

Focant, J. (2004). Stratégies d'autorégulation d'élèves de cinquième primaire en situation de résolution de problèmes arithmétiques. Dissertation doctorale non publiée, Université catholique de Louvain.

Introduction

Notre expérience professionnelle nous a fréquemment amené à côtoyer les établissements scolaires, et à y rencontrer un nombre important d'élèves en difficultés d'apprentissage. Parmi l'ensemble des matières scolaires, les mathématiques constituent une discipline peu aisée, et les résolutions de problèmes y sont souvent considérées comme le point d'achoppement principal. Pourquoi, dès l'école primaire, tant d'élèves éprouvent-ils une grande peine à accomplir ce type de situations ? Pourquoi également les enseignants qui tentent d'aider leurs élèves se sentent-ils tellement démunis ? Quels sont les causes de ces échecs, et surtout quels sont les moyens d'y remédier ?

Bien que la maîtrise des connaissances disciplinaires joue un rôle fondamental dans la réussite de ce type d'activités, nous supposons que c'est surtout l'habileté à utiliser ces connaissances qui fait défaut chez bon nombre d'enfants. Notre recherche doctorale s'intéresse à cette question en évaluant d'une part le pouvoir prédictif des connaissances disciplinaires dans la performance en résolution de problèmes, et d'autre part en estimant dans quelle mesure, à niveau de maîtrise disciplinaire semblable, des habiletés de gestion de ce type de connaissances sont reliées à la performance scolaire.

Nous proposons que les stratégies d'autorégulation offrent un potentiel fabuleux à l'apprenant et aux enseignants qui les dirigent, et abordons diverses questions qui les concernent. De quoi parle-t-on exactement quand on évoque les stratégies d'autorégulation ? Dans quel cadre théorique ces stratégies s'intègrent-elles ? Quelle utilité peuvent-elles apporter en vue d'une performance scolaire optimale ? Comment agissent-elles pour générer un processus d'autorégulation efficace ? Une élaboration théorique et la présentation d'études empiriques permettront une compréhension affinée des mécanismes autorégulateurs, de leur développement et de leurs limites.

Le premier chapitre de cette dissertation vise à évaluer dans quelle mesure la maîtrise des connaissances disciplinaires est un facteur explicatif suffisant des variations observées dans la performance scolaire en résolution de problèmes arithmétiques. Combinant des aspects

théoriques et empiriques, ce chapitre introductif permet de mieux cerner la problématique de notre travail, et aboutit à la présentation de la thèse soutenue dans l'ensemble de ce texte.

Le deuxième chapitre présente assez brièvement les théories de la métacognition et de l'apprentissage autorégulé, qui constituent le cadre de référence général des stratégies décrites tout au long de cette dissertation. Une clarification des définitions est proposée, et les concepts majeurs et mécanismes sous-jacents sont présentés. Nous concluons en recentrant le concept d'apprentissage autorégulé dans la perspective de notre recherche doctorale.

Le troisième chapitre conduit au cœur des processus d'autorégulation investigués dans notre recherche, en décrivant dans le détail les stratégies étudiées, leurs caractéristiques et leurs enjeux, et en les adaptant au contexte de la résolution de problèmes arithmétiques. Alliant synthèse de la littérature existante et élaboration théorique personnelle, ce chapitre massif nous permet de mettre en évidence la complémentarité des stratégies de détermination du but, de planification, de contrôle et de régulation dans un processus global visant l'optimisation de la performance scolaire. Nous argumentons pourquoi nous supposons l'utilité de ces stratégies, en terme d'organisation et de supervision de l'action, et en terme de gestion des limites de la mémoire de travail. Plus spécifiquement, nous abordons également les aspects développementaux et méthodologiques relatifs à ces stratégies. Nous concluons ce chapitre en synthétisant les observations réalisées et en proposant diverses pistes de recherches, utilisées pour déterminer les questions et hypothèses de nos études empiriques.

