alternance entre la prise d'information et les moments d'intériorisation, de silence intérieur, d'évocation, de réactivation (rappel de ce qui a été vu, lu, appris... hier... la semaine dernière...).

Cela nous fait penser au respect de la durée de maturation, à pratiquer une pédagogie de la patience.

Comment savoir quels moments de la journée seront les plus favorables à tel ou tel type d'activité ?

Ces fluctuations de rythmes sont propres à chaque individu : un tel aura plus de facilité de lecture le matin, tel autre au milieu de l'après-midi...

De plus, pour un individu, pour cette activité de lecture, des expériences ont montré une plus grande rapidité le matin et une meilleure compréhension l'après-midi.

La recherche des rythmes ultradien, circadien, des fluctuations d'activation cérébrale (ondes  $\alpha$  par exemple) de chacun ne peut se faire que par approximations successives.

C'est par la confrontation avec des données biologiques plus précises, encore inconnues de nous par manque d'informations, que l'on parviendrait à mieux moduler les pratiques quotidiennes.

Cette mise en pratique des rythmes différenciés nécessite une organisation de classe, d'emploi du temps souples ou l'on pratique **l'alternance** d'activités personnalisées et d'activités collectives mais aussi une grande **variabilité** des activités personnalisées avec chaque apprenant ; alternance non établie une fois pour toutes mais « corrigée » en fonction des effets observés.

**Faire varier** la nature des activités, les durées de celles-ci, leur ordre, pour déceler les moments les plus favorables, ménager des « **pauses structurantes** », respecter les instants t - 1, t + 1, c'est mettre en place une pédagogie différenciée simultanée dans la classe, c'est personnaliser les apprentissages.

Nous disposons, en pédagogie Freinet, d'un grand nombre d'expériences (8), de techniques pédagogiques éprouvées, d'outils :

- le **plan de travail coopératif**

- le **plan de travail personnel**, qui, affiné, doit permettre, dans le dialogue avec l'enfant, d'approcher ses rythmes.

Mais il nous manque sans doute d'autres outils comme des « **outils de diagnostic** » aidant à cerner plus facilement non seulement le profil d'apprentissage mais aussi ce « profil vital ».

Il y a là matière à chantiers !...

Terminons cette partie en rappelant brièvement la nécessaire hygiène du cerveau pour que celui-ci fonctionne dans des conditions optimales.

Le cerveau a besoin de nourritures aussi diverses que :

- **l'oxygène** (20 % de notre consommation) renforcé par les ions négatifs (l'ionisation négative est une recherche très actuelle) ;

(6) Dossier n° 225, Documents de L'Éducateur - Texte d'Hélène Trocmé-Fabre.

(7) Réussir par l'école, comment, H. Trocmé-Fabre, p. 89/90, Intervention au Salon des apprentissages individualisés et personnalisés, Publication ICEM, 62, boulevard Van Iseghem - 44000 Nantes.

(8) Documents de L'Éducateur n° 224, Cycles - Personnalisation des apprentissages et gestion coopérative - Enseignants de Vaulx-en-Velin, PEMF - 06376 Mouans Sartoux Cedex.

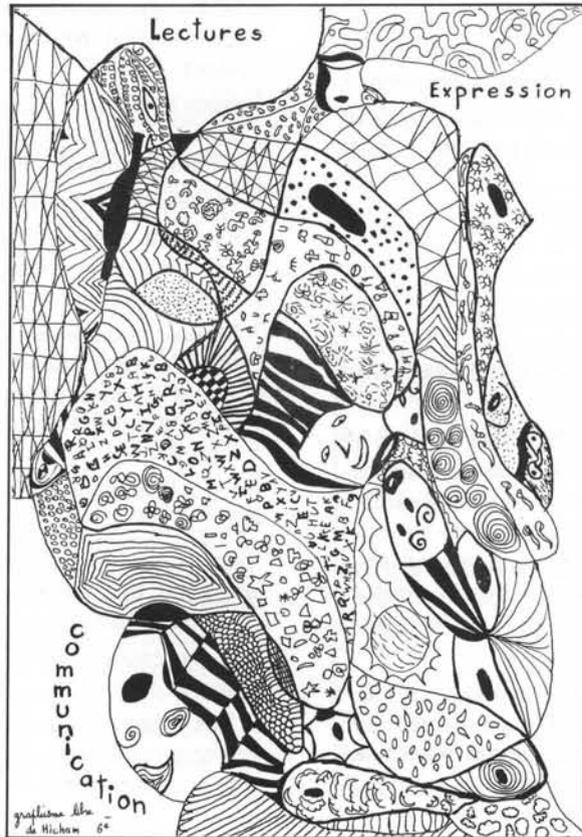
- la lumière naturelle ;
- le glucose et une nourriture variée apportant, en particulier, des acides gras essentiels polyinsaturés. Il existe une véritable diététique du cerveau très vulgarisée par le professeur J.-M. Bourre (9) ;
- l'affectivité et la vie relationnelle ;
- la connaissance, le langage...
- une vie d'alternances avec pauses, projets favorisant l'itinérance.

Le vieillissement du cerveau n'est pas inéluctable mais ses pires ennemis sont : la privation d'alimentation, la malnutrition, l'alcool, le tabac, les drogues... et aussi la démission, l'absence de projets...

Beaucoup d'autres fonctions cérébrales très importantes ne sont pas abordées dans ce dossier succinct.

Soulignons simplement l'attention, les différentes mémoires, le rôle du sommeil, la biologie des comportements... (27). Des documents sonores ont été aussi édités par PEMF avec la participation de biologistes célèbres : H. Laborit, J. de Rosnay (10). Les apports et recherches sur le cerveau sont très nombreux aujourd'hui, les connaissances évoluent, des thèses contradictoires existent.

H. Trocmé-Fabre signale le recensement en 1981, aux USA, de 250 000 travaux sur le cerveau pouvant donner des implications pédagogiques et son ouvrage, qui évoque aussi succinctement certains d'entre eux, est une synthèse qui peut nous aider à approfondir tel ou tel point.



(9) *La diététique du cerveau*, Jean-Marie Bourre directeur de recherche INSERM, Éditions Odile Jacob

(10) *Catalogue PEMF*, 06376 Mouans Sartoux Cedex, Documents sonores (livre de 48 pages + cassette) : *Les origines de la vie, Notre sommeil, La cellule...*