Résoudre des problèmes : pas de problèmes !

Présentation d'un outil méthodologique à l'usage des enseignants de cinquième et sixième années de l'enseignement primaire
Synthèse de la recherche en pédagogie 35/03

Annick Fagnant & Isabelle Demonty
Service de Pédagogie expérimentale, Université de Liège sous la direction du Professeur Marcel Crahay

Introduction

La résolution de problèmes constitue une activité désormais incontournable dans la formation mathématique des élèves. En ce qui concerne l'enseignement fondamental, le document « Socles de compétences » (p.23) définit la résolution de problèmes comme le moteur des apprentissages mathématiques : «*C'est par la résolution de problèmes que l'élève développe des aptitudes mathématiques, acquiert des connaissances profondes et se forge une personnalité confiante et active*» (p. 23).

Dans une telle perspective, une façon d'amener les élèves à être plus performants en mathématiques est de leur apprendre à mettre en œuvre les diverses compétences transversales qui interagissent en résolution de problèmes. Le document « Socles de compétences » en définit quatre : «*analyser et comprendre un message ; résoudre, raisonner et argumenter ; appliquer et généraliser ; structurer et synthétiser*» (p. 23).

C'est sur cette problématique que la recherche faisant l'objet du présent article s'est penchée. En collaboration étroite avec des enseignants et des inspecteurs, le travail mené pendant trois ans a abouti à la mise au point d'un outil méthodologique visant à apprendre aux élèves de 10-12 ans à développer des compétences leur permettant de faire face à des problèmes variés. Il fait suite à un outil comparable destiné aux enseignants du 8-10 (Demonty, Fagnant & Lejong, 2004).

Les deux outils méthodologiques s'adressent directement aux enseignants, tout en offrant un riche bagage d'activités à développer en classe avec les élèves. L'utilisation de ces deux documents permet d'envisager une continuité dans les apprentissages de la résolution de problèmes, du début de la troisième année primaire à la fin de l'enseignement fondamental. Il ne s'agit cependant pas d'un guide méthodologique à suivre pas à pas, de la même façon, quelle que soit la classe à laquelle il se destine.

Bien au contraire, comprenant un nombre important de séquences et de problèmes à exploiter, l'utilisation peut être très flexible, dans le but de répondre au mieux aux attentes des enseignants et aux diverses particularités des classes dont ils ont la responsabilité.

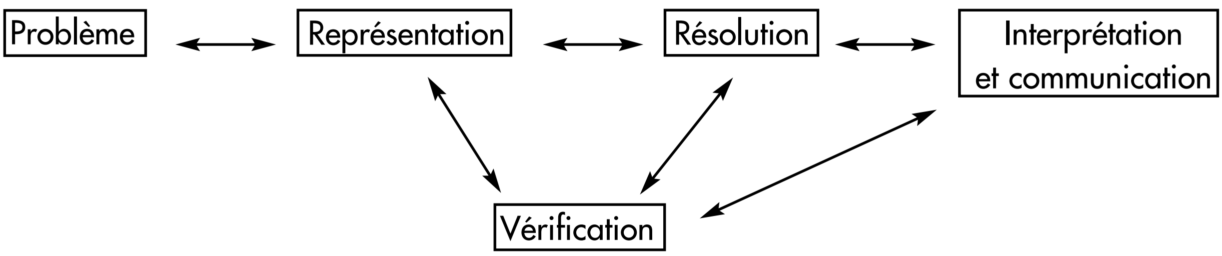
Cet article présente l'outil méthodologique destiné aux enseignants de 5e et 6e années de l'enseignement primaire, tout en mettant en évidence la structure commune et la continuité avec celui destiné à ceux de 3e et 4e années. Nous avons choisi de présenter l'outil au travers d'une des caractéristiques essentielles de l'approche développée, à savoir la nécessaire interdépendance entre l'apprentissage explicite des diverses compétences transversales impliquées dans la résolution de problèmes et le désapprentissage de présupposés qui empêchent les élèves de développer des stratégies efficaces.

