

**« Comment l'élève apprend-il ? » :
Le point de vue du cognitiviste.**

Frank Jamet

Maître de Conférences en psychologie
IUFM de l'Académie de Rouen
Cognition, Raisonnement & Didactique EA 2305
Université Paris VIII
frank.jamet@rouen.iufm.fr

Introduction

Aborder la question de « comment l'élève apprend-il », d'un point de vue cognitiviste n'est pas simple, dans la mesure où, l'approche *cognitiviste* s'inscrit dans moult références théoriques (*constructivistes, néo-nativistes, théories du traitement de l'information, connexionnistes, théories de l'apprentissage, l'approche novice expert, etc...*). Cette complexité est accrue par le fait que les tenants de ces différents cadres théoriques « ne se lisent pas, mais se surveillent » !!!

Préciser le cadre, dans lequel nous allons examiner cette question, est déterminant. En effet, la réponse qui va se dégager ne sera pas nécessairement de même nature selon que l'on se place du point de vue de l'approche « *novice expert* » ou du point de vue *constructiviste*. Cette remarque sur le positionnement théorique permet au passage de rappeler qu'il est totalement illusoire de penser que « *pratique* » et « *théorie* » sont dissociables. Derrière toute *pratique* il y a une *théorie*, théorie hélas trop souvent implicite.

Avant d'entrer dans le vif du sujet deux remarques s'imposent :

1) Développer un point de vue *cognitiviste* sur « Comment l'élève apprend-il ? », ne signifie pas que seuls les mécanismes cognitifs sont à l'œuvre dans l'apprentissage mais que notre propos éclairera particulièrement ce point-là

2) Compte tenu de la diversité des cadres possibles, il me faut choisir. J'aborderai ce propos en me plaçant dans le cadre d'une approche particulièrement contemporaine, « *l'approche évolutionniste* » ou *théorie dite « des vagues »* ou de la « *marée* » qui me semble la métaphore la plus opportune.

Après avoir brossé un très bref tableau des fondamentaux de cette approche, je prendrai l'exemple du calcul mental pour illustrer mon propos. Dans une dernière partie, je dégagerai les principes de mise en œuvre dans la classe.

1 Les fondamentaux de « l'approche évolutionniste »

L'approche « évolutionniste » s'appuie sur trois hypothèses :

1) Résoudre un problème, de quelle que nature qu'il soit, engendre la mobilisation non pas d'une stratégie mais au contraire la mobilisation d'un ensemble de stratégies.

2) Le recours à un ensemble de stratégies n'est pas spécifique à un moment, une période du développement, mais au contraire signe la caractéristique du développement.

3) L'expérience, prise dans son sens le plus large, que le sujet acquiert au cours de son développement, va lui permettre non seulement de modifier les stratégies qu'il a élaborées pour résoudre les problèmes qu'il rencontre mais également d'en construire de nouvelles.

Pour illustrer notre propos, nous nous intéresserons à une activité mathématique, le calcul mental. Prenons le cas de l'addition.

2. L'addition

Après avoir présenté les différents types de stratégies, nous nous intéresserons à leur évolution dans le temps, c'est-à-dire que nous exposerons le point de vue développemental pour ensuite indiquer quels sont les facteurs qui modifient le recours à telle ou telle stratégie.

2.1 Les stratégies additives

On demande à des élèves d'âge pré-élémentaire et élémentaire (6-7 ans et 7-8 ans) de résoudre 45 problèmes de calcul mental de type d'additif ($4+1 = ?$; $17+6 = ?$). Ces 45

problèmes sont présentés lors de 5 séances, soit 9 problèmes par séance. La tâche est double. Le sujet doit tout d'abord résoudre chaque problème comme il le souhaite et ensuite expliciter sa procédure à l'expérimentateur.

Les résultats montrent que l'élève utilise plusieurs stratégies. La stratégie dite du *minimum* qui consiste à compter à partir de la valeur la plus élevée, par exemple $3 + 6 = \ll 7, 8, [9] \gg$. La stratégie de la *récupération* consiste à aller chercher la réponse en mémoire. La stratégie de la *décomposition* $5 + 8 = ? \ll 5 + 5 + 3 = [13] \gg$. On trouve également : le *comptage à partir de 1* et la *devinette* (Siegler, 1987). On constate que 99 % des élèves utilisent au moins deux stratégies, 62 % au moins trois.

Toutes ces stratégies ne sont pas utilisées avec la même fréquence. La stratégie du *minimum* est la stratégie la plus fréquemment utilisée (36 % des essais) avec celle de la *récupération* (35 %) ensuite on retrouve la *devinette* (14 %) puis le *comptage à partir de 1* (8 %) et la *décomposition* (7 %).

Ces stratégies sont plus ou moins opérantes. Les stratégies de la *récupération* et de la *décomposition* sont particulièrement efficaces (94 % de réponses correctes). La stratégie du *minimum* également (83 %). En revanche les stratégies de *comptage à partir de 1* ou celle de la *devinette* sont plus fragiles (46 % pour la première et 29 % pour la seconde).