Nos chapitres 4, 5 et 6 présentent ensuite les recherches complémentaires menées sur les stratégies d'autorégulation afin d'éclairer les lacunes subsistantes dans la littérature, et afin de comprendre plus finement les aspects structuraux et fonctionnels des mécanismes autorégulateurs, leur utilité et leurs limites. Chaque chapitre décrit ou rappelle la problématique sous-jacente à l'étude, les questions de recherche et hypothèses, la méthodologie, et les résultats. La discussion présentée en fin de chaque chapitre interprète ces résultats en termes méthodologiques et en termes théoriques et pratiques. Le chapitre 7 (discussion générale) reprend les résultats majeurs de l'ensemble de ces trois études et les interprète de manière plus générale. Il présente également les limites générales de nos études, les perspectives pour les recherches ultérieures, ainsi que les implications en terme de pratiques pédagogiques. Une conclusion générale rappellera ensuite brièvement les résultats théoriques et empiriques majeurs et originaux de cette dissertation en confrontation à la thèse proposée.

Chapitre 1 : Résolution de problèmes arithmétiques et connaissances disciplinaires à l'école primaire

1. Introduction

La résolution de problèmes est rapportée de manière récurrente par les enseignants de l'école primaire comme une activité où ils se sentent des plus impuissants. Les évaluations menées par Grégoire et Lafontaine (1996, 1997) ont permis de confirmer le nombre important d'élèves sous-performants dans ce type de situations scolaires. Desoete (2001, voir aussi De Clercq, Desoete & Roeyers, 2000, Desoete & Roeyers, 2003, Desoete, Roeyers, Buysse & De Clercq, 2002) rapporte diverses études observant le même constat dans la partie néerlandophone du pays et à l'étranger. Beaucoup d'enseignants se focalisent essentiellement sur les prérequis disciplinaires comme facteur explicatif de ces difficultés. Est-ce réellement le cas ? Nous nous attarderons à cette question dans ce chapitre, en décrivant en quoi constituent précisément ces prérequis, et dans quelle mesure ils définissent les réussites et les échecs des élèves.

Dans un premier temps, nous caractériserons les problèmes arithmétiques verbaux utilisés à travers l'ensemble de notre dissertation doctorale. Nous décrirons ensuite les connaissances disciplinaires nécessaires à la réussite de ce type de résolution. Enfin, nous présenterons une étude menée en janvier 2003, et visant à déterminer dans quelle mesure la maîtrise des connaissances disciplinaires est un facteur explicatif suffisant ou non de la performance en résolution de problèmes arithmétiques. Nous conclurons ce chapitre en décrivant de manière précise la thèse dont nous discuterons tout au long de ce travail.

2. Caractérisation des problèmes verbaux arithmétiques

Certaines situations arithmétiques ne permettent pas l'application simple d'une procédure apprise préalablement, et nécessitent le passage par plusieurs procédures que l'individu doit déterminer personnellement. La situation problème constitue cette tâche complexe où l'individu recherche une solution sans savoir au départ comment y parvenir (Newell & Simon, 1972, Gagné, 1985), et qui nécessite plus que l'application d'une séquence d'actions préalablement connue (Vermeer, Boekaerts & Segers, 2000). De nombreux auteurs définissent ce type de situations à partir de Newell et Simon (1972) sous la forme de deux conditions (Richard, 1985 dans Jonnaert, 1994, Tardif, 1992, Costermans, 1998, Poirier-Proulx, 1999, Paas, 1992) :

- l'existence d'un écart ou d'une distance entre une situation présente ou initiale (état de départ jugé insatisfaisant) 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 (pas de routine connue).

Pour qu'il y ait un problème, il faut donc nécessairement qu'il y ait un caractère de nouveauté et de surprise (Roegiers, 1993, Lucangeli & Cornoldi, 1999), qui exige dès lors une démarche cognitive active d'élaboration et de vérification d'hypothèses sur la nature de cet écart et sur les moyens de le réduire (Poirier-Proulx, 1999). Cette démarche vise la recherche d'opérateurs, c'est-à-dire des actions autorisées permettant de modifier la situation de manière à relier l'état initial à l'état-but (Reed, 1999).