L'apprentissage explicite et intégré des diverses compétences transversales impliquées dans la résolution de problèmes

A l'heure actuelle, il est généralement admis de considérer la résolution de problèmes comme un processus complexe de modélisation mathématique (Verschaffel, Greer & De Corte, 2000, voir aussi Fagnant, Demonty & Lejong, 2003 pour une description de cette approche). En nous inspirant de schématisations proposées par divers auteurs proches de ce courant, nous avons défini plusieurs phases permettant de caractériser ce processus :

Prenons un exemple plus précis pour illustrer cette caractéristique fondamentale de l'approche : apprentissage explicite et intégré des compétences. Un chapitre de l'outil méthodologique est centré sur la représentation du problème. On propose alors aux élèves des séquences d'activités centrées explicitement sur deux grands aspects de cette phase de la démarche : « la construction d'une représentation » et «les liens entre les mathématiques et la vie réelle». Si ces deux aspects essentiels sont explicitement développés dans les séquences proposées dans le chapitre « représentation », il ne faut pas perdre de vue que les compétences qui sont visées dans ces séquences doivent être mobilisées par les élèves tout au long des activités proposées dans l'outil méthodologique. De même, les autres phases du processus (la résolution proprement dite, l'interprétation et la communication, mais aussi, la vérification) doivent également être mobilisées dans les séquences centrées sur la représentation et ceci, même si elles ne sont pas au cœur de ces séquences. L'apprentissage des différentes compétences est donc toujours envisagé de manière intégrée : les différentes phases de la démarche et l'ensemble des compétences impliquées forment nécessairement un tout cohérent.

Le point de départ de toute démarche de résolution (c'est-à-dire le problème à résoudre), ainsi que les différentes phases de la démarche sont définis et détaillés dans les pages qui suivent. La description de chacune des phases est accompagnée d'une présentation succincte des séquences d'activités développées dans l'outil conçu pour les enseignants du 10-12. Enfin, en vue de montrer la continuité entre les deux outils, une brève évocation des activités proposées dans l'outil 8-10 clôture chaque partie.



La démarche d'enseignement proposée dans l'outil méthodologique vise à développer, chez les élèves, différentes compétences propres à chacune des phases du processus de résolution de problèmes. Chaque activité se veut donc centrée **explicitement** sur l'apprentissage de telle(s) ou telle(s) compétence(s), tout en **intégrant** chaque apprentissage spécifique dans la démarche d'ensemble de résolution. Cette manière de procéder permet d'éviter un morcellement des apprentissages et un isolement des compétences qui ne pourraient que s'avérer préjudiciables parce que plus que probablement nuisibles à toute forme de transfert.

Le problème

Qu'est-ce qu'un problème ? Tentons de préciser quelques caractéristiques essentielles de la situation qui amorce une véritable démarche de résolution. D'après Newell et Simon (cités par Tardif, 1992), un problème se pose lorsqu'une personne se trouve dans une situation où elle veut faire quelque chose sans savoir exactement comment s'y prendre. Pour Gagné (cité par Tardif, 1992), un problème existe réellement lorsque quelqu'un poursuit un but et qu'il n'a pas encore déterminé les moyens d'atteindre ce but.

Tardif (1992) envisage quatre caractéristiques essentielles d'un problème : des données initiales, des contraintes, un but final à atteindre et enfin la nécessité d'une recherche pour atteindre ce but final. De ces définitions, un élément essentiel se dégage : le caractère relatif d'un problème. La situation doit véritablement poser « problème » à la personne qui la découvre : si la personne connaît d'emblée la démarche qui lui fournira la réponse, il n'y a pas de problème à résoudre. Cela signifie donc que la situation seule ne suffit pas pour définir le problème. D'autres facteurs doivent également être pris en compte : les acquis de la personne qui découvre la situation, le contexte dans lequel elle se trouve, les apprentissages qui ont été réalisés au préalable, …

Un problème peut se présenter sous diverses formes : sous une forme verbale (orale, ou écrite) sous l'aspect d'un schéma, d'un graphique, d'une bande dessinée… Le champ des problèmes est donc très vaste et difficile à délimiter. Les situations abordées dans l'outil méthodologique proposé sont principalement des problèmes arithmétiques. Très souvent, le problème se présente sous la forme d'un petit texte qui décrit la situation. Les contraintes et les données sont généralement exprimées par des nombres. Quant au but de la tâche à réaliser, il se trouve souvent exprimé dans la (ou les) question(s). Les contenus mathématiques impliqués relèvent de domaines variés : calculs de coûts, calculs de longueurs et de distances, solides et figures, traitement de données...

