

## **Résoudre des problèmes verbaux arithmétiques : une question de connaissances disciplinaires et de stratégies diverses de régulation**

**Jérôme Focant et Jacques Grégoire**

**286**

Parmi l'ensemble des tâches arithmétiques proposées à l'enfant, certaines exigent seulement l'application routinière d'un algorithme appris<sup>1</sup>. D'autres situations ne permettent pas la mise en œuvre simple d'une procédure apprise préalablement, et nécessitent la combinaison de plusieurs procédures choisies personnellement par l'individu. La situation problème constitue cette tâche complexe où l'individu recherche une solution sans savoir au départ comment y parvenir, et qui nécessite plus que l'application automatisée d'une séquence d'actions. Ce type de situations est définie par deux conditions :

- l'existence d'un écart entre une situation présente ou initiale (état de départ jugé insatisfaisante) et une situation désirée à laquelle l'individu doit parvenir (but à atteindre ou état-but).
- l'absence d'évidence du chemin menant à la réduction de cet écart.

Pour qu'il y ait un problème, il faut donc nécessairement qu'il y ait un caractère de nouveauté et de surprise. Tout problème exige dès lors une démarche cognitive active qui vise la recherche d'opérateurs, c'est-à-dire des actions autorisées permettant de modifier la situation de manière à parvenir au but.

Une caractéristique importante des problèmes est leur subjectivité : une même situation sera un problème pour un élève et ne le sera pas pour un autre. Ainsi, la situation problème se distingue de la situation d'exécution : si l'individu connaît les procédures pour aller de la situation initiale au but il s'agit d'une exécution ou d'une application, sinon il s'agit d'un problème.

Nos études concernent les problèmes verbaux arithmétiques, qui sont des descriptions verbales de situations problèmes exigeant l'application des opérations arithmétiques de base (addition, soustraction, multiplication et division) pour leur résolution.

---

<sup>1</sup> L'algorithme est une règle ou séquence d'actions qui, si elle est appliquée correctement, aboutit à une réponse correcte.

## 1. Les connaissances disciplinaires : insuffisantes !

Dans une étude menée l'an dernier auprès de 90 enfants de l'enseignement primaire (équivalent CM2), nous avons évalué l'impact des connaissances arithmétiques dans la performance en résolution de problèmes arithmétiques. La performance des élèves à une épreuve de résolutions de problèmes arithmétiques était comparée à leur performance à une épreuve évaluant la maîtrise des connaissances isolées nécessaires à ces résolutions (procédures de « calcul écrit » et capacité de déduire une opération arithmétique sur base d'un mini énoncé verbal). Il apparaît dans cette étude que les connaissances arithmétiques ne sont pas suffisantes à la réussite de tâches de résolution de problèmes. Elles ne déterminent en fait que 43 % de la réussite. Pourquoi les élèves qui disposent de connaissances disciplinaires déclaratives et procédurales ne réussissent pas des épreuves exigeant seulement ces mêmes connaissances disciplinaires ? C'est selon nous le caractère complexe des résolutions de problèmes, c'est-à-dire l'utilisation combinée de divers types de connaissances apprises isolément au préalable, qui nécessite qui détermine cette différence de réussite. L'individu doit dès lors disposer d'autres types de compétences, de type stratégique. Nous distinguons les stratégies cognitives et les stratégies d'autorégulation cognitive et comportementale.

## 2. Les stratégies cognitives et les stratégies d'autorégulation cognitive et comportementale

Les stratégies cognitives sont spécifiques au type de tâche, ici la résolution de problèmes. En voici quelques exemples. La stratégie **par essais et erreurs** correspond à essayer une action de manière aléatoire et de constater son résultat : s'il est positif l'étape est gardée et l'élève continue la résolution par une autre action similairement sélectionnée, s'il est négatif l'apprenant fait machine arrière et annule l'étape. La stratégie de **chaînage arrière** consiste à identifier la demande, l'état initial du problème, puis cherche à aller du but à l'état initial en réduisant progressivement l'écart entre but et les données. A l'inverse, le **chaînage avant** amène le sujet à considérer l'état initial, l'état final et à tenter de réduire l'écart en partant des données. Cette stratégie peut parfois ne pas prendre en compte l'état final, contrairement au chaînage arrière (on observe souvent des enfants réaliser des étapes de résolution en partant des données mais sans prendre en compte le but). La stratégie de **décomposition en sous-but**s permet de traiter séparément différents aspects du problème. Cette stratégie est très utile, étant donné que notre « mémoire de travail »<sup>2</sup> est très limitée. Dans les stratégies de **test**

---

<sup>2</sup> La mémoire de travail est la partie de la mémoire chargée de la conservation et du traitement de l'information en cours. Quand nous résolvons un problème, nous y activons les données qui nous sont fournies, la demande du problème, les connaissances liées au domaine, les stratégies que nous pensons utiles à la résolution,...

