

UN CERVEAU, COMMENT ÇA MARCHE ? (XI)

"OUI JE M'EN SOUVIENS !"

On s'est souvent posé la question : où est le siège de la mémoire ? Est-ce qu'il y a dans notre cerveau une zone, une espèce de meuble à tiroir où seraient rangés les souvenirs, bien en ordre, avec une étiquette sur chaque tiroir pour dire quel genre de souvenir il y a dedans ? Eh bien, non ! Il n'y a pas "une" mais de nombreuses zones de mémoire. Certaines de ces zones sont plus dédiées à certains types de souvenirs : les souvenirs de notre histoire personnelle, de ce qui a fait notre vie, notre mémoire autobiographique ne requiert pas pour fonctionner exactement les mêmes zones que la mémoire procédurale (celle des gestes, des apprentissages moteurs: nager le crawl, faire du vélo, tourner un tournevis dans le bon sens pour visser ou dévisser...).

Pourtant, il n'y a pas **une** zone où seraient stockés les souvenirs d'enfance, et **une** autre où seraient stockés les souvenirs moteurs. Ces souvenirs réclament la collaboration de plusieurs zones cérébrales. Pourtant, pour que cela fonctionne, certaines zones sont plus critiques que d'autres. Par exemple pour les gestes techniques (coudre, raboter une planche...), le bon fonctionnement d'une partie du cerveau appelée *striatum*¹ est absolument nécessaire. Pour que nous puissions tenir un discours cohérent et mobiliser nos connaissances verbales et intellectuelles, il faut que notre lobe temporal (la partie de la surface du cerveau, le *cortex* qui se trouve approximativement sous la tempe) fonctionne correctement. Pas de "meuble à mémoire", donc, mais des éléments de souvenir éparpillés en pas mal d'endroits, et qui nécessitent pour qu'on les mette en mémoire et qu'on les retrouve, que des zones assez précises selon la nature du souvenir concerné soient opérationnelles. Pas d'étiquette sur un tiroir, donc, mais une sorte de "carte des chemins d'accès" permettant à différentes structures de notre cerveau de collaborer pour accéder aux souvenirs.

Et puis un souvenir, ce n'est pas un bloc sculpté dans le marbre, qu'on irait chercher pour consultation, et qu'on remettrait ensuite tel quel à l'endroit où on l'avait pris. On peut presque dire qu'un souvenir, à chaque fois qu'on lui fait prendre l'air, s'en trouve quelque peu modifié lorsqu'il retourne dans le fond inconscient des souvenirs disponibles. Modification qui peut être un simple renforcement, soit du souvenir lui-même, soit du chemin qui permet d'y accéder plus ou moins rapidement.

Pas de tiroir où les souvenirs seraient rangés sagement côte à côte, et pourtant des liens de cousinage en quelque sorte, qui font que quand on en a attrapé un, on a plus de chance d'accéder à un autre qui lui est lié. Et la nature du lien de cousinage

¹. Voir la figure 12 dans le chapitre 4 "Es-tu maladroit!", le *striatum* comporte le *noyau caudé* et le *Putamen*.

varie, cela peut être un lien logique (comme nous le verrons dans l'étude de la mémoire sémantique), de proximité temporelle, deux événements qui se sont enchaînés (mémoire épisodique), lié à notre histoire (mémoire autobiographique)... Par exemple, si sur un écran d'ordinateur on vous projette l'image d'une vache, et que tout de suite après on vous projette l'image d'un cochon. Et qu'on mesure le temps nécessaire à votre cerveau pour reconnaître le cochon, ce temps sera moins long que si on vous avait projeté une pelleteuse, par exemple. L'image de la vache a amorcé votre pêche aux souvenirs vers les animaux de la ferme, alors que la pelleteuse aurait effectué l'amorçage pour un tout autre genre de "poisson".

Autre exemple, vous vous promenez dans la rue avec un ami et vous rencontrez quelqu'un dont le visage vous "dit quelque chose" (oui, je sais, je vous l'ai déjà fait ce coup là, mais attendez...). Seulement, cette fois, vous ne remettez pas un nom sur ce visage. Vous avez seulement la certitude de l'avoir vu quelque part et qu'il a un peu vieilli. Au cours de la conversation, par hasard (oui, je sais le hasard fait bien les choses, mais ça m'arrange pour ma démonstration), par hasard, donc, votre ami fait allusion à Bayonne, et immédiatement le souvenir vous revient : "Dubois". Parce que c'est précisément à Bayonne que vous l'avez rencontré. Il y a donc des liens de cousinage qui relient Dubois à Bayonne. Remarquons qu'il y a aussi des liens entre "jambon" et "Bayonne", mais pourtant pas de lien entre "Dubois" et "Jambon" !

Donc des liens de cousinage qui font qu'un souvenir peut servir d'appât en quelque sorte quand on va à la pêche à un souvenir qui se cache bien.

On a vu avec l'histoire du canard (chap. 6, "J'en ai un vague souvenir") comment un souvenir s'établit: vous vous souvenez que c'est en fait une espèce de matrice, de réseau de synapses qui ont un lien d'activation lorsque l'image d'un canard se présente, et qui sert de filet pour la "capture", c'est-à-dire la reconnaissance de l'animal en question.

Mais cette matrice est "plastique", c'est-à-dire qu'elle est susceptible d'évolution. Déjà, pour le col vert, il faut une certaine plasticité pour que le mâle et la femelle qui ont des livrées très différentes soient reconnus comme "canard", puis un canard chinois, puis... tout ce que la nature a pu bidouiller en matière de canard.