De façon à créer des ponts entre les mathématiques abordées à l'école et la vie réelle (voir Verschaffel, Greer et de Corte, 2000), la plupart des problèmes proposés présentent un caractère réaliste important. On évite ainsi d'amener les élèves à penser que leurs connaissances de la vie de tous les jours ne leur sont d'aucune utilité en mathématiques. A côté de cela, quelques problèmes se placent dans un monde imaginaire (des géants qui mangent des petits pois, des poules qui ont des dents, un restaurant pour sorcières,…) mais on peut alors y distinguer clairement le caractère humoristique sous-jacent (ce qui plaît généralement beaucoup aux élèves). Par ailleurs, même si de nombreux problèmes peuvent paraître à première vue relativement « classiques », il convient de les analyser attentivement parce que la plupart présentent certaines particularités qui visent à contrecarrer le développement de démarches superficielles et stéréotypées chez les élèves.

La représentation

Il s'agit d'un élément essentiel de la démarche de résolution. *C'est en fonction de la représentation qu'il s'est faite du problème que le sujet détermine les connaissances qui doivent être activées dans sa mémoire à long terme pour être mises à la disposition de la recherche de solutions* (Gagné, cité par Crahay, 1997).

La construction d'une représentation est un processus complexe qui nécessite plusieurs composantes comme une première compréhension du contexte global, une organisation des informations présentées en fonction du but recherché, une brève estimation du résultat attendu,… Pour construire une représentation appropriée, il convient également que l'élève active des connaissances relatives au contexte évoqué dans le problème et qu'il crée ainsi des ponts entre les mathématiques et la vie réelle.

L'étape de représentation est déterminante, car elle conditionne la réussite des étapes ultérieures. Apprendre aux élèves à se représenter un problème est une activité qui doit être enseignée. On pourra ainsi amener les élèves à utiliser des outils qui leur permettront de mieux comprendre les problèmes qu'ils rencontreront.

Les séquences d'activités proposées dans l'outil 10-12 ans

Deux facettes de la représentation sont envisagées dans les quatre séquences proposées :
- **la construction d'une représentation pertinente de la situation**
- **l'élaboration de ponts entre les mathématiques et la vie réelle.**

Pour le premier aspect, l'objectif est d'apprendre aux élèves à dégager les éléments importants du problème (données nécessaires, relations unissant celles-ci avec l'inconnue et précision de la question). Une première séquence intitulée «**Les éléments d'une bonne représentation**» amène les élèves à construire des représentations qui peuvent prendre des formes variées (schémas, dessins, reformulations, tableaux,…) pour autant qu'elles intègrent les éléments importants.

Une deuxième séquence centrée sur «**L'invention de problèmes**» implique d'approcher les caractéristiques essentielles d'un problème (c'est-à-dire les éléments importants d'une bonne représentation) via l'exploitation de problèmes directement inventés par les élèves.

Le deuxième aspect (ponts entre les mathématiques et la vie réelle) est tout d'abord développé dans une séquence intitulée «**La précision des problèmes**». Cette séquence propose d'aborder différents types de problèmes « ouverts » pour lesquels il convient de préciser le but à atteindre, les données du problème, …

La deuxième séquence aborde «**L'estimation**» dans deux types de situations : dans des problèmes «classiques» face auxquels l'estimation peut se réaliser de diverses façons (mise en oeuvre d'une procédure mathématique sur des nombres arrondis, estimation sur base d'éléments de contexte, etc.) et dans des problèmes «particuliers» face auxquels une analyse superficielle de la situation amène à estimer une solution inadéquate, le recours à du matériel concret devant alors aider à mieux se représenter le problème.

Les liens avec l'outil 8-10 ans

La séquence d'activités «Les éléments d'une bonne représentation» se situe clairement dans la lignée des activités développées pour les élèves plus jeunes. En effet, deux séquences d'activités sont proposées dans l'outil 8-10 pour la phase de représentation : l'une est centrée sur «**la construction d'une représentation dessinée** » et l'autre sur «**la reformulation écrite**» des problèmes. Les trois autres séquences d'activités développées pour les élèves de 10-12 ans visent à étendre largement les compétences à mobiliser lors de cette étape cruciale de la démarche de résolution.