**d'hypothèses**, le sujet formule une hypothèse de travail permettant la résolution et il met en place un dispositif permettant d'infirmer ou confirmer cette hypothèse. Les stratégies de **représentations** des informations sous forme de schémas, de tableaux, de diagrammes ou de graphiques nous aident à fixer les éléments principaux du problème et leurs liens. La stratégie **d'utilisation des analogies** consiste à rechercher des problèmes similaires que nous avons résolus antérieurement et à adapter sa résolution au problème actuel.

Les stratégies d'autorégulation cognitive et comportementales permettent une gestion appropriée du répertoire de connaissances (connaissances arithmétiques et stratégies cognitives) à disposition de l'individu, et favorise l'application efficace des procédures mises en œuvre. Les principales stratégies, que j'étudie particulièrement au cours de mon travail de recherche, sont les stratégies de détermination du but, de planification, de contrôle et de régulation.

Par la **détermination du but**, l'individu décide du point d'aboutissement, de l'état final ou recherché des procédures qu'il va mener. La stratégie de **planification** réfère à l'élaboration d'un plan d'action. Durant la mise en œuvre du plan d'actions, la stratégie de **contrôle** permet à l'individu de surveiller et d'évaluer le cours de l'action et ses résultats. Elle concerne le jugement de l'adéquation des intentions (« J'ai en tête de distribuer le nombre de jouets entre tous les enfants ; est-ce réellement cela que je dois faire pour parvenir au but ? »), de la traduction de l'intention en opération arithmétique (la procédure a-t-elle été menée avec raison : pour distribuer les jouets, j'applique une division écrite), et l'application des procédures de calcul (la procédure a été menée sans erreur ?). La stratégie de régulation ou **d'ajustement** utilise les informations obtenues par les stratégies de contrôle pour adapter ses actions : supprimer ou remplacer des étapes de résolution et corriger des erreurs de calcul.

### **3. Générer un contexte favorable : l'autorégulation motivationnelle, émotionnelle et environnementale**

Les modèles exclusivement cognitifs ont cependant un pouvoir explicatif certain mais limité sur la réussite scolaire.. Ils abordent une régulation « à froid » de l'apprentissage, où l'individu agit rationnellement. Ces processus cognitifs se produisent en interaction intime avec des facteurs beaucoup plus sensibles, tels les processus motivationnels, affectifs ou émotionnels.

Les représentations motivationnelles sont des cognitions auto-générées et qui concernent des représentations de soi. Elles sont spécifiques à la situation ou au domaine, et s'activent de manière imparable lorsque l'individu reçoit et évalue une situation donnée. Notons par exemple les croyances de l'individu sur sa capacité à réussir une tâche scolaire qu'on lui

présente (auto-efficacité), la perception qu'un élève a du degré de contrôle qu'il possède sur le résultat d'une activité, l'intérêt intrinsèque de la tâche pour l'élève (valeur ou attractivité), les raisons générales ou les intentions pour lesquelles un individu aborde et réalise une tâche (buts de maîtrise, de performance, d'évitement,...). Ces représentations sont cruciales, car elles génèrent un contexte motivationnel et affectif positif ou négatif qui déterminera lui-même l'engagement cognitif, dont les processus cognitifs de l'autorégulation.

Les émotions académiques sont des sensations souvent courtes, intenses et spécifiques, qui surgissent à la confrontation à une tâche scolaire. L'anxiété générée lorsqu'on présente un test à un élève est bien connue pour entraver la réussite, mais les travaux de Pekrun et de ses collaborateurs (2002) ont décrit la diversité importante des émotions. Au cours d'une tâche, surviennent l'ennui, le désespoir, l'anxiété, mais aussi le plaisir d'exécuter la tâche ou l'apprentissage, ou la joie d'une réussite anticipée ou de l'espoir de réussite. Après la tâche, il évoque des émotions de tristesse, de désillusion, de honte, de culpabilité, mais aussi de joie d'avoir réussi, de satisfaction, de fierté et de soulagement. Au niveau social (rapport avec l'enseignant ou ses pairs), il rapporte de la colère, de la jalousie, de l'envie, du mépris, de l'antipathie et de la haine, mais aussi de la gratitude, de l'empathie, de l'admiration, de la sympathie et de l'amitié.