Une caractéristique importante des problèmes est leur subjectivité ou leur relativité : une même situation sera un problème pour un élève et ne le sera pas pour un autre (Schoenfeld, 1985, Poirier-Proulx, 1999, Fagnant, 2002). Le problème n'est pas une tâche en soi, mais il est une *situation*, c'est-à-dire la confrontation entre un système cognitif (l'individu) et une tâche (Hoc, 1987). Ainsi, la situation problème se distingue de l'activité de reproduction, d'exercice ou d'application par l'absence de connaissance des procédures qui permettent de passer de l'état initial au but (D'Hainaut, 1980, Jonnaert, 1994, Richard, 1998, Roegiers, 1993, Legendre, 1993).

Notons encore qu'il convient de différencier divers termes relatifs à ce type d'activités, tels que nous les utiliserons au cours de cette thèse. Le « problème » ou la « situation problème » constitue la situation telle qu'elle est proposée à l'individu, et respectant les conditions énoncées ci-dessus. La « résolution de problème » est le processus par lequel l'apprenant tente de parvenir à une solution. Et la « solution du problème » évoque le résultat final par lequel le problème est résolu.

La plupart des problèmes utilisés dans les études cognitivistes (problèmes des cannibales, des neuf points, de la tour d'Hanoi, ...) ne relèvent habituellement d'aucun domaine particulier et ne nécessitent en ce sens aucune connaissance spécifique (Lemaire, 1999). A l'inverse, les recherches menées dans le cadre scolaire utilisent généralement des situations appartenant à des domaines de connaissances bien structurés (Fagnant, 2002). Pour être capable de résoudre ces problèmes, l'individu doit dès lors maîtriser un certain nombre de connaissances relatives au domaine scolaire concerné, généralement labellisées sous le terme de connaissances disciplinaires. Mais qu'est-ce qu'un domaine scolaire ? Ils sont le plus généralement perçus

comme les matières scolaires (mathématiques, français, sciences, ...) ou comme les types d'activités menés dans chaque matière (compréhension de texte, dictée, expérimentations de chimie, construction d'images géométriques en trois dimensions, ...). Selon Gelman (2000, voir aussi Hoc, 1987), le terme « domaine » doit cependant être utilisé de manière plus précise. Il est un « *ensemble de principes inter-reliés, des règles de leur application, et des entités auxquelles ils s'appliquent* » (p. 804). Le domaine choisi dans le cadre de cette dissertation doctorale ne consiste pas en la résolution de problèmes, mais bien en l'arithmétique, centrée autour des relations élémentaires au sein des nombres rationnels. Plus précisément, nos études questionnent les *quatre opérations arithmétiques de base* (addition, soustraction, multiplication et division), et portent sur des *nombres naturels* (entiers positifs).

Parmi l'ensemble des problèmes arithmétiques, les problèmes verbaux ont ceci de caractéristique qu'ils utilisent des mots en vue de décrire les situations (Fagnant, 2002). Plus précisément, ce sont des descriptions verbales de situations problèmes où une ou plusieurs questions indiquent la réponse attendue. Celle-ci peut être obtenue par l'application d'opérations arithmétiques à des données numériques disponibles dans l'énoncé du problème (Verschaffel, Greer & De Corte, 2000). Dans leur forme la plus typique, les problèmes verbaux prennent la forme de textes brefs (énoncés) décrivant les éléments essentiels de la situation, au sein de laquelle certaines quantités sont explicitement données alors que d'autres ne le sont pas. L'élève doit fournir une réponse numérique à une question spécifique (la demande) en utilisant exclusivement les quantités fournies dans l'énoncé (les données) et en inférant les relations entre ces quantités à partir de sa compréhension de l'énoncé.