La résolution proprement dite

C'est sur la base d'une représentation appropriée de la situation qu'il convient de mettre en œuvre le processus de résolution. Dans certains problèmes, il s'agit alors de dégager et d'effectuer les calculs nécessaires à la découverte de la solution. D'autres problèmes pourront révéler une richesse supplémentaire au travers de leur diversité : variété des démarches permettant d'aboutir à la solution et variété des solutions obtenues.
L'étape de résolution proprement dite doit conduire à découvrir la solution du problème. Parfois, la solution ainsi trouvée permet directement de répondre à la question posée ; dans d'autres cas, une étape d'interprétation ou de mise en forme particulière des résultats sera encore nécessaire (phase d'interprétation et de communication).

Pour aider les élèves dans cette étape du processus, il est possible de leur apprendre à développer certains outils généraux d'aide à la résolution de problèmes. Ces outils visent à orienter la recherche de solutions en donnant des stratégies générales qui permettent d'attaquer le problème sous différents angles. Ils ne garantissent pas de trouver la solution du problème mais, comme ils aident à organiser la démarche, ils augmentent la probabilité de succès. Face à certains problèmes, la construction de modèles mathématiques plus spécifiques s'avère cependant indispensable. Pour que ces modèles aient réellement du sens pour les élèves, il convient de leur apprendre à construire eux-mêmes certaines représentations spécifiques, règles ou formules.

Les séquences d'activités proposées dans l'outil 10-12 ans

En tout, six séquences ont été élaborées pour cette étape de la démarche. Elles abordent deux facettes de l'étape de résolution proprement dite :
- la mise en oeuvre d'outils généraux d'aide à la résolution ;
- la construction d'outils pour résoudre des problèmes impliquant des contenus mathématiques spécifiques.

Les <u>outils généraux</u> sont envisagés dans trois séquences. La première «**Développer des démarches de type essais-erreurs**» aborde des «défis mathématiques», c'est-à-dire des problèmes qui s'avèrent assez déstabilisants au premier abord mais qui peuvent être résolus grâce à des démarches tâtonnantes de type essais-erreurs.
La deuxième «**Décomposer le problème en sous-problèmes**» propose des problèmes plus «classiques» mais assez complexes dans la mesure où leur résolution nécessite l'organisation de plusieurs étapes imbriquées. L'optique développée ici est alors d'amener les élèves à organiser eux-mêmes les différentes étapes, en se servant d'outils appropriés.
La troisième séquence («**Chercher des régularités**») amène les élèves à élaborer des formules exprimées de diverses façons (sous forme de phrases ou sous forme plus mathématique). Certains problèmes impliquent des petits nombres qui permettent de découvrir une règle. Celle-ci pourra ensuite être utilisées face à des problèmes semblables mais impliquant des grands nombres. D'autres problèmes impliquent directement des grands nombres ; les élèves sont alors amenés à les simplifier en vue de dégager une règle qui pourra être utilisée pour résoudre le problème d'origine.
En ce qui concerne les <u>outils spécifiques</u>, trois séquences ont été élaborées. L'une porte sur les «**Grandeurs proportionnelles**» et envisage ce concept mathématique dans des contextes variés permettant aux enfants d'aborder différents modèles utiles pour résoudre une situation de proportionnalité (tableau de nombres, graphe sagittal et graphique). Les problèmes d'échelles sont également abordés au travers de quelques situations. Enfin, des problèmes permettant de remettre en cause une utilisation abusive du modèle de proportionnalité directe sont aussi proposés.
Une autre séquence aborde «**Les problèmes d'intervalles**». Les élèves sont tout d'abord confrontés à des problèmes «pièges» face auxquels une résolution par représentation dessinée et par comptage s'avère plus efficace que l'application d'un calcul. Ce n'est que progressivement que les élèves élaborent les règles relatives aux différents cas d'intervalles. Ces règles peuvent alors prendre des formes variées : schémas, description en mots des règles à suivre, formules à appliquer selon les cas,…

Enfin, une dernière séquence concerne «**Les problèmes de partages inégaux**». Cette séquence a été élaborée sur la base d'une analyse approfondie des démarches spontanées des élèves face à des problèmes de ce type (voir Demonty, Fagnant & Lejong, 2004b). Deux étapes majeures caractérisent l'approche développée : d'une part, l'élaboration de démarches efficaces de résolution par essais-erreurs (en amenant les élèves à vérifier de façon pertinente leurs différents essais) et d'autre part, l'introduction progressive de la démarche classique de résolution présentée alors comme un outil plus performant pour résoudre des problèmes impliquant des nombres décimaux ou des grands nombres.