Alors, vous le voyez, quand on parle de mémoire, on s'aventure sur un terrain fort complexe. Retenons pour l'instant que cette mémoire va avoir à gérer trois types de problèmes :

- Créer le souvenir (le "filet de capture") et le stocker de manière adéquate
- Garder le code qui permettra d'aller chercher ce souvenir quand nécessaire
- Faire évoluer ce souvenir, éventuellement le réajuster, repérer ses liens de cousinage et les organiser, voire les réorganiser quand c'est utile.

Je vous ai dit tout à l'heure qu'il y avait selon les familles de souvenir des structures cérébrales bien différentes indispensables pour aller les chercher et les créer, même si le stockage ne se fait pas dans ces structures précises. Quelles sont ces principales familles ?

1. Mémoire épisodique

Tout au long d'une journée, d'une semaine, d'un mois, de notre vie, des évènements se déroulent les uns après les autres, des *épisodes*. Certains nous marquent plus que d'autres :

- Parce qu'ils ont un "poids émotionnel",
- Parce qu'ils ont un caractère de nouveauté frappante,
- Parce qu'ils réactivent des évènements antérieurs de même type.

Ces évènements se stockent - pas tous, évidemment, et heureusement, notre cerveau ne le supporterait pas !² - dans une première variété de mémoire appelée "mémoire épisodique". Ils ne sont pas forcément triés, ils sont en quelque sorte enchaînés les uns aux autres dans l'ordre où les choses se sont déroulées. Quand on commence à évoquer un épisode en utilisant uniquement cette mémoire, on ne peut que relater l'épisode comme un fil bobiné, en laissant le fil se dérouler. Si on interrompt ce déroulement, il faut tout reprendre au début, ou se donner un indice permettant de renouer le fil. C'est un peu le phénomène du "où en étais-je donc ?". La fourniture de cet indice peut venir d'un autre type de mémoire, d'un événement extérieur, ou... de la mémoire épisodique qui va nous rappeler... à quel point du récit on était arrivés.

Les caractéristiques de cette mémoire sont les suivantes:

1. Les évènements sont enregistrés, mais pas forcément traités. On peut par exemple retenir un mot dont on ne connaît pas le sens, ou une suite d'évènements qu'on ne comprend pas.
2. Le rappel des évènements suit la chronologie de l'enregistrement. On ne peut que difficilement, dans la logique de ce type de mémoire, choisir un épisode pour l'analyser. Par contre, les autres systèmes mnésiques peuvent venir y chercher des informations, en particulier sur la chronologie des évènements. Par exemple, "où sont mes lunettes ?" Je regarde là où je les range normalement (mémoire autobiographique), elles n'y sont pas. Logiquement, où devraient-elles être (mémoire sémantique). Pour le savoir j'ai besoin de revoir ce que j'ai fait récemment. Ma mémoire épisodique me permet de repasser les différents épisodes, et ma mémoire logique (sémantique) va pouvoir choisir dans ces épisodes ceux où j'ai logiquement pu avoir besoin de mes lunettes.

² Il existe certaines personnes qui, précisément, stockent tout, et peuvent rappeler pratiquement tout ce qui s'est passé dans leur journée, voire dans leur vie! Ces personnes ont beaucoup de mal à vivre, encombrées qu'elles sont par cette masse de souvenirs.

3. Cette mémoire est riche en détails. Elle ne trie pas l'essentiel de l'accessoire, mais là aussi ces détails peuvent être utilisés par d'autres formes de mémoire.
4. Elle nous est utile pour la gestion de notre temps, et fournit à notre mémoire autobiographique les éléments qui la nourrissent.

On le voit, cette mémoire fort utile est insuffisante, dans son mode de fonctionnement, pour nous permettre de gérer l'ensemble de notre vie, en particulier tout ce qui est de nature cognitive. Les apprentissages scolaires en particulier exigent l'intervention d'autres types de mémoire, la mémoire sémantique en particulier qui, elle, traite l'info en profondeur.

Mais c'est aussi une mémoire qui peut faire illusion. Parce qu'elle est riche de détails, elle semble précise, ce qui n'est pas le cas, puisque l'information véhiculée n'est pas traitée en profondeur. Elle donne parfois à des enfants en difficulté cognitive le moyen de "donner le change". Utilisant abondamment ce type de mémoire, ces enfants tentent devant un problème qui leur est posé non pas de résoudre ce problème, mais de rechercher le souvenir d'une fois où ils ont vu résoudre un problème qui semble du même type. Pour faire cette recherche, ils s'appuient essentiellement sur des indices - qui leur sont souvent données par l'entourage soucieux de les aider - et lorsqu'ils trouvent ce souvenir, ils ne peuvent l'adapter à la situation actuelle.

Ils font souvent s'arracher les cheveux aux enseignants, car ils donnent toujours l'impression d'être "tout près" de la réussite, sans jamais l'atteindre vraiment, ou un peu par hasard. C'est très déroutant.

Je vous propose page suivante un exemple de ce type de fonctionnement qui était déjà annexé à un de mes anciens écrits, et qui me semble bien expliciter ce type de fonctionnement.

2. Mémoire sémantique

Il est donc nécessaire de traiter l'information. C'est-à-dire d'en séparer l'essentiel de l'accessoire, de classer les informations selon des critères rationnels (un canard col vert et un canard pilet sont tous deux des canards, des oiseaux comme le canari ou le perroquet, ils ne sont pas mammifères, mais appartiennent au monde animal...). C'est le rôle de la Mémoire Sémantique, celle qui est la plus utile dans les apprentissages scolaires en particulier. C'est cette mémoire qui stocke les connaissances utilisables.

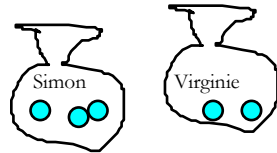
Deux manières de résoudre un problème... cherchez la plus efficace !