Habituellement, il s'agit de problèmes fermés ou strictement définis. Dans un tel type de problème, l'information contenue dans les données du problème est en effet par elle-même suffisante pour permettre d'en découvrir la solution, pour peu que l'individu dispose de capacités cognitives générales et de certaines connaissances disciplinaires spécifiques (cf. section suivante). Ainsi, la situation initiale (données), l'état-but (demande) et les contraintes éventuelles sont clairement explicitées. De plus, ce type de problèmes a une seule réponse correcte et vérifiable : tout solution peut être évaluée en fonction des critères fournis (Baffrey-Dumont, 1999, Lemaire, 1999, Costermans, 1998, Jonassen, 1997, Tardif, 1992).

3. Les connaissances disciplinaires en résolution de problèmes arithmétiques

Pour résoudre des problèmes arithmétiques verbaux, l'élève doit maîtriser un nombre limité de connaissances disciplinaires, c'est-à-dire relatives à un domaine particulier. Nous avons décrit que, dans le cadre de cette dissertation, ces connaissances concernaient globalement les quatre opérations arithmétiques de base. Qu'en est-il plus précisément ? Quels sont, de manière exhaustive, les types spécifiques de connaissances disciplinaires dont l'enfant doit disposer pour résoudre de tels problèmes ?

Les connaissances disciplinaires, comme tout type de connaissances, ne se présentent pas sous une forme unique. La psychologie cognitive et les théories du traitement de l'information ont mis en évidence la distinction entre connaissances déclaratives et procédurales. Schématiquement, les connaissances déclaratives et procédurales se distinguent en fonction du « savoir que » et du « savoir comment » proposés il y a plus de 50 ans par Ryle (1949). Les *connaissances déclaratives*, relatives au savoir, sont des faits qui peuvent être constatés, et s'expriment en termes de théories, de notions ou concepts, d'événements, d'idées, d'objets, de principes, de lois, ... (Boekaerts, 1997, Eysenck & Keane, 1990, Tardif, 1992). Les *connaissances procédurales*, relatives au savoir-faire, consistent en des procédures préalablement constituées, c'est-à-dire des suites organisées d'actions permettant de réaliser un but (Sternberg, 1996). Elles sont constituées de règles comportant une action (ou une séquence de plusieurs actions), les conditions du déclenchement de celle-ci (quand et pourquoi utiliser la procédure concernée), et éventuellement les conditions de son arrêt. Elles sont généralement représentées sous la forme de règles de production, caractérisées de la manière suivante (Anderson, 1983, 1996) : « SI (conditions a, b, ...), ALORS (actions p, q, ...) ». Dans le secteur de l'éducation, la partie conditions de ces règles de production est parfois évoquée sous le terme de connaissances conditionnelles (voir notamment Pintrich, 2000, et Tardif, 1992).¹

La résolution de problèmes verbaux arithmétiques exige un certain nombre de connaissances déclaratives et procédurales spécifiques aux opérations arithmétiques de base et à la lecture de texte. *Au niveau déclaratif*, il s'agit essentiellement des connaissances verbales permettant la compréhension de l'énoncé et de la situation d'une part, et des connaissances arithmétiques

¹ Pour plus d'informations, le lecteur intéressé pourra consulter Anderson, 1983, 1996, et pour synthèses Eysenck & Keane, 1990, Haberlandt, 1994, Lemaire, 1999 et Sternberg, 1996.

nécessaires à la résolution d'autre part. Les connaissances verbales concernent le vocabulaire (et les concepts sous-jacents) et les connaissances grammaticales (structure de phrases, ...) utilisées pour exprimer la situation. Les connaissances arithmétiques sont relatives à la compréhension des quatre opérations de base : addition, soustraction, multiplication et division. Que signifie additionner ? Quand je retire certains items d'une collection, à quelle opération fais-je référence ? Comment opère-t-on arithmétiquement pour partager un ensemble d'éléments en plusieurs parts ? *Au niveau procédural*, la lecture du texte de l'énoncé exige une procédure relativement efficace de décodage, c'est-à-dire de décryptage des signes que constituent les lettres, les chiffres, les ponctuations et les espaces en vue d'accéder au sens et aux concepts auxquels ils font référence (transformation des items écrits en items de sens). La résolution du problème nécessite, après cet accès à la compréhension de l'énoncé, la sélection (« conditions ») et l'application (« actions ») de procédures arithmétiques concernant les quatre opérations de base, en calcul mental ou en calcul écrit.