De nombreuses études ont mis en évidence l'impact important des représentations motivationnelles et des phénomènes émotionnelles sur la mise en œuvre des processus cognitifs d'une part, et sur la réussite académique d'autre part. L'individu peut cependant ne pas juste subir ces manifestations, mais au contraire agir pour générer des sensations et représentations positives, pour diminuer l'apparition et le développement d'émotions ou représentations négatives ou pour en contrôler l'impact. Il s'agit d'une prise en charge proactive de la motivation et des émotions, réalisées grâce à la mise en œuvre de **stratégies de contrôle de la motivation** (Wolters, 1998). Diverses stratégies sont utilisées pour générer des scénarios positifs : se promettre et se donner des récompenses, envisager les conséquences négatives en cas d'abandon de la tâche et positives en cas d'achèvement, identifier des buts prioritaires et les intensifier, identifier des sous-buts (pour éviter d'être découragé devant l'ampleur du travail), s'engager cognitivement dans la tâche sans analyser son intérêt réel, visualiser le travail réalisé avec succès en cours de tâche, chercher des manières de faire le travail avec amusement ou sous forme de défi, envisager la tâche sous ses aspects les plus créatifs, se donner des auto-instructions, générer des pensées positives, chercher l'utilité de l'activité vis-à-vis de mes buts personnels, rechercher un contact social pour rendre le travail plus interactif,...

Parallèlement, il existe également des **stratégies de contrôle des émotions** : relâcher sa respiration pour laisser tomber le stress, générer des diversions (se chanter quelque chose à soi-même), chercher des émotions positives suite à des parties de la tâche réussies avec succès (fierté, encouragement,...), se rappeler ses forces et ses ressources, tenter de se rassurer en contrant rationnellement les sensations négatives (« pourquoi t'en fais-tu, tu sais que tu vas réussir ? »). Certains apprenants utilisent aussi les émotions pour augmenter leur motivation. Ils vont par exemple générer des émotions de honte ou de culpabilité (« mes parents se saignent pour me payer des études ») s'ils ne travaillent pas, pour se motiver à le faire.

Notons cette idée importante que nous ne pouvons développer ici : les stratégies de contrôle et de régulation de la motivation et des émotions agissent pour favoriser un contexte favorable à l'engagement cognitif, mais inversement l'utilisation de stratégies cognitives et de stratégies d'autorégulation cognitive agit comme facteur augmentant la motivation (vraisemblablement car elle permet à l'élève de reprendre une prise sur la situation). La relation entre ces facteurs cognitifs d'une part, et les facteurs motivationnels et émotionnels d'autre part doit donc être considérée non comme un canal à sens unique, mais comme une **relation à double sens**.

Notons également que parallèlement au contrôle de la motivation et des émotions, l'élève peut agir pour réguler son environnement d'apprentissage. Les **stratégies de gestion de ressources** évoquent gestion de l'environnement de travail (s'isoler, couper la musique, se tenir droit sur sa chaise pour rester plus tonique,...), gestion des ressources humaines (recherche d'aide auprès des pairs, enseignants, parents ou autres adultes) et matérielles (cahiers de cours, Internet, encyclopédie, calculatrice, horloge,...),...

#### **4. Conclusion**

Les connaissances disciplinaires ne sont pas les seuls composants à analyser dans une situation didactique. L'analyse des déficiences des élèves en difficultés dans les apprentissages ne doit pas non plus se limiter uniquement à cette catégorie de connaissances. De nombreux autres facteurs influencent la réalisation de tâches comme les résolutions de problèmes mathématiques : variables d'ordre cognitif, d'ordre motivationnel, identitaire, affectif et volitif, d'ordre contextuel et environnemental. Notre propos est d'une part de mettre en évidence l'implication de divers de ces facteurs, mais d'autre part de montrer comment l'élève peut agir sur eux. Le paradigme de l'apprentissage autorégulé (*self-regulated learning*) a particulièrement étudié la manière dont les élèves peuvent, s'ils y sont préparés, prendre à bras le corps et gérer de manière efficace ces facteurs, à l'aide de stratégies cognitives, d'autorégulation cognitive et comportementale, motivationnelles, émotionnelles, de gestion de ressources,...