

UN CERVEAU, COMMENT ÇA MARCHE ? (XIII)

QUELQUES CONSEQUENCES PEDAGOGIQUES

Le chapitre précédent nous a permis de pointer quelques unes des conséquences du fonctionnement de la mémoire sur la manière d'aider les enfants en difficulté. Je ne pensais pas m'étendre sur ce sujet dès maintenant, mais lors d'une récente rencontre, Edith Conte m'a incité à aller un peu plus loin.

Nous avons vu que lorsqu'on donne une information à un enfant (ou à un adulte, d'ailleurs), cette information peut s'inscrire dans sa mémoire sous plusieurs formes.

D'abord, les mots employés pour présenter cette information vont activer chez cet enfant des "filets de capture" qui sont en rapport avec ses expériences précédentes, ses connaissances sur le monde, ses émotions du moment, sans compter son état de vigilance attentionnelle. Pour donner un exemple, imaginons cet enfant qui vient de chez le dentiste parce qu'une dent lui faisait mal, et que ce dentiste ait parlé de la "racine" de la dent. Le filet de capture "racine" sera assez facile à potentialiser. Et ce filet de capture s'il est sollicité activera toute une série de souvenirs émotionnellement chargés liés au "script du dentiste". Or justement, voilà que le professeur de mathématiques choisit ce moment pour introduire la notion de "racine carrée". (Oui, je sais, le hasard fait bien les choses, surtout quand c'est moi qui le provoque pour les besoins de ma démonstration). Le "filet racine" qui va être opérant sur le moment n'est pas du tout adapté à la capture du sens qu'a ce mot en mathématiques. Pour peu que le souvenir du dentiste soit très prégnant, le "schéma" racine carrée risque de peiner à se mettre en place.

Pour le maître, depuis le temps qu'il jongle avec ces notions, le "schéma racine carrée" est bien établi. Cela prend sens pour lui. Il sait qu'il va devoir l'apprendre à ses élèves, que ce n'est pas une notion simple. Comme c'est un bon pédagogue, il reprend plusieurs fois ses explications, sonde son auditoire, s'assure que c'est à peu près compris. Pour l'instant, chez la plupart de ses élèves, le mot "racine carrée" est maintenant une connaissance. Il pourra devenir un "schéma" après de nombreux exercices d'application, et permettre à l'élève une harmonieuse progression dans la science des mathématiques. Mais le chemin qui mène de la première activation du « filet de capture » à l'aisance dans la manipulation du concept \sqrt{x} est soumis à un certain nombre d'aléas !

Comment cette information va-t-elle donc s'inscrire en mémoire ?

- 1) Elle peut s'inscrire dans la mémoire épisodique, comme un événement parmi d'autres de la journée, ce qui lui permettra peut-être plus tard de dire à un copain de classe « tu te rappelles le jour ou le prof nous a parlé des racines carrées », par exemple . Cela ne veut évidemment pas dire qu'il ait compris le

début du commencement de ce que peut être cet objet mathématique bizarre. Pourtant, nous allons le voir, cette inscription événementielle, est indispensable pour l'avenir mathématique du jeune en question. D'autant que les explications qui vont suivre pourront être également enregistrées, même si l'élève n'y comprend pas un traître mot, dans sa mémoire épisodique. Tout cela constituant une **base documentaire brute**, un peu comme s'il avait enregistré le cours au magnétophone (et le magnétophone ne "comprend" pas ce qu'il enregistre). Il pourra réutiliser cette base documentaire par la suite, par exemple lorsqu'il révisera ses cours, et qu'il tentera de rassembler ces éléments disparates pour y comprendre un peu quelque chose. Mais nous l'avons vu ces informations, dans ce système de mémoire, ne sont pas traitées.

- 2) Il peut, lors des explications du maître, traiter **sémantiquement** l'information. Je m'explique. Le maître évidemment, va s'efforcer, pour rendre la chose compréhensible, de s'appuyer sur des connaissances que les enfants de la classe ont déjà. Certaines de ces connaissances sont restées des connaissances, d'autres ont pris le statut plus dynamique de schéma. Dans l'exemple de la racine carrée, le maître va sans doute parler de « multiplication », d' « élever au carré » (multiplication d'un nombre par lui-même), et d'opération inverse, extraire la racine carrée (même s'il ne l'appelle pas comme ça, c'est bien la notion qu'il faut qu'il fasse passer, l'opération inverse d' « élever au carré »). La notion d'opération inverse est toujours assez délicate à mettre en œuvre (par exemple passer de la multiplication à la division...¹).