Les liens avec l'outil 8-10 ans

En ce qui concerne les outils généraux, les démarches de type essais-erreurs sont développées au cycle 8-10 ; les autres outils s'avèrent plus complexes et ne sont pas envisagés. L'activité centrée sur les essais-erreurs s'intitule la «**variété des démarches de résolution**» ; elle est accompagnée d'une autre activité centrée sur la «**variété des solutions**» (aspect important que l'on retrouve de-ci, de-là dans différentes activités du 10-12 sans qu'une séquence ne lui soit entièrement consacrée).
La problématique relative à la construction d'outils à mobiliser face à des problèmes impliquant des contenus spécifiques n'est pas abordée au cycle 8-10 (où les problèmes portent principalement sur le contenu «nombres et opérations»).
Enfin, d'autres aspects ont été développés au 8-10 que l'on ne retrouve pas tels quels au 10-12. Il s'agit tout d'abord d'une activité visant à faire prendre conscience aux élèves des «**liens entre représentation et résolution**» : face à certains problèmes (relativement simples), la démarche de résolution se déduit directement d'une bonne représentation. Enfin, une activité intitulée «**Quel est le bon calcul ? Et s'il y en avait plusieurs ?**» est également proposée dans l'outil 8-10. Cette activité visait à faire prendre conscience aux élèves (et aux enseignants) de la coexistence, face à certains problèmes, de deux types de calculs : calculs standards (présentant la réponse derrière le signe d'égalité) et calculs relationnels (calculs à trous correspondant à la structure du problème). Cette activité est très typique du cycle 8-10 parce qu'elle vise à remettre en cause un type d'activité (fréquemment rencontrée dans les manuels, et parfois même dans les évaluations) qui va clairement à l'encontre d'une prise en compte des démarches spontanées et informelles des élèves.

L'interprétation et la communication

Certains problèmes sont relativement peu précis (problèmes «ouverts») et doivent être interprétés en fonction d'un contexte spécifique. Toute la démarche de résolution (de la définition des données sur lesquelles s'appuyer à la communication des résultats en contexte) se trouvera alors affectée par les décisions prises aux différents niveaux d'interprétation requis. Face à d'autres problèmes plus précis, c'est spécifiquement la solution obtenue au terme de la résolution proprement dite qui nécessitera un travail d'interprétation en contexte.

Lorsque le problème est résolu sur la base d'une représentation appropriée de la situation et que la solution a été interprétée, il faut encore la communiquer en la rendant compréhensible pour autrui. Pour ce faire, il faut au minimum présenter la solution en contexte, en réponse à la question posée dans l'énoncé. Il faut aussi que la solution soit compréhensible par un lecteur extérieur. Dans certains cas, il faudra également prendre en compte les exigences supplémentaires imposées par les modes de communication spécifiques à une situation donnée. En effet, face à certains problèmes, l'application d'une procédure de calcul ne suffit pas. Pour remplir la tâche requise, il faut faire quelque chose en plus et présenter par exemple les résultats sous une forme déterminée (une affiche, une petite annonce, …). Un problème peut également aboutir à plusieurs solutions. Il s'agira alors de les préciser et parfois même de formuler une analyse critique de ces solutions.

Enfin, un autre aspect de la communication doit encore être envisagé : il ne faut pas seulement rendre la solution compréhensible par autrui, mais aussi, dans la mesure du possible, la démarche de résolution qui a permis d'aboutir à un tel résultat. Une communication claire de sa démarche de résolution peut en effet s'avérer un moyen efficace de convaincre autrui de la validité du raisonnement qui a été mené.