Énoncé du problème:

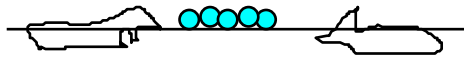
Simon a trois billes et Virginie deux billes. Combien de billes ont-ils en tout?

Script scolaire canonique

Représentation des quantités



Opération « mise en commun » des quantités



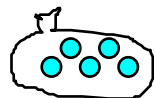
Mobilisation de la table d'additions

| |
|-------------|
| $2 + 1 = 3$ |
| $2 + 2 = 4$ |
| $2 + 3 = 5$ |
| $2 + 4 = 6$ |

Sélection de la ligne adéquate

Annonce du résultat, en rapport avec une représentation de la quantité

5 !



Script de la tentative de résolution privilégiant la recherche en mémoire épisodique

Simon 3 billes, Virginie 2 billes

Maintien en boucle phonologique,
Pas de représentation des quantités en jeu

Recherche d'une situation connue en rapport avec la situation actuelle.

Le maître:

« Voyons, Virginie a 2 billes

J'aime pas Virginie

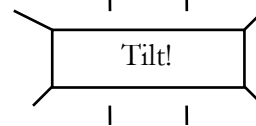
et Simon a 3 billes

J'aime bien Simon

???

3 billes et 2 billes

??? | | *3 et 2, ça nous fait*



troisetdeuxcinq!

(rappel sur des indices contextuels sans représentation de la quantité!)

Donc ça nous fait?

troisetdeuxcinq

Cinq, c'est ça. Tu vois bien que quand tu te concentres, tu y arrives...

Eh bien non ! Il « n'y est pas arrivé » ! Simplement, il a mis en œuvre une stratégie pour satisfaire le maître, à la mesure de ses possibilités cognitives et mnésiques, stratégie qui lui retombera un jour sur le nez, par exemple sous forme d'un jugement à l'emporte-pièce : « Il a un vernis, mais en dessous... » ou bien le fatidique « Il n'est pas motivé » !

Je parle de ces deux types de mémoire comme si elles étaient des systèmes complètement séparés. Ce n'est évidemment pas si simple. Ce sont deux manières différentes de rassembler les informations qui sont disséminées un peu partout dans notre cerveau, sous forme de "filets de capture" dont les mailles, rappelons le, sont des potentialisations à long terme de synapses. Ces filets, imbriqués les uns dans les autres (un neurone peut participer à un grand nombre de "filets de capture") nous permettent de garder une trace interne des choses (comme la matrice "canard"), et à partir de l'ensemble de ces traces, de se construire des **représentations**. En effet, on peut "voir" le canard dans notre tête en l'absence de la bestiole en question. Cette trace, la mémoire épisodique ou la mémoire autobiographique pourront la mettre en rapport avec d'autres traces pour se construire un rappel (une représentation) de notre dernière visite à la ferme de notre grand-mère. La mémoire sémantique va la mettre en relation avec ce qu'on sait des oiseaux, des palmipèdes, etc...

Quand nous parlions de la rétine, je vous disais que les informations de chaque cellule étaient utilisées pour plusieurs tâches (détection de lignes, de couleurs, de luminance par l'intermédiaire des champs récepteurs), etc... On peut dire que dans notre cerveau, c'est un peu la règle, cette information polyvalente des informations. Chaque souvenir ne mobilise pas pour lui seul un paquet de neurones, mais chaque neurone peut participer à une multitude de souvenirs, puisque c'est la fixation de l'arrangement d'un paquet de neurones (par le biais de la potentialisation à long terme) qui constitue la base neurologique du souvenir. Comme il y a dans notre cerveau quelques 100 milliards de neurones interconnectés, ça laisse des possibilités quasi infinies.

Revenons à notre mémoire sémantique. Donc il s'agit d'un système qui permet de récupérer des informations disséminées à droite et à gauche **d'une façon suffisamment ordonnée en fonction du but recherché**. Si le but recherché est la confection d'une recette de cuisine, le "canard" sera rappelé sous sa forme magret et foie gras. Si c'est une observation ornithologique, c'est la cohorte "col vert, pilet ou sarcelle" qui va être rappelée.

Alors, qui décide quel mode d'organisation va être mis en œuvre ?

D'abord je dois vous dire qu'il y a un grand mystère non élucidé par la communauté scientifique, c'est la nature exacte de la conscience. Car de cette question dépend évidemment la compréhension de ce qui nous pousse à admirer la nature ou à rechercher des recettes de cuisine sophistiquées au lieu de simplement se nourrir. Même si on connaît des circuits - appelés circuits de la récompense- qui sous-tendent la notion de plaisir, cela n'explique pas tout. Et franchement, j'espère bien qu'on ne trouvera pas de réponse à toutes ces questions, la vie deviendrait bien triste !

Par contre, ce qu'on commence à bien comprendre, ce sont les **mécanismes** que notre conscience et donc notre intentionnalité **utilisent**. La mémoire est au premier rang de ces mécanismes.