Ces connaissances sont donc liées à des domaines scolaires : l'arithmétique, la grammaire et le vocabulaire. Cependant, plus encore que cette spécificité au domaine, la majorité de ces connaissances sont spécifiques à l'énoncé même du problème et aux actions qui sont requises pour le résoudre. Dans le problème « L'achat de matériel informatique » présenté en figure 1.1, le sujet doit surtout savoir ce qu'est le matériel informatique, un ordinateur et une imprimante, ainsi que ce qu'est un catalogue. Il doit aussi savoir que le signe € représente le mot euro, et qu'il s'agit d'une mesure de quantité monétaire. Il n'a par contre aucunement besoin de savoir que le kilomètre est une unité de mesure de la distance et qu'il s'abrège en « km ». Au niveau arithmétique, l'élève a besoin de connaissances relatives à la soustraction ($750 - 595 - 135 = ?$) et éventuellement à l'addition ($750 - (595 + 135) = ?$). Peu lui importe dès lors de maîtriser les connaissances liées à la division écrite. Les connaissances grammaticales sont par contre spécifiques au domaine de la grammaire, mais plus générales au sein de ce domaine et utilisées relativement similairement à travers l'ensemble des problèmes verbaux : comment est construite une phrase ? que signifie la forme interrogative ou le signe « ? » ? Il en est de même pour les procédures de décodage.

L'achat de matériel informatique

Jean-Pierre veut consacrer 750 € pour s'équiper en matériel informatique. Il a vu, sur un catalogue, un ordinateur qui coûte 595 € et une imprimante au prix de 135 €. Combien d'argent lui restera-t-il après ces deux achats ?

Figure 1.1. Exemple de problème verbal arithmétique.

N'oublions pas que ces connaissances constituent des représentations, et qu'elles peuvent donc être erronées. Croire que l'adjectif « informatique » se rapporte au contexte téléphonique est un exemple de connaissance déclarative erronée. Parallèlement, la littérature a fréquemment rapporté le phénomène des « *bugs* », c'est-à-dire des erreurs contenues dans la chaîne d'actions de la connaissance procédurale². Les connaissances sont des formes transitoires, elles sont sans cesse affinées en fonction des expériences rencontrées par l'individu.

4. Etude 1

4.1. Problématique et hypothèses

Les causes profondes des échecs scolaires dans les activités de résolution de problèmes arithmétiques ne sont pas toujours évidentes à décrypter. Les intuitions explicatives ont généralement tendance à se centrer sur les prérequis (ou connaissances) disciplinaires, décrits dans la section précédente. Outre les lacunes liées aux procédures de calcul proprement dites, de nombreux enseignants relatent souvent la difficulté de l'élève à mettre du sens sur le problème. Cette aptitude à comprendre le « sens » du problème correspond selon nous aux connaissances disciplinaires sous-jacentes au choix des opérations, en ce que cette aptitude reflète la capacité de

² Ces bugs ne constituent pas des erreurs d'application, mais des erreurs de programmation. Ainsi, un enfant peut se tromper dans la mise en œuvre d'une procédure d'addition écrite, soit parce que la connaissance procédurale est erronée (erreur de définition de la procédure), soit parce qu'il a commis une erreur de mise en œuvre d'une procédure adéquate (erreur de distraction par exemple). Ces deux types d'erreurs peuvent être distingués car la première est constante à travers toutes les mises en œuvre (jusqu'au constat de l'erreur et la modification de la connaissance procédurale), tandis que la seconde ne survient que ponctuellement ou occasionnellement.

l'enfant à traduire en termes arithmétiques l'expression langagière et sémantique que constitue l'énoncé.