Plusieurs cas de figure peuvent alors se présenter :

- a) Un nombre suffisant de ces connaissances sont engrammées (c'est-à-dire enregistrées **de manière dynamique** dans sa mémoire) sous forme de schémas, supposons dans notre exemple, « multiplication », et « élever au carré ». La seule opération un peu compliquée s'avère alors être d'**inverser** le schéma « élever au carré ». L'enfant va pouvoir concentrer son attention sur cette opération, et intégrer cette nouvelle connaissance dans sa mémoire sémantique. Même s'il revient de chez le dentiste, ça ne posera pas trop de problème ! L'impression d'avoir compris le cours sera satisfaisante, et il pourra assez rapidement par la suite mobiliser cette connaissance sur différentes applications, et progresser en mathématiques. Quand on évoquera devant lui le mot de « racine carrée », ce sera un indice qui assez rapidement « ouvrira » le réseau « multiplication » et « carré », et lui permettra, en retrouvant dans sa mémoire épisodique les explications du professeur, de refaire mentalement le parcours que le professeur a indiqué, et progressivement d'acquérir la **connaissance** de ce qu'est une racine carrée.

¹ Par exemple, dans le « jeu du passeur », qui consiste à résoudre le problème : un passeur doit faire traverser la rivière à un loup, une chèvre et un chou, il ne peut transporter que deux à la fois, et il ne doit jamais laisser seuls le loup et la chèvre, ou la chèvre et le chou, parce qu'évidemment, le loup mangerait la chèvre et la chèvre mangerait le chou. Pour résoudre ce problème il faut à un moment donné que le passeur emmène deux des protagonistes et **en ramène un** au point de départ. C'est souvent très difficile à concevoir, cette opération inverse. Ce jeu est d'ailleurs, soit dit en passant, un bon moyen d'exercer les enfants qui ont des difficultés à développer cette notion d'opération inverse.

Puis le *schéma* racine carré, c'est-à-dire un nouveau réseau de capture, intégré dans l'ensemble des réseaux du domaine mathématique. Bon, ça, évidemment, c'est le cas idéal !

- b) L'enfant a toutes les connaissances nécessaires : il sait ce qu'est une multiplication, il sait ce que c'est que le carré d'un nombre... mais ces connaissances ne se sont pas automatisées. Elles ne sont pas devenues des "schémas". Lors des explications du professeur, il va bien mobiliser ces connaissances, comme il pourra. Mais comme elles ne sont pas automatisées, elles vont encombrer sa mémoire de travail, et accaparer ses ressources attentionnelles. Alors quand il va falloir faire l'opération inverse, il va avoir du mal. Pourtant, la mobilisation de connaissances acquises lui donnera l'impression d'avoir compris. Par contre, pour l'utiliser sur un exercice, ça risque de « ne pas le faire » ! Il va s'efforcer de garder en vrac tout ce qui a été évoqué lors de ce cours dans sa mémoire épisodique, ce qui lui permettra peut-être de le restituer plus tard au professeur sous forme de « question de cours », mais en échouant de manière très frustrante (pour lui comme pour le maître) à toute tentative d'explication. Se rappelant qu'il est question de carré, ou de multiplication, il va utiliser ces notions un peu au petit bonheur à partir des données de l'exercice, et évidemment le résultat ne sera pas à la hauteur. De plus, l'indice « racine carrée » ne fonctionnera pas très bien. Je veux dire par là qu'il « ouvrira » peut-être le souvenir en mémoire épisodique... à condition que le souvenir du dentiste et de sa « racine des dents » ne parasite pas ce chemin d'accès ! Pourtant, la situation n'est pas désespérée. A condition que le professeur donne des indices suffisamment parlants, **et utilise strictement les mêmes indices** lorsqu'il voudra évoquer le concept de racine carrée. L'acquisition de cette connaissance restera laborieuse, mais elle lui permettra peut-être de ne pas être largué.
- c) Les connaissances de base ne sont pas acquises : par exemple, l'enfant « sait » ce qu'est une multiplication (sans que ce soit un schéma), mais, lorsqu'on évoque le carré d'un nombre, c'est le « réseau de capture » du « carré » figure géométrique qui s'impose². Là, pour peu que la séance chez le dentiste ait été douloureuse, l'image d'une dent avec une racine carrée (ça doit faire drôlement mal, ce truc là) risque de faire complètement passer à la trappe les explications du professeur (même sa mémoire épisodique n'en gardera qu'une trace vague, plutôt connotée négativement dans sa mémoire émotionnelle)... et de provoquer une allergie durable aux « racines carrées », voire à tout ce qui concerne les mathématiques. Autrement dit, ses **représentations dans le domaine concerné** (ici les mathématiques) ne sont pas du tout automatisées ni même établies, et ce sont des représentations venues d'autres domaines qui viennent parasiter la tâche en