- La **mémoire émotionnelle** est sans doute le mécanisme le plus archaïque. On a vu qu'elle permet l'état d'alerte face au danger, qu'elle mobilise les réactions de défense ou l'orientation du comportement.
- La **mémoire épisodique** est vraisemblablement également un des premiers systèmes mnésiques à s'être développés chez les hominidés. C'était sans doute la plus adaptée pour donner des réponses aux besoins les plus fondamentaux de l'homme.
- La **mémoire sémantique** est vraisemblablement plus récente dans l'évolution. Elle a sans doute beaucoup évolué depuis que l'homme du néolithique a commencé à classer les pierres en catégorie "apte à faire un outil" ou "inapte à faire un outil" (ou du feu, ou...).
- La **mémoire autobiographique** garde les souvenirs de notre histoire qui peuvent nous être utiles sur le plan émotionnel, affectif, mais aussi en constituant ce que l'on appelle communément "**l'expérience**", et qui s'appuie sur des données culturelles, des expériences vécues, des modes de pensée spécifiques, ce qu'on appelle des "**scripts**" et des "**schémas**". Je reviendrai longuement sur ces notions essentielles dans la compréhension que nous avons du monde. Mais je précise qu'on ne relie généralement pas ces notions de scripts et schémas à la mémoire autobiographique, mais plutôt aux mémoires implicites.
- Les **mémoires implicites**, celles qui ne donnent pas lieu à des représentations verbales. C'est-à-dire qu'on ne "met pas en mots" les données que ces mémoires nous rappellent. On peut les "mettre en gestes", ou en émotions, ou en comportements divers, bref en "représentations" qui ne nécessitent pas le recours au langage. C'est dans cette catégorie qu'on classe généralement les scripts et les schémas, j'y ajouterai les **croiances**, vues comme des déterminants de nos comportements, et **non pas sous l'angle du religieux** qui n'est pas de ma compétence.
- Et puis un système mnésique particulièrement complexe qu'on appelle **mémoire de travail**. Ce concept un peu fourre-tout d'ailleurs va bientôt nous occuper longuement.

Nous avons déjà pas mal parlé de la mémoire émotionnelle (dans le chapitre 3), de la mémoire épisodique, et de la mémoire sémantique. Je n'y reviens pas pour l'instant. Reparlons un peu des autres mémoires.

Mémoire autobiographique

Nous avons tous (sauf si nous sommes amnésique ou atteint de la maladie d'Alzheimer) une représentation de ce qui s'est passé dans notre vie, depuis que nous pouvons nous souvenir. En gros, depuis l'âge de 6 - 7 ans pour des souvenirs organisés, et des flashes assez disparates, mais parfois très intenses, concernant ce qui s'est passé avant. On appelle cette forme de mémoire "mémoire autobiographique". C'est la mémoire à long terme par excellence, puisqu'elle peut durer à peu près toute notre vie, sauf Alzheimer, bien sûr!

Mémoire extrêmement complexe, et qui pose beaucoup de questions:

- Comment se décide en nous que tel ou tel événement "mérite" d'être gardé comme un élément constitutif de notre vie ? Bien sûr, le poids émotionnel joue un grand rôle, mais ce n'est pas le seul déterminant. Le fait d'avoir déjà rencontré une situation similaire, par exemple, facilite aussi cette intégration au corps des souvenirs concernant notre vie.
- Comment se réorganisent ces souvenirs. On sait bien -en particulier depuis les découvertes des psychologues et des psychanalystes- que les souvenirs qui concernent notre vie se modifient, se combinent entre eux, pour nous donner une représentation de notre histoire qui peut s'éloigner parfois sensiblement de la réalité purement historique. On le voit bien quand, par exemple, entre frères et sœurs, on évoque des périodes vécues en commun, combien chacun a parfois remodelé à sa manière le souvenir qu'il a de ces événements.
- Comment retrouve-t-on ces souvenirs ? Le rappel des souvenirs autobiographiques est un des plus imprévisibles qui soient.

Les souvenirs dans cette forme de mémoire sont aussi enregistrés sous deux formes de représentations :

- Une représentation épisodique: j'ai eu la rougeole à 6 ans, je suis rentré au collège à 11 ans, je me suis marié en 68, etc...
- Une représentation sémantique: à cette époque là, on ne vaccinait pas contre la rougeole, les collèges ne fonctionnaient pas comme aujourd'hui, et j'ai dû être pensionnaire, etc... Ma femme faisait tel travail, et elle est née à tel endroit...

Certains de ces souvenirs sont fixés, et n'évoluent plus guère : par exemple le souvenir de ma rougeole. Mais cela ne veut pas dire que ce souvenir soit l'exact reflet de la réalité: j'ai sans doute vécu ma rougeole en fonction de la varicelle que j'avais eue quelques années plus tôt, et sans doute le souvenir que j'ai de ma rougeole est-il un aimable mélange entre des choses vécues lors de ces deux maladies infantiles (et peut-être d'autres dont je n'ai pas gardé précisément la mémoire).

D'autres sont en constante évolution. Je ne vois plus mes premières années de vie professionnelle de la même manière aujourd'hui où je suis en retraite, qu'il y a 10 ou 15 ans. Par contre, la chronologie de ces années est fixée, du moins jusqu'à ce qu'Alzheimer ne me rattrape. Ce déroulement est un peu comme l'échelle de bibliothèque qui permet d'accéder à différents niveaux de souvenir.

Alors, la récupération se fait de plusieurs manières: en remontant l'échelle jusqu'au niveau étiqueté qui nous intéresse. On peut aussi aller directement aux souvenirs, surtout les plus récents ou les plus récemment évoqués. Mais ce sont des voies d'accès assez compliquées, et particulièrement sensibles au vieillissement, et surtout au vieillissement pathologique. Cette récupération des souvenirs est également largement dépendante de notre état émotionnel. Cette mémoire autobiographique est certainement celle que la psychanalyse a le plus exploré.

Bon, jusque là, nous avons parlé des **souvenirs qui peuvent se dire**, s'exprimer verbalement, et être sujets à explications plus ou moins rationnelles. Ceux sont

donc des souvenirs dont l'expression peut être verbalisée, et on parle alors de "mémoires déclaratives".

Mais lorsque vous faites du vélo, vous êtes bien incapable d'expliquer comment ça se fait que vous teniez en équilibre (ou que vous vous cassiez la figure, c'est selon). Vous pouvez disserter sur le braquet utilisé, la dureté de la selle ou la qualité comparative de différents types de dérailleurs. Mais vous ne pouvez expliquer à quelqu'un comment on tient en équilibre d'une manière suffisamment claire pour que, enfourchant pour la première fois une bicyclette, il tienne immédiatement en équilibre.