Si l'on prend en compte la durée de traitement, on constate que la stratégie de *récupération* prend en moyenne 2, 1 secondes, la stratégie de *décomposition* 3, 8 secondes, la *devinette* 5 secondes, celle du *minimum* 5, 6 secondes et le *comptage à partir de 1*, 15 secondes.

2.2 Le point de vue développemental

Les changements avec l'âge modifient à la fois la typologie des stratégies, mais également leurs qualités. Dans un premier temps, nous nous intéresserons à l'évolution typologique des stratégies pour, dans un second temps examiner les modifications qualitatives. Dans une dernière partie, nous dégagerons l'évolution dans une perspective développementale, plus large.

2.2.1 Evolution typologique des stratégies

Il se dégage que l'effet du développement n'affecte pas de la même manière l'ensemble des stratégies. En effet, on constate que certaines stratégies sont davantage utilisées alors que d'autres le sont moins.

1) la stratégie de la *récupération* en mémoire s'accroît en passant de 16 % à 45 % (maternelle 16 %, CP 44 %, CE1 45 %)

2) la stratégie du *minimum* augmente également dans une moindre proportion (maternelle 30 %, CP 44 % et CE1 45 %)

3) la stratégie de la *décomposition* progresse également passant de 2 % à 11 % (maternelle 2 %, CP 9 %, CE1 11 %)

4) Le *comptage à partir de 1*, disparaît dès le CP passant de 22 % à 1 %.

5) La stratégie de la *devinette* baisse considérablement en passant de 30 % d'utilisation par les élèves de maternelle à 5 % des CE1 (maternelle 30 %, 8 % au CP et 5 % au CE1).

2.2.2 Evolution qualitative des stratégies

Si certes, les changements affectent la nature des stratégies, on remarque que deux facteurs affectent leur qualité : la vitesse et l'exactitude.

D'une manière générale, avec l'âge, les sujets mettent en œuvre de plus en plus rapidement l'ensemble des stratégies. Entre les élèves d'âge pré-élémentaire et les CE1, les stratégies sont mises en œuvre deux fois plus vite. Ce phénomène s'explique par l'augmentation de son utilisation. De façon plus précise, on constate que les stratégies de *récupération* en mémoire, du *minimum* et de la *décomposition* sont parmi les plus rapides. La stratégie de *récupération* est la plus rapide.

Si l'on s'intéresse à l'exactitude des réponses, on remarque que le taux d'erreur baisse de façon vertigineuse (10 fois moins d'erreur entre la maternelle et le CE1).

2.2.3 Evolution ultérieure

Pour apprécier l'évolution ultérieure du domaine étudié, nous examinerons dans un premier temps la typologie des stratégies puis la vitesse et l'exactitude.

L'évolution des stratégies observée chez les élèves du cycle II se poursuit au cycle III. On constate que les élèves à l'entrée du cycle III recourent encore dans 70 % à une stratégie de *récupération en mémoire* pour des problèmes additifs avec des nombres simples. La stratégie du *minimum* est encore utilisée. On observe par la suite, que l'emploi de cette stratégie du *minimum* va décroître au profit de la stratégie par *décomposition*. A l'âge adulte, la stratégie de

la *décomposition* est fréquemment utilisée ainsi que la référence à d'autres problèmes. Si certes la stratégie de la *récupération en mémoire* devient majoritaire, elle n'est pas unique. Le pourcentage d'utilisation de cette dernière oscille entre 53 % au CE1 et 72 % chez le jeune adulte. Il faut attendre la pleine maturité, 71 ans (considérez à chaque fois les âges comme étant indicatifs) pour que la quasi-totalité des sujets (98 %) recourt à la stratégie de la *récupération en mémoire* (Geary & Wiley, 1991). Cette particularité pourrait s'expliquer par la nature des apprentissages.

On constate que la vitesse de mise en œuvre des différentes stratégies va tout d'abord s'accroître légèrement, aux alentours de 2 secondes pour ensuite amorcer une baisse entre 1 et 2 secondes en fin de cycle III et pour être inférieur à 1 seconde chez le jeune adulte.

Dès l'entrée au cycle III, les recherches montrent que les sujets réussissent ce type de tâche (95 %).

On constate que ces gains en vitesse et en exactitude sont liés à l'automatisation des procédures. L'automatisation des procédures permet un allègement de la charge cognitive par une moindre allocation de la capacité attentionnelle. Cette automatisation peut être développée dès le début des apprentissages à condition que les valeurs sur lesquelles portent l'addition soit petite (< à 5 pour les CE1, une de valeur \geq à 6 pour les CE2). Le processus d'automatisation, une fois mise en œuvre, va, petit à petit, s'étendre à différentes gammes de problèmes. Cette extension ne s'opère qu'après avoir atteint un certain niveau d'expertise. Par exemple, une fois la maîtrise des additions à un chiffre, l'élève pourra automatiser ses procédures pour les appliquer aux additions comportant un chiffre et deux chiffres, puis ainsi de suite. Les algorithmes qui sous-tendent les mécanismes d'automatisation ne sont pas, à ma connaissance, encore bien identifiés.