² Et encore, il n'est pas sur que tout ce qui est plus ou moins pourvu d'angle droit ne rentre pas dans le concept « carré » : rectangle, losange, voire parallélogramme ou hexagone ne rentre pas dans la catégorie « carré » pour certains enfants. Mais il ne faut pas non plus oublier que dans certains cas, l'image du carré (du vrai) soit opérante comme support visuel de la notion de carré d'un nombre.

cours. Evidemment, là, l'apprentissage des racines carrées est sérieusement compromis !!!

- d) L'enfant n'a vraiment aucune connaissance concernant les prérequis pour l'apprentissage en cause (ici la notion de multiplication, par exemple), et dans ces conditions, l'enfant se trouve en échec total, avec toute la souffrance que cela peut provoquer. Selon un mécanisme qui doit commencer à vous être familier, il risque de réagir soit en s'effondrant dans une position dépressive, soit par des troubles du comportement, soit en tentant de donner le change. Et pour donner le change, il usera de tactiques diverses et variées qui, un jour ou l'autre, lui retomberont sur la figure !

Comme vous pouvez le voir à partir de cet exemple des difficultés mnésiques, de multiples facteurs peuvent intervenir dans les troubles des apprentissages:

- Les expériences de vie. Par exemple l'intervention du "script du dentiste" dans un espace où il n'aurait en principe rien à faire, celui des mathématiques. Mais aussi les expériences bonnes ou mauvaises que telle ou telle connaissance ait ou non pris le statut de script ou de schéma. Et là, l'ambiance culturelle dans laquelle vit l'enfant peut sérieusement intervenir. Mais attention, dans ce domaine, il faut se garder des simplifications. Ce n'est pas forcément le niveau socio-économique qui joue le plus. C'est plutôt la capacité développée dans la famille et l'entourage d'acquérir de nouveaux scripts et de nouveaux schémas. Un enfant placé dans un milieu aisé où il serait abandonné devant la télé, avec tout ce que cela comporte comme habitude d'enregistrer des faits et des images sans les traiter serait plus en danger dans ses apprentissages³ qu'un enfant d'un milieu plus modeste où il lui faut sans arrêt chercher des solutions à des problèmes divers et variés (y compris pour trouver des jouets). La "fermeture" des capacités d'évolutions des scripts et schémas dans des milieux où les croyances (au sens défini dans le chapitre précédent, et qu'elles soient religieuses ou non) sont très rigides peut également être un frein aux apprentissages.

Mais si le milieu de vie peut avoir une influence, le moment précis d'un apprentissage peut aussi jouer un rôle important : dans le cas "b", par exemple, l'expérience du dentiste juste au moment de l'apprentissage des racines carrées peut s'avérer catastrophique, alors que si l'enfant n'avait pas eu mal aux dents, ce télescopage de scripts n'aurait pas eu lieu, et il n'aurait peut-être pas "coulé" en maths ! Curieuse influence de l'excès de sucreries et de coca-cola sur l'apprentissage des mathématiques !

- On voit aussi dans les exemples précédents comment un simple grain de sable (un empan en mémoire de travail un tout petit peu trop faible, un léger déficit attentionnel, une petite difficulté d'accès aux connaissances sémantiques, etc...) peut avoir des conséquences importantes à long terme. En effet, les apprentissages pour être solides doivent s'appuyer sur un véritable empilement de schémas intriqués les uns dans les autres. Schémas qui sont comme les

³ Pour peu qu'il ait quelques "grains de sables" lui rendant un peu difficile telle ou telle opération mentale.

mailles des "filets de capture" permettant la compréhension de plus en plus fine du monde. Et qui correspondent à l'automatisation des connaissances. S'ils ne parviennent pas à se constituer, cette automatisation ne se fait pas. Et la charge de la mémoire de travail augmente tellement qu'elle rend les choses encore plus difficile pour l'enfant. Ces automatisations doivent également rester "ouvertes" et ne pas se fermer en "croyances" immuables sur le monde, ce qui bloquerait l'évolution des possibilités d'apprentissage.