De même quand vous avez appris à conduire, bien sûr, le moniteur vous expliquait ce qu'il fallait faire. Mais rappelez-vous tout ce à quoi il fallait penser: rétro, vitesses, clignotants, priorités... sans compter la prise en compte des radars ! "Savoir" tout ce qu'il fallait faire vous encomrait plutôt, et heureusement, bien souvent, que le moniteur disposait d'une double commande pour vous éviter la catastrophe! Et puis, tout cela s'est automatisé, et est rentré dans un nouveau type de mémoire, avec le vélo, la technique du repassage, la tenue d'une lime ou d'un rabot... On appelle cette mémoire "mémoire procédurale". Ce qui est intéressant, c'est que cette mémoire agit la plupart du temps en dehors de notre conscience. Quand vous marchez, vous ne pensez pas à tous les muscles que vous mettez en œuvre. Heureusement! Car si vous essayez de "prendre conscience" de tous ces muscles en marchant, cela occuperait tellement votre attention que vous avez toutes les chances de vous casser la figure. En tous cas, je vous défie de disserter en même temps sur les "Propos sur l'éducation" d'Alain ou autres fariboles. De même la plupart du temps, quand vous conduisez, vous laissez votre corps passer les vitesses, mettre les clignotants, ça se fait tout seul sans y penser, sans accaparer votre attention, et si on vous demande à brûle-pourpoint si vous roulez en 4^{ème} ou 5^{ème}, il vous faudra mobiliser des capacités attentionnelles non négligeables pour répondre à la question: le passage des mémoires "non déclaratives" aux mémoires "déclaratives" n'est pas forcément automatique !

Les procédures, et les habiletés, sont en effet des processus **hautement automatisés**, même si pendant la période d'apprentissage, ils sollicitent beaucoup les fonctions attentionnelles, et ce qu'on appelle les "fonctions exécutives", situées essentiellement dans le lobe frontal, nous y reviendrons lorsque nous étudierons cette partie du cerveau.

Il existe aussi une forme d'automatisation pour les processus déclaratifs, ce qu'on appelle les *scripts* et les *schémas*, mais ça ne fonctionne pas exactement pareil. Nous allons, là aussi, en reparler bientôt.

Bon, on a à peu près fait le tour de tout ce qu'on peut appeler **mémoires permanentes et mémoires à long terme**. En effet, les souvenirs engrangés dans ces mémoires restent au moins quelques jours, parfois des années, voire toute une vie. N'oubliez pas non plus que cette distinction entre les différentes mémoires est un peu factice. C'est une manière pour nous de comprendre les choses. Mais tous

ces processus ne sont pas du tout séparés les uns des autres. Ils sont interconnectés, et tout cela fonctionne en synergie... enfin quand tout va bien.

Le moteur de recherche : la mémoire de travail.

On vient donc de décrire en quelque sorte une série de banques de données, avec des caractéristiques de fonctionnement propres. Maintenant, il va falloir s'en servir. Ce n'est pas tout d'avoir ces données en mémoire, encore faut-il :

- Savoir ce qu'on veut faire,
- Prendre dans l'environnement les informations nécessaires,
- Les garder "sous le coude" le temps qu'il faut,
- Décider quels souvenirs il faut aller chercher dans les différentes banques de données, en fonction de la tâche à effectuer,
- Trouver aussi rapidement que possible le chemin d'accès à ces données
- Les garder, elles aussi "sous le coude" le temps nécessaire
- Mettre tout cela dans le bon ordre pour résoudre le problème donné.

Alors on a regroupé les différents systèmes qui s'occupent de tout ça sous le terme de "MEMOIRE DE TRAVAIL". Qu'on appelle aussi parfois de manière impropre "mémoire à court terme", car elle utilise des données temporairement activées, mais qui sont, l'ouvrage terminé, soit effacées, soit renvoyées dans leurs foyers - éventuellement modifiées- si c'étaient des données internes, ou bien, s'il s'agit de données nouvelles qui paraissent intéressantes, engrangées dans la structure mnésique la mieux adaptée pour les accueillir.

1. Savoir ce qu'on veut faire :

Voilà sans doute la question la plus difficile à traiter. Comment notre cerveau s'y prend-il pour savoir ce qu'il doit faire ?

Tout d'abord, il faut que la personne ait une intention. Qu'elle ait décidé de faire quelque chose, qu'elle se soit appropriée le problème qu'elle va tenter de résoudre. Disons le tout net, au jour d'aujourd'hui, personne ne sait au juste comment se crée cette intention, comment se prend la décision. Ce n'est d'ailleurs pas, à mon avis, du ressort de la neuropsychologie, mais bien plutôt de la philosophie. Car on touche là quelque chose qui est du ressort de la liberté de la personne, et j'espère bien qu'on respectera cette liberté.

Ce qui nous intéresse, c'est de savoir quels moyens notre cerveau utilise pour mettre en œuvre nos intentions, et les décisions que nous avons prises.

Il s'agit donc pour notre cerveau de se faire une **représentation** de la situation. **Cette notion de représentation est des plus importantes**, et nous allons nous y attarder assez longuement. Mais pour pouvoir traiter la question des représentations, il nous faut d'abord développer les points suivants qui éclaireront les mécanismes par lesquels la représentation se construit.

2. Prendre dans l'environnement les informations utiles.

Ces informations peuvent être cognitives ou émotionnelles... ou un mélange des deux. Nous avons vu dans le chapitre 3 combien ces deux types d'information peuvent se mélanger. Et si je n'ai traité à l'époque que les émotions liées à la peur, vous pouvez imaginer assez aisément comment les émotions liées au désir et l'affectivité peuvent aussi intervenir. Les mécanismes sont les mêmes.