Les séquences d'activités proposées dans l'outil 10-12 ans

Deux séquences portent spécifiquement sur l'interprétation, soit de la situation elle-même, soit de la solution. La première séquence s'intitule «**Interpréter en contexte des situations ouvertes**». Les situations proposées envisagent chaque fois un problème « ouvert » qu'il convient d'interpréter en fonction du contexte de la classe. Il faut préciser le problème et définir plus précisément le ou les but(s) à atteindre ; il faut déterminer des buts intermédiaires et décomposer le problème en plusieurs petits problèmes distincts.
Concrétiser le problème en fonction des spécificités de la classe nécessite aussi de déterminer les données à prendre en compte pour sa résolution. Ceci peut se faire en ayant recours à différentes sources d'information (dépliants publicitaires, mesures directes, utilisation d'internet, …)
La deuxième séquence «**Interpréter en contexte une variété de solutions**» débute par une mise en situation visant à faire prendre conscience aux élèves de l'importance de l'interprétation. Celle-ci est ensuite envisagée sous différents aspects : l'interprétation du reste d'une division, l'interprétation de solutions négatives, l'interprétation de solutions situées dans un intervalle ou de solutions approximatives et enfin, l'interprétation de calculs et de solutions numériques pour nourrir une argumentation.

Deux autres séquences abordent la problématique de la communication, soit de la démarche de résolution elle-même, soit de la solution. La première séquence s'intitule «**Communiquer sa démarche pour présenter clairement son raisonnement ou pour convaincre de la pertinence de la solution**». Cette séquence s'organise en deux étapes. On propose tout d'abord aux élèves de retravailler une communication incomplète d'un raisonnement relatif à un défi. Par la suite, des problèmes plausibles dont certains n'ont pas de solution sont proposés. L'objectif est alors de communiquer sa démarche de résolution pour convaincre du bien-fondé de l'argumentation (ici, de l'absence de réponse). La séquence envisage également l'expression mathématique de certaines idées (plus spécifiquement, les erreurs liées à une mauvaise utilisation du signe d'égalité et des unités).
Enfin, la dernière séquence («**Communiquer la solution des problèmes sous différentes formes**») envisage des problèmes variés, où la communication doit prendre une forme particulière : rédiger une affiche, un SMS, un bon de commande, une petite annonce,…

Les liens avec l'outil 8-10 ans

L'outil 8-10 se centre sur la communication de la solution. Différentes activités sont proposées en vue de découvrir les «**caractéristiques d'une solution bien communiquée**» (c'est-à-dire les conditions minimales à remplir pour communiquer adéquatement la solution face à des problèmes relativement «classiques») et d'aborder des «**situations où la communication est un enjeu important**». La séquence du 10-12 «**Communiquer la solution des problèmes sous différentes formes**» se situe clairement dans le prolongement.
Aucune activité centrée sur l'interprétation n'est proposée au 8-10 bien que certaines compétences liées à cet aspect de la démarche doivent être mobilisées face à certaines situations.
Enfin, la communication de la démarche de résolution n'avait pas non plus fait l'objet d'une séquence d'activités au 8-10, ceci pouvant en effet paraître un peu trop formel aux yeux des jeunes élèves.

La vérification

La démarche de résolution met en œuvre un système complexe de compétences. Au cours de la mobilisation de ces compétences, des erreurs peuvent survenir à différents niveaux. Pour avoir une portée maximale, il est donc nécessaire d'accompagner la démarche de résolution par la mise en œuvre d'un processus de vérification. Ce dernier peut se réaliser au cours de chaque étape de la démarche (on parle alors de régulation en cours de route) ou survenir au terme du processus de résolution (on parle alors de vérification a posteriori). L'essentiel est que le processus de vérification porte sur les différents moments clés de la démarche (représentation, résolution proprement dite, interprétation et communication).

Les séquences d'activités proposées dans l'outil 10-12 ans

La phase de vérification ne fait pas l'objet d'un chapitre à part entière. Nous avons plutôt choisi de l'envisager comme un outil qui se construit progressivement tout au long de la démarche d'apprentissage. Ainsi, les trois chapitres se clôturent par la construction d'une synthèse relative aux différents aspects abordés dans les séquences ; cette synthèse devant dès lors servir **d'outil de vérification (de référentiel)** aux élèves.

Les liens avec l'outil 8-10 ans

Dans l'outil 8-10 ans, une activité est explicitement centrée sur la phase de vérification. Tout comme pour le 10-12 (mais avec une approche plus «guidée» pour les élèves plus jeunes), l'objectif est d'amener les élèves à construire un **référentiel pouvant servir d'outil de vérification**.