S'il est évident que les connaissances disciplinaires décrites dans la section précédente sont nécessaires pour résoudre adéquatement des problèmes arithmétiques verbaux, il convient cependant de s'interroger si elles sont suffisantes à la réussite de ces résolutions. Selon nous, la présence des connaissances verbales et arithmétiques qui correspondent à la réussite d'une tâche de résolution de problèmes ne garantit aucunement le succès effectif de l'élève dans la réalisation de cette tâche. Fuchs, Fuchs, Prentice, Burch, Hamlett, Owen & Schroeter (2003) soulignent d'ailleurs que beaucoup d'enfants éprouvent des difficultés à utiliser ou transférer les connaissances disciplinaires à des situations nouvelles, alors que nous avons décrit que le caractère de nouveauté est par excellence une des critères typiques de la situation problème (cf. section 2). L'affirmation de ce caractère insuffisant des connaissances disciplinaires reste cependant heuristique et exige une confrontation empirique.

Les résultats d'une étude menée en janvier 2003 permettent d'éclairer cette question. Une mesure de la performance en résolution de problèmes y a été comparée, en terme de taux de réussite, à une évaluation des connaissances arithmétiques déclaratives (induisant le choix des procédures arithmétiques à appliquer) et procédurales (procédures permettant d'effectuer les opérations arithmétiques). Les hypothèses étaient les suivantes :

1. la maîtrise de l'ensemble des connaissances arithmétiques nécessaires à la résolution ne garantit pas la réussite du problème concerné ;
2. le score de réussite de l'épreuve des connaissances disciplinaires ne permet de prédire qu'une part limitée de la performance en résolution de problèmes.

4.2. Méthode

4.2.1. Echantillon

Les épreuves ont été menées avec 90 enfants de cinquième primaire, fréquentant diverses écoles belges francophones (enseignement ordinaire). Cinq écoles ont été visitées, dont une sur trois sites différents (petites écoles rurales). Ces écoles étaient diversifiées (de manière croisée) selon différents critères : le milieu de vie (rural ou citadin), la situation socio-économique de la majorité des élèves, le réseau d'enseignement et la province de l'école (cf. tableau 1.1). Cette diversification avait essentiellement pour but de susciter des variations importantes quant aux

scores sur les différentes épreuves, et de neutraliser tout effet massif et potentiel de pratiques pédagogiques particulières³.

<i>Ecole</i>	<i>Réseau</i>	<i>Milieu de vie</i>	<i>Milieu socio-économique</i>	<i>Province</i>
<i>Ecole 1</i>	Communal	Citadin	Aisé	Brabant Wallon
<i>Ecole 2</i>	Libre	Citadin	Ouvrier/agricole	Liège
<i>Ecole 3</i>	Libre	Rural	Ouvrier/agricole	Hainaut
<i>Ecole 4</i>	Libre	Rural	Aisé	Liège
<i>Ecole 5</i>	Communal	Rural	Divers	Brabant Wallon

Tableau 1.1. Tableau croisé des caractéristiques des écoles visitées.

4.2.2. Épreuves

Deux types d'épreuves ont été menées : une mesure standardisée de performance en résolution de problèmes, et une mesure standardisée de performance sur les connaissances disciplinaires précises nécessaires à ces résolutions. Ces deux épreuves ont été conduites collectivement par classe et sous forme écrite. Des exemples de ces tâches sont présentées dans la figure 1.2 et en annexes 2 et 3. La durée de passation était d'approximativement 35 minutes en moyenne pour la première et de 25 minutes pour la seconde (estimation réalisée lors du pré-test). Aucune limite de temps n'était cependant imposée à l'enfant.