Concernant les informations cognitives, elles sont le plus souvent de nature visuelle et auditive. On a vu, tout au long des chapitres 9 et 10 comment se forment les images, comment le cerveau reconnaît (gnosies) les différents éléments de ces images. Le mécanisme des gnosies (vous vous souvenez, le "filet de capture", la "matrice") est très rapide, et donne presque instantanément des éléments de reconnaissance concernant la scène observée. Mais ces éléments sont très frustrés, ils doivent être affinés, et surtout mis en rapport les uns avec les autres pour permettre une compréhension globale de la scène observée. Et cette analyse indispensable, il faut un peu de temps à notre cerveau pour l'effectuer³. Et surtout pour savoir ensuite ce qu'il faudra faire de ces informations ! Etant donné que nos yeux bougent tout le temps, les images transmises à notre cerveau se modifient continuellement. Par exemple lorsque vous marchez, les mouvements de votre corps font que à chaque pas, l'image transmise par vos yeux est en continuel mouvement. Pourtant, vous avez le sentiment d'une stabilité de l'environnement. De même, lorsque le joueur de tennis, ou le joueur de foot, prend l'information de ce que son adversaire fait de la balle ou du ballon, cette image change très vite. Trop vite pour pouvoir analyser tous les paramètres. Alors notre cerveau met l'image la plus cruciale, celle où l'adversaire frappe la balle, par exemple, dans une espèce de mémoire tampon, qui "fige" le mouvement le temps de l'analyser, et la garde le temps nécessaire, qui peut varier de quelques fractions de secondes pour le joueur de foot ou de tennis, ou plusieurs secondes, voire plusieurs minutes, pour le peintre qui travaille sur sa toile d'après nature. On appelle cette mémoire-tampon le "**calepin visuo-spatial**". Terme qui a été introduit par Baddeley, auteur d'un des ouvrages les plus complets sur la mémoire, même s'il commence à dater un peu⁴. L'image placée dans le calepin est réajustée au fur et à mesure des besoins et de l'évolution de la situation.

Un exemple d'utilisation: vous voulez traverser une rue sur un passage piétons. Vous "photographiez" la scène visuelle, en prenant les informations nécessaires: direction à prendre, hauteur du trottoir, estimation de la largeur de la rue (en nombre d'enjambées nécessaires pour faire la traversée, ce qui vous donne une notion du temps nécessaire), image des différents bâtiments de la rue. Ces informations sont généralement nécessaires pour établir grosso modo le programme moteur de cette traversée de rue. Vous pouvez alors vérifier qu'il n'y a pas de voiture, ni de danger particulier, et vous déclenchez le programme moteur de traversée. Ça se fait de manière très automatique. Jusqu'au moment

³. et d'ailleurs d'autant plus de temps que des éléments de la scène se présentent sous forme "non canonique", voir p. 71 dans le chapitre 9.

⁴. Alan Baddeley, *La mémoire humaine*, PUG.

où vous abordez le trottoir d'en face. Là, vous réajustez le calepin, puis le programme moteur pour affiner les derniers pas avant le trottoir et l'enjambée nécessaire pour monter sur ce trottoir. Arrivé sur ce trottoir, vous allez tourner à gauche à droite, selon vos intentions. Pendant que vous effectuez ce virage, vous réajustez l'image des différents bâtiments qui bordent la rue. En effet, vous n'allez pas voir les bâtiments de la même façon lorsque vous les voyez de face pendant la traversée, et en enfilade après avoir tourné sur le trottoir. Pourtant, il est indispensable de faire la correspondance entre les deux visions si vous voulez vous repérer dans l'espace et "reconnaître" que vous êtes toujours sur la bonne rue! Ce sont les différents réajustements des images mises en mémoire dans le calepin visuo-spatial qui vous permettent cela.

J'ai pris l'exemple d'une traversée de rue. En écrivant cela, j'avais le souvenir ému de ce jeune en fauteuil roulant manuel, chez qui ce calepin fonctionnait mal. Ce qui d'ailleurs l'avait empêché d'apprendre à lire et à écrire. Lorsqu'il abordait une rue en disant "je traverse", il descendait du trottoir sur la rue - en utilisant bien le "bateau" - et... virait à gauche ou à droite, s'engageant résolument face aux voitures arrêtées pour le laisser passer, et il s'arrêtait ne comprenant pas ce qui lui arrivait. Chez lui, tout se passait comme si l'image qu'il mettait dans son "calepin visuo-spatial" subissait une espèce de rotation, et il ne parvenait pas à assurer la stabilité de son environnement (cela lui posait des tas de problèmes dans différentes situations de la vie courante).

Et puis, lors de l'analyse de la scène, vous avez peut-être flashé sur une créature de rêve sur l'autre rive (garçon ou fille suivant vos affinités) qui sollicite votre attention pour analyse plus fine... et peut-être modification conséquente de votre itinéraire ! Dans ce cas, il y a de grandes chances que lors du réajustement de votre calepin, votre attention se focalise sur d'autres éléments que ceux prévus au départ, et que votre prise d'informations se modifie. Il faut donc qu'il existe une structure capable de gérer tout cela. Suite à Baddeley, on va l'appeler "**organisateur central**", ou "**centre exécutif**" comme on l'appelle plus volontiers maintenant. Ce centre exécutif gère le calepin visuo-spatial, mais aussi d'autres systèmes que l'on dit "asservis".

La boucle phonologique. Le second système de prise d'information concerne en effet l'information verbale. Nos oreilles nous ont aussi amené des informations complexes sur les sons de notre environnement. Ceux qui sont reconnus comme étant de la parole humaine par nos gnosies auditives, vont devoir être analysés par les centres du langage. Mais cela aussi peut prendre un peu de temps à notre cerveau, et ces sons passent très vite. Il est donc également nécessaire de maintenir ce qu'on vient d'entendre disponible pour analyse, le temps nécessaire. C'est là qu'intervient le second système asservi qui opère ce maintien. On l'appelle - toujours d'après Baddeley - "Boucle phonologique". Pour se faire une bonne idée de son fonctionnement, rappelez-vous. Quand vous tentez d'apprendre une langue étrangère, vous pouvez avoir du mal à reconnaître d'emblée les mots utilisés par votre interlocuteur. Par

exemple, vous tentez d'apprendre l'Allemand. Votre interlocuteur vous dit "haben sie ein uhr?" (avez-vous une montre ?). Vous reconnaissez aisément "haben sie ein..." (avez-vous un...) et là vous hésitez: votre interlocuteur a-t-il dit "Uhr" (montre) ou "Ohr" (oreille) ? Vous vous repassez mentalement la phrase que vous venez d'entendre, pour tenter de déterminer ce qu'a vraiment dit votre interlocuteur. Eh bien c'est cette fameuse "boucle phonologique" qui vous permet de vous repasser mentalement la phrase: un peu comme pour le calepin visuo-spatial, elle a gardé "figée" dans une boucle la dernière phrase, le temps nécessaire pour l'analyse. Pendant ce temps, évidemment, l'interlocuteur a continué à parler, et vous êtes largué. Mais c'est une autre histoire !!!

Il y a sans doute d'autres systèmes asservis, concernant en particulier la mise en œuvre des habiletés (la programmation motrice, le toucher), et la gestion émotionnelle, mais je ne pense pas que ces sujets aient été encore étudiés.

3. Garder ces informations "sous le coude" :

Par exemple, si vous faites mentalement une règle de trois (exemple $\frac{12 \times 3}{4}$) Bon, je divise 12 par 4. Il faut que je mette en réserve le "X 3" pendant le temps où je vais chercher dans mes souvenirs de table de divisions (ou, plus compliqué encore en mobilisant les tables de multiplication jusqu'à $3 \times 4 = 12$) le résultat du $12/4$. Je trouve 3: je récupère le "X 3", je fais $3 \times 3 = 9$. Si je passe à autre chose, je vais très vite oublier le $\frac{12 \times 3}{4}$ pour ne retenir que le résultat et en faire ce qu'il convient. Ma mémoire de travail a donc des capacités de garder à court, voire très court terme, des informations. Certains auteurs ont appelé "buffers" ces systèmes de "mise sous le coude".

Mon centre exécutif, dans l'histoire, a eu du boulot ! Il lui a fallu mettre dans le *buffer* les données du problème, le temps de choisir le mode de résolution du problème, qui est du ressort des "fonctions exécutives" (encore un truc dont on va parler plus tard), et découper cette résolution en différentes démarches. Lorsqu'il a eu la réponse "diviser 12 par 4", il faut aller chercher les tables de division dans la mémoire idoine, activer le mécanisme cognitif de la division, mettre "X 3" en réserve, activer la multiplication, etc...

Alors, comment ça marche ce fameux centre exécutif ? Et où se situent cette mémoire de travail et ses différentes composantes ? C'est encore un sujet de recherche très actives, mais on sait tout de même pas mal de choses.

D'abord, une région cruciale pour le centre exécutif est située dans le cortex préfrontal. On a repéré dans cette partie du cerveau des régions qui s'activent lorsque, par exemple, les voies "où" et "quoi" du traitement visuel sont sollicitées. Une hypothèse serait que ces régions préfrontales ont pour fonction non pas de "prendre" les informations pour les traiter, mais de les maintenir actives. Alors que lorsqu'on a fini de recevoir les informations, normalement les réseaux de neurones visuels et auditifs sont très rapidement remis à zéro pour

voir ou écouter la suite. Le diagramme suivant (figure 35), tiré d'un numéro spécial mémoire de "Pour la Science"⁵, montre clairement ce processus lors d'une tâche visuelle chez le macaque.

Mais l'activité de la mémoire de travail dépasse largement ce cadre visuel. Il lui faut aussi gérer, nous l'avons vu, des informations verbales, et nous verrons l'importance que cela revêt dans les problèmes de dyslexies. Mais également des habiletés et des procédures.

Par exemple, je vois un jeune qui, ayant un peu froid, veut ouvrir son radiateur. Mais ce jeune est en délicatesse avec tout ce qui est orientation spatiale. Il cherche à tourner le bouton du radiateur dans le mauvais sens.

Lorsque j'ai vu ce jeune s'escrimer en vain, ses efforts ont activé - par l'intermédiaire des neurones miroirs dont nous avons parlé au chapitre 10 - activé chez moi le geste correspondant. Son intention exprimée (réchauffer la pièce) a été également perçue, et dans ma mémoire de travail, a activé le geste d'ouverture du radiateur. Dans l'autre sens, le bon cette fois. L'évocation de ces

⁵ Laurent Petit et Laure Zago *Les bases neurales de la mémoire de travail* in Dossier Hors série Pour la Science n°31, Avril-juillet 2001, p. 118