Le désapprentissage de présupposés qui empêchent les élèves de développer des stratégies efficaces de résolution de problèmes

En plus d'aborder explicitement plusieurs facettes relatives à chacune des étapes de la résolution de problèmes, la méthodologie proposée dans cet outil implique de développer en parallèle le «désapprentissage» des présupposés associés aux stratégies superficielles. En effet, de nombreuses recherches (voir Verschaffel, Greer & De Corte, 2000 pour une revue de la littérature) ont montré que les élèves développaient des présupposés incorrects face aux mathématiques et à leur enseignement. Ces présupposés seraient construits progressivement par les élèves au cours de leur scolarité ; ils seraient en quelque sorte le résultat d'une confrontation prolongée à des problèmes stéréotypés face auxquels les stratégies superficielles (c'est-à-dire non fondées sur une réelle analyse de la situation) s'avèrent généralement efficaces. Ils résulteraient aussi d'une culture de classe excessivement centrée sur le produit (le résultat final) au détriment du processus (c'est-à-dire une attention particulière à la démarche et aux compétences impliquées aux différentes phases constitutives de celle-ci). Ces présupposés conduiraient donc les élèves à développer des attitudes peu compatibles avec la mise en oeuvre d'une démarche analytique et réflexive de résolution. Il convient donc de les «désapprendre», c'est-à-dire d'amener les élèves à les dépasser (notamment en mettant en échec les stratégies superficielles qui y sont associées).

Les deux aspects «apprentissage» et «désapprentissage» sont intimement liés dans l'outil méthodologique proposé (et ceci, tant au 8-10 qu'au 10-12) : c'est au travers des activités visant explicitement l'apprentissage d'une compétence spécifique qu'on cherche à « toucher » les présupposés à désapprendre. Concrètement, l'idée sous-jacente est que les séquences développées œuvrent à la remise en cause de certains présupposés.

Précisons l'interdépendance évoquée ci-dessus au départ d'un exemple.
La séquence «Interpréter en contexte des situations ouvertes» permet de toucher le désapprentissage de trois présupposés :

- *les mathématiques n'ont rien à voir avec la vie réelle ;*
- *tous les problèmes rencontrés en classe sont corrects et complets (les problèmes contiennent toutes les informations nécessaires à leur résolution et aucune information extérieure ne doit être prise en compte) ;*
- *tous les problèmes rencontrés en classe doivent se résoudre rapidement en effectuant une ou deux opérations".*

Par ailleurs, les mêmes présupposés sont envisagés dans plusieurs séquences. Ceci devrait permettre aux enfants d'être confrontés aux différents «désapprentissage» à plusieurs reprises et dans des contextes variés. A titre d'exemple, le présupposé «résoudre des problèmes se limite à faire des calculs» se rencontre dans les séquences suivantes :

- «Les éléments d'une bonne représentation» et «L'estimation» dans le chapître portant sur la phase de représentation du problème ;
- «Développer des démarches de types essais-erreurs» dans le chapître portantsur la phase de résolution proprement dite du problème ;
- «Interpréter en contexte une variété de solutions», «Communiquer sa démarche pour présenter clairement son raisonnement ou pour convaincre de la pertinence de la solution» et «Communiquer la solution des problèmes sous différentes formes» dans le chapitre portant sur la phase d'interprétation et de communication.

Perspectives…

Deux recherches commanditées par le Ministère de la Communauté française et réalisées en étroite collaboration avec des enseignants et des inspecteurs ont permis la création de deux outils méthodologiques à l'usage des enseignants : l'un est destiné aux enseignants de troisième et quatrième primaire (outil 8-10) et l'autre à ceux de cinquième et sixième primaire (outil 10-12). Ces deux outils sont conçus selon une méthodologie proche et doivent donc favoriser une continuité dans les apprentissages.

Il est toutefois évident que la résolution de problèmes ne «démarre» pas en troisième primaire… En effet, il est essentiel de donner du sens aux premiers apprentissages mathématiques en les situant dans un contexte de résolution de problèmes ; c'est notamment primordial pour comprendre en profondeur les opérations arithmétiques de base. Différentes études (pour une vue d'ensemble, voir Barrouillet & Camos, 2002 ; Fayol, 1990 ; Fuson, 1992 ; Verschaffel & De Corte, 1997) ont montré que les élèves avaient des compétences informelles importantes en résolution de problèmes (et ceci avant tout enseignement spécifique). Ils tentent de mettre en acte les situations décrites et ne semblent nullement avoir, de prime abord, tendance à développer des stratégies superficielles (Fagnant, 2002a,b ; Stern, 1993). Les présupposés erronés relatifs aux mathématiques et à la résolution de problèmes, ainsi que les stratégies superficielles associées, se développeraient progressivement au cours de la scolarité. Ceci semblerait pouvoir en partie s'expliquer par le manque de prise en compte de leurs démarches informelles et l'utilisation d'un symbolisme face auxquels ils n'ont pas une compréhension suffisante