Alors, sachant tout cela, comment les parents, les enseignants, confrontés aux difficultés d'un enfant peuvent-ils tenter de faire évoluer les choses ?

Tout d'abord, vous avez sûrement noté, tant dans le chapitre 12 que dans les lignes qui précèdent, l'importance que revêt **l'automatisation des processus** sous forme de scripts et schémas, pour que les apprentissages puissent se faire correctement. Cela n'a pas échappé aux pédagogues qui depuis la nuit des temps s'efforcent de conduire leurs élèves sur cette voie. Seulement, ça ne "marche" pas toujours. Et pour peu qu'un grain de sable bloque l'automatisation d'une partie du processus, un apprentissage peut être gravement perturbé. L'exemple un peu grossier que j'ai pris de la "racine carrée" en est l'illustration : un enfant qui ne parviendrait pas à établir le schéma de ce concept aurait les plus grandes difficultés à progresser par la suite en mathématiques.

Et quand on repère chez un enfant - ou plus généralement un étudiant, quel que soit son âge- qu'une notion essentielle n'a pas été automatisée, on s'efforce généralement, par des exercices divers et variés, de parvenir à compenser ce manque. Des outils fort bien faits qui poursuivent ce but existent. Je citerai par exemple le PEI (Programme d'Enrichissement Instrumental) de Feuerstein, ou les ARL (Ateliers de Raisonnement Logique). Or, on remarque souvent quand on utilise ces outils, que l'enfant parvient à "automatiser" les exercices qui lui sont proposés, mais ne les "transfère" pas sur d'autres exercices de même structure. Par exemple, il réussit tous les exercices de croisement de données de ces outils, mais lorsqu'il se retrouve en classe devant un exercice qui nécessite exactement l'application du même croisement de données, il ne pense absolument pas à appliquer ce qu'il a appris avec son rééducateur. On retrouve d'ailleurs ce phénomène lorsqu'un enfant qui "peine" en classe a fait l'objet de toute l'attention de son enseignant, qu'il est parvenu à effectuer avec cet enseignant certains types de tâche, mais que dès qu'il change de classe, et surtout d'enseignant, tout se passe comme si ces apprentissages durement acquis s'effaçaient. Cela peut d'ailleurs parfois mettre la zizanie dans certaines équipes pédagogiques, ou le nouvel enseignant soupçonne l'enseignant précédent de favoritisme, ou du moins de manque de rigueur dans son enseignement et dans ses contrôles de connaissance.

Or ce qui se passe dans ce cas relève généralement d'un phénomène qu'on a rencontré dans le chapitre précédent, l' "**indiçage**".

Les indices qu'a intégré l'enfant sont alors liés à la **situation dans laquelle il a effectué l'apprentissage** (la personnalité du rééducateur ou de l'enseignant, le lieu de cet apprentissage, les mots employés, etc...) et non pas à la **structure de la tâche**.

Alors, comment peut-on tenter de dépasser ce problème? A l'évidence, il faut tenter d'améliorer les conditions d'indiciage, et surtout établir une sorte de "code des indices" qui sera utilisé strictement par tous les intervenants. Notre souci de bien faire comprendre, lorsqu'on aide un enfant en difficultés, nous conduit souvent à lui expliquer les choses de plusieurs manières différentes, en espérant qu'une de ces manières au moins lui permettra de "comprendre". Seulement voilà, ce faisant, on risque de lui fournir une multitude d'indices dont il ne sait plus que faire, et qui finissent par encombrer sa mémoire de travail. Il est plus efficace, lorsqu'on utilise des outils comme ceux que j'ai cités - mais c'est vrai pour tous les outils pédagogiques - avec un enfant en difficulté, d'utiliser les mêmes mots clés, surtout quand on essaye de l'aider à transférer ce qu'il a appris dans un exercice sur une autre tâche semblable. Lui donner des indices concis, nets, forts, et **toujours les mêmes**. Si par exemple on lui a fait faire un exercice où il faut croiser les données, en utilisant l'indice "*croiser*", lorsqu'on lui demandera d'appliquer cette technique à une tâche concrète, réutiliser le terme "*croiser*", et pas un autre. Même le ton utilisé peut compter.