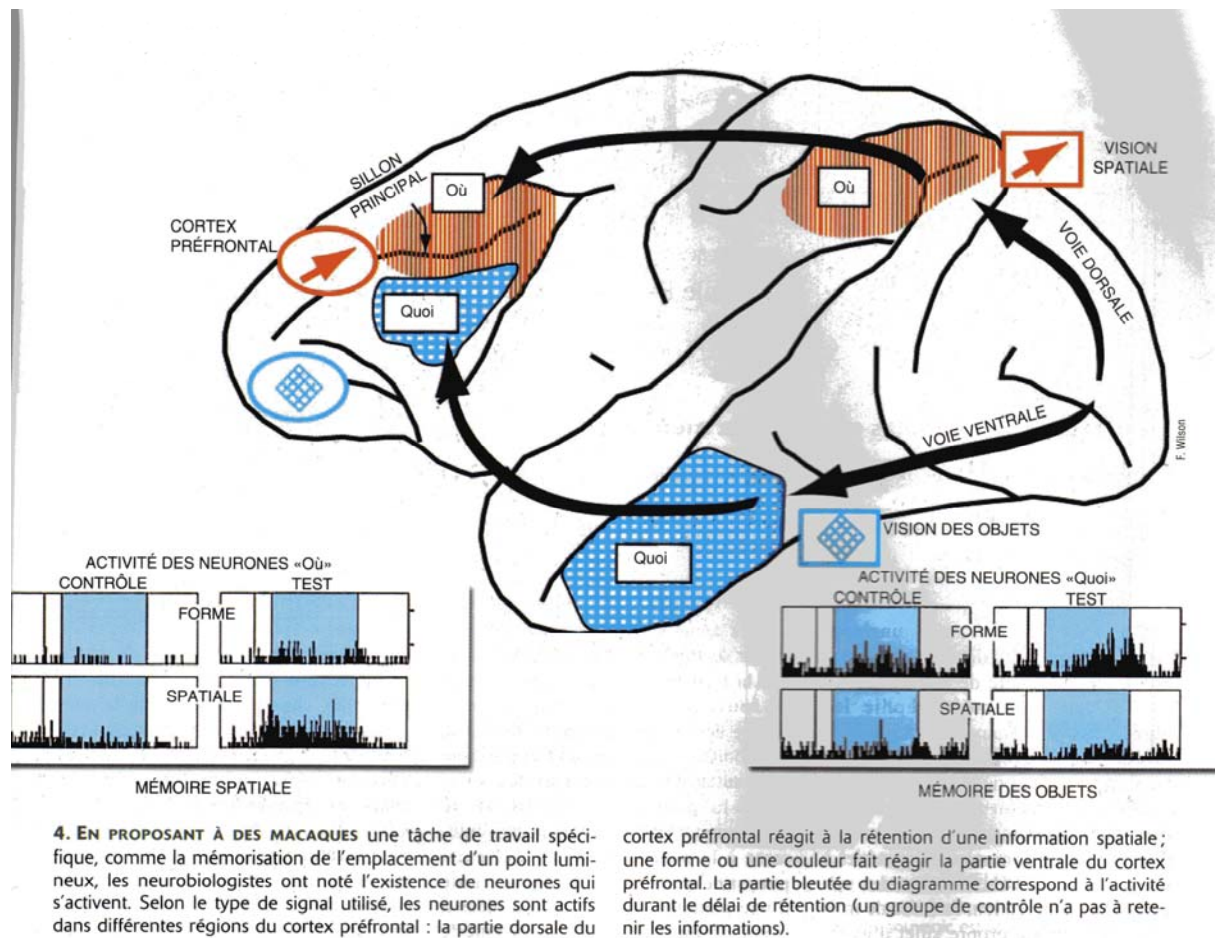


Figure 36

deux gestes contraires entre en conflit, ce que détecte immédiatement ma mémoire de travail. Et cela induit sans doute dans mon système émotionnel qui n'aime pas ce genre de conflit, l'envie de lui dire "mais espèce d'idiot, tourne donc dans l'autre sens !". Mais ma mémoire de travail n'a pas oublié non plus un paramètre de la situation : je suis psychologue, en situation d'accompagnement de ce jeune, et un psychologue ne traite pas un jeune d'idiot ! Ma mémoire de travail fait alors intervenir un autre mécanisme dont nous parlerons lorsque nous aborderons les mécanismes de l'attention et des apprentissages : l'inhibition. Je bloque donc ma première réaction émotionnelle et finis par lui proposer gentiment "et si tu tournais dans l'autre sens ?"

Ce faisant, ma mémoire de travail a dû activer un certain nombre de systèmes :

- Le système visuel d'analyse de la scène
- Le système procédural qui me permet de constater l'erreur sur le sens
- Les zones émotionnelles dans les profondeurs de mon cerveau
- Mon système attentionnel

- Mon système de production verbale pour traduire en mots les notions non verbales de sens "vissage - dévissage" permettant d'ouvrir ou fermer un robinet. Ce système est plutôt situé dans les régions temporales de l'hémisphère gauche.
- Le système inhibiteur qui se trouve plutôt dans les régions frontales où s'opère le contrôle des émotions et la gestion "morale" de ma vie.
- La partie sémantique de ma mémoire autobiographique qui me rappelle entre autres que je suis psychologue en situation de travail.
- ... et j'en oublie sans doute !

Vous le voyez, la mémoire de travail gère certainement bien d'autres sous-systèmes que la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial qui ont été étudiés par Baddeley en particulier. D'autre part, le centre exécutif, que l'on situe dans la mémoire de travail, peut être tout aussi bien classé dans les systèmes attentionnels. M. Van der Linden en particulier a bien étudié ces relations.

Bon, j'ai un peu bousculé le bel ordonnancement de mon plan initial. Les points qui restaient, c'est-à-dire :

4. *Décider quels souvenirs il faut aller chercher dans les différentes banques de données, en fonction de la tâche à effectuer,*
5. *Trouver aussi rapidement que possible le chemin d'accès à ces données*
6. *Les garder, elles aussi "sous le coude" le temps nécessaire*
7. *Mettre tout cela dans le bon ordre pour résoudre le problème donné.*

Ont été traités un peu en vrac dans mon 3°. J'attire simplement votre attention sur le point 5, car trouver le chemin d'accès est souvent **le** problème lorsqu'on a des difficultés mnésiques !