(Fagnant 2002a,b). Le développement d'une approche de la résolution de problèmes doit démarrer dès le début de la scolarité : il faut s'appuyer sur les compétences informelles et spontanées des jeunes élèves pour construire des apprentissages qui ont du sens et pour les aider à développer une démarche «experte» (analytique et réflexive) de la résolution de problèmes. Une approche cohérente de la résolution de problèmes doit pouvoir s'envisager de manière continue tout au long de la scolarité : du cycle 5-8 à la fin de l'enseignement primaire et même au delà.

La continuité vers l'enseignement secondaire paraît en effet tout aussi essentielle. La culture mathématique prônée dans le programme PISA de l'OCDE défend pleinement ce type d'approche pour que l'enseignement forme des citoyens susceptibles de s'intégrer et de s'épanouir pleinement dans une société telle que la nôtre. L'approche de *mathématisation* au centre du programme PISA présente de nombreux points communs avec la démarche de « modélisation mathématique » (Verschaffel et al., 2000) que nous avons développée pour la fin de l'enseignement primaire. Il semble donc essentiel de poursuivre une telle approche dans l'enseignement secondaire…

Références

◆ BARROUILLET, P., & CAMOS, V. (2002). *Savoirs, savoir-faire arithmétiques et leurs déficiences*. Paris : Rapport pour le Ministère de la Recherche. Programme cognitique, école et sciences cognitives, document non publié.

◆ CRAHAY, M. (1996). *Tête bien faite ou tête bien pleine? Recadrage constructiviste d'un vieux dilemme.* Perspectives, XXVI(1), 59-89.

◆ DEMONTY, I., FAGNANT, A. & LEJONG, M. (2004). *Résoudre des problèmes : pas de problème ! (8-10 ans). Guide méthodologique et documents reproductibles*. Bruxelles, De Boeck, Collection Maths et Sens.
Demonty, I., Fagnant, A. & Lejong, M. (2004b). Comment l'enseignement des partages inégaux peut-il s'appuyer sur les démarches des élèves, Informations pédagogiques, 55, 11-18.

◆ FAGNANT, A. (2002a). *Quelle compréhension du symbolisme mathématique au travers de la résolution de problèmes arithmétiques ?* Thèse de doctorat non publiée. Université de Liège. Belgique.

◆ FAGNANT, A. (2002b). *Mathematical symbolism : A feature responsible for superficial approaches?* A.D. Cockburn, & E. Nardi (Eds), Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 2, 345-352. Norwich, UK.

◆ FAGNANT, A., DEMONTY, I. & LEJONG, M. (2003). *La résolution de problèmes : un processus complexe de «modélisation mathématique».* Informations pédagogiques, 54, 29-39.

◆ FAYOL, M. (1990). *L'enfant et le nombre*. Paris : Delachaux et Niestlé.

◆ FUSON, K.C. (1992). *Research on whole number addition and subtraction.* In D.A. Grows (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning, 243-275. New York : MacMillan.

◆ SOCLES DE COMPÉTENCES (1999). Ministère de la Communauté française – Administration de l'Enseignement Général et de la Recherche Scientifique. Enseignement fondamental et premier degré de l'enseignement secondaire.

◆ STERN, E. (1993). *What makes certain arithmetic word problems involving the comparison of sets so difficult for children ?* Journal of Educational Psychology, 85, 7-23.

◆ TARDIF, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique*. Québec, Logiques.

◆ VERSCHAFFEL, L., & DE CORTE, E. (1997). *Word problems : A vehicle for promoting authentic mathematical understanding and problem solving in the primary school ?* In T. Nunes, & P. Bryant (Eds.), Learning and teaching mathematics: An international perspective, 69-97. Hove, East Sussex: Psychology Press.

◆ VERSCHAFFEL, L., GREER, B. & DE CORTE, E. (2000). *Making sense of word problems.* Lisse, The Netherlands, Swets & Zeitlinger.