Mais ce n'est pas tout. Si on veut parvenir à un résultat plus stable, il faudrait que l'enseignant qui par la suite aura besoin de faire faire le même transfert de connaissances à l'élève utilise le même indice. Ce qui suppose des contacts, et une certaine confiance mutuelle, entre le rééducateur et l'enseignant, ou entre les enseignants qui se succèdent dans la vie d'un élève "difficile". C'est malheureusement rarement le cas. Et cela va à l'encontre d'une tendance assez forte des différents enseignants à être attachés à "leurs" méthodes pédagogiques, et à assez mal accepter qu'elles puissent être remises en cause.

Loin de moi l'idée que toutes les méthodes pédagogiques doivent être standardisées. Pour la plupart des élèves, ceux qui n'ont pas trop de difficultés, cette variété des méthodes pédagogiques est plutôt une bonne chose, en cela qu'elle permet aux jeunes d'assouplir leurs automatismes, et de les mettre en œuvre dans des situations variées. Elle évite que des schémas se transforment en "croyances" rigides (au sens que j'ai donné au mot "croyances" dans le chapitre précédent).

Mais pour les élèves en difficulté, cette standardisation des indices est un passage presque obligé pour qu'ils parviennent à dominer leurs problèmes. D'ailleurs, la plupart du temps, après un temps d'adaptation, ils apprendront à repérer chez leur nouvel interlocuteur les nouveaux indices que celui-ci utilise généralement. C'est surtout au moment crucial du passage de l'un à l'autre que c'est important, pour éviter que l'enfant ne sombre, ce qui est toujours beaucoup plus difficile à récupérer par la suite.

Un autre problème pédagogique peut se poser. Les enseignants considèrent souvent qu'il faut faire chercher l'enfant, plutôt que de lui donner tout de suite les réponses. Et ils établissent leur pédagogie sur cette recherche où ils conduisent pas à pas l'élève à trouver des réponses qui lui permettront de construire ses apprentissages. Lorsqu'un enfant n'a pas de problème cognitif majeur, cette pédagogie est très adaptée. Mais il arrive que certains enfants soient mis en

difficulté par cette pédagogie. Ces élèves ont tendance à se laisser piéger par la première perception qu'ils ont de la situation. Ils établissent une réponse erronée, et ne parviennent plus à s'en dégager. Un article paru dans la revue « pour la science » n°297 en juillet 2002⁴ traite précisément de la correction des erreurs de raisonnement. Il montre que corriger les erreurs perceptives est plus difficile qu'apprendre à les éviter pendant la durée de l'apprentissage. Ils préconisent d'intégrer l'inhibition des biais de raisonnement dans l'apprentissage lui-même.

Cet article rejoint dans ses conclusions un autre modèle développé par Van der Linden, dans un tout autre contexte (celui de la rééducation de la mémoire chez les personnes vieillissantes), celui de l'*Apprentissage sans erreur* qui consiste à multiplier lors des apprentissages les indices permettant d'éviter l'erreur, et d'estomper progressivement ces indices par la suite⁵. Ce modèle postule qu'un déficit du fonctionnement de la mémoire épisodique (ici chez le sujet âgé, mais on sait que la coopération entre les différents systèmes mnésiques est également souvent troublée chez les jeunes cérébrolésés précoces) ne permet pas de corriger aisément les erreurs initiales : **ce qui est retenu de façon robuste, c'est l'erreur initiale, et non pas le fait qu'elle conduise à une impasse**. Avec certains jeunes, il peut donc être nécessaire de leur permettre une résolution dès le premier essai du problème posé. Ce n'est que petit à petit, par la suite, lorsque cette première réussite est intégrée comme modèle de résolution qu'on peut compliquer progressivement les données du problème pour leur permettre de poursuivre leurs apprentissages dans de bonnes conditions.

Diffusé par CORIDYS

⁴ Olivier Houdé, Sylvain Moutier, Laur Zago, Nathalie Tzourio-mazoyer, *La correction des erreurs de raisonnement*, Pour la Science n° 297, Juillet 2002, pp 48 et sq.

⁵ Martial Van der Linden *Exploitation des systèmes mnésiques préservés, apprentissage sans erreur et rééducation des troubles de la mémoire* in *Evaluation et prise en charge des troubles mnésiques*, collection Neuropsychologie, Solal 2003