2.3 Facteurs déterminant le choix des stratégies

La sélection de la stratégie par le sujet est affectée par au moins trois facteurs : 1) la spécificité de la tâche 2) les caractéristiques intrinsèques et 3) les particularités du sujet.

En effet, si l'on demande à l'élève d'effectuer un calcul mental dans un temps limité, il n'utilisera pas la même stratégie que s'il dispose de temps pour fournir un résultat exact. On constate que ce type de choix s'observe à partir de l'âge de 7-8 ans voire 8-9 ans.

Les traitements statistiques montrent qu'il existe un lien entre les caractéristiques des problèmes et le choix de la stratégie. Les caractéristiques prises en compte portent sur la valeur des termes de l'addition : Est ce un grand chiffre ou un petit ?, Le résultat de l'addition est-il un grand nombre ou un petit ?, etc... Le constat est clair. Les corrélations entre les dimensions structurelles de la tâche et les stratégies sont élevées (.50 et .70).

Le taux d'erreurs est également bien corrélé avec l'utilisation des stratégies. On constate un lien très fort entre un faible taux de réussite et la stratégie de *récupération en mémoire* (.91) ou un fort de d'échec et une des autres stratégies, comme chez le jeune élève, les stratégies de comptage sur les doigts (.50 et .75).

Enfin, les particularités interindividuelles affectent également ce choix. Les disponibilités des ressources cognitives sont déterminantes comme l'expérience du sujet et son degré d'exigence.

Comme nous pouvons le voir, le sujet qui résout un problème additif est face à une situation d'une extrême complexité. On constate qu'il procède de la façon suivante. Lorsqu'il est face à un problème qui est facile pour lui, il va utiliser la stratégie de *récupération en mémoire*, rapide mais pas nécessairement toujours sûre. En revanche, confronté à un problème plus difficile de son point de vue, où il estime que la stratégie de *récupération en mémoire* n'est pas possible compte tenu de l'estimation qu'il a de ses performances, il utilisera une stratégie avec *aide externe* (comptage sur les doigts, oralisation, etc...) certes plus longue, mais qui est le plus souvent sûre. Le calcul de corrélation monte à .92.

Avant de terminer cet exposé, je souhaiterais faire une dernière série de remarques en ce qui concerne les conditions d'apprentissage.

3. Conditions d'apprentissage

La classe s'appuie sur trois grandes modalités d'apprentissage : l'apprentissage par les situations de découverte, l'apprentissage par la mise en œuvre d'exercices structuraux et l'apprentissage à visée d'automatisation.

Les situations d'apprentissage par la découverte permettent à l'élève de tester l'efficacité d'une première stratégie. Cette situation nouvelle lui permet de poser de nouveaux liens entre ses connaissances antérieures et celles qu'il est train de découvrir. L'intérêt de cette situation est

de le rendre acteur dans son rapport à la connaissance.

L'apprentissage par la mise en œuvre d'exercices structuraux offre la possibilité au sujet de valider l'étendue de la pertinence de ses stratégies. Il peut tester le rapport investissement efficacité pour chacune d'entre elles. A cette occasion, il pourra également tenter de rechercher dans sa mémoire à long terme de nouvelles stratégies qu'ils avaient déjà utilisées au préalable.

Le travail à visée d'automatisation est une partie incontournable de l'apprentissage, dans la mesure où, comme nous l'avons vu, il offre la possibilité d'alléger la charge cognitive affectée à la résolution de la tâche. Ce gain en capacité attentionnelle libère le sujet. Il peut ainsi se consacrer à d'autres tâches comme le contrôle, la vérification.

L'utilisation des stratégies n'est pas nécessairement explicite pour le sujet. Un travail spécifique d'identification puis de confrontation des stratégies devrait être intéressant. L'objectivation d'une stratégie explicite la rend davantage opérante. Cette confrontation peut également permettre à des élèves de découvrir de nouvelles stratégies. Je pense particulièrement aux différentes décompositions. Une des explications possibles, au succès de l'enseignement des mathématiques au Japon, repose sur le fait que les enseignants accordent une place importante à la réflexion non seulement sur la pertinence des stratégies mais également sur l'analyse des avantages et des inconvénients de chacune d'entre elles (Stigler & Perry, 1988).

L'apprentissage des mathématiques passe par des phases de découverte, des exercices de structuration ainsi que par un travail d'automatisation. Ces différentes modalités sont à décliner sur les trois niveaux que sont le groupe classe, le groupe, le travail individuel.