Dans la *première épreuve*, les élèves devaient résoudre 3 problèmes arithmétiques de respectivement 2, 3 et 5 étapes. Il s'agissait de problèmes arithmétiques verbaux et fermés, tels qu'ils ont été présentés dans la deuxième section de ce chapitre. Ils avaient été élaborés de manière à être similaires à ceux utilisés généralement par les enseignants, afin que le type de problème et le format de présentation de celui-ci ne soient pas déstabilisants pour l'enfant. Nous

³ Certaines pratiques pédagogiques pourraient favoriser le développement de compétences tierces (stratégies d'autorégulation par exemple, cf. chapitres suivants) qui influenceraient notablement la relation entre la réussite des épreuves de connaissances disciplinaires et de résolution de problèmes, et qui pourraient dès lors masquer la relation directe entre les deux premiers types de compétences. Il était donc important de diversifier les écoles visitées afin de minimiser ce risque.

désirions ainsi nous situer au plus proche de la situation scolaire rencontrée habituellement par l'élève, tout en lui présentant une épreuve standardisée. Les problèmes utilisés comportaient également les caractéristiques suivantes.

- Aucun autre contenu mathématique que les opérations arithmétiques n'était nécessaire à la résolution : aucune formule (aires, périmètres, ...), ni aucune règle de transformation (systèmes métriques, horloges, ...).
- Les étapes de résolution y étaient non répétitives : deux procédures similaires successives portées sur des nombres différents (2 menus à 15 € et 3 menus à 18 €. Combien en tout ?), ou deux additions simples et successives sur un même nombre (Paul avait 5 billes, il en a gagné 3, puis encore 2 autres) constituent des procédures répétitives.
- L'ordre de présentation des données était contrôlé : ordre de leur utilisation avec une et une seule inversion.
- Aucune donnée chiffrée superflue n'avait été intégrée.
- Les données quantitatives étaient toujours mises en évidence par l'utilisation des chiffres arabes (jamais en écriture alphabétique).
- Les nombres utilisés répondaient généralement à des règles précises concernant leur ordre de grandeur et leurs implications dans les combinaisons, en vue de s'adapter à l'état de l'apprentissage arithmétique en cours de l'enfant : l'addition exigeait toujours au moins un passage à la dizaine (éviter les additions trop faciles), la multiplication se posait toujours d'un nombre à deux chiffres par un nombre à un chiffre (éviter les multiplications trop complexes), ...
- Les capacités d'analyse de tableaux à double entrée ou de compréhension de graphes n'étaient jamais nécessaires.

Les problèmes ont été cotés en fonction de la réponse finale, correcte ou incorrecte (1 ou 0). Un score total a été calculé pour chaque enfant, variant entre 0 et 3 pour l'échelle (variation sur quatre points).

Dans la *deuxième épreuve*, les connaissances disciplinaires arithmétiques des enfants étaient mesurées en situation isolée selon deux sous-épreuves : une épreuve liée aux capacités de calcul des enfants (connaissance procédurale des opérations arithmétiques en calcul écrit) ; une épreuve liée au choix de l'opération arithmétique (exigeant l'utilisation de connaissances conditionnelles ou déclaratives, liées au sens des différentes opérations). Nous avons posé supra le fait que les

connaissances disciplinaires étaient spécifiques non seulement au domaine scolaire, mais aussi à la tâche précise. En fonction de ce constat, nous avons souhaité les évaluer au plus près des résolutions de problèmes spécifiques à notre épreuve, et non de manière générale quant aux compétences arithmétiques des élèves.

Dans la première sous-épreuve, les calculs de chaque étape des trois résolutions de problèmes étaient présentés sous forme arithmétique. Tous les calculs devant être menés pour parvenir aux réponses des résolutions de problèmes étaient ainsi soumis à l'enfant. Ces items ont été corrigés en fonction de la réponse finale (et non du processus), correcte ou incorrecte (1 ou 0).

Dans la deuxième sous-épreuve, de petites phrases de structures et de thématiques similaires à celles intégrées dans les résolutions de problème étaient présentées à l'enfant (sorte de mini-problèmes). Il lui était alors demandé de traduire l'énoncé en forme arithmétique (calcul). Les nombres utilisés étaient petits pour que l'enfant puisse se centrer de manière particulière sur le choix de l'opération, et ne soit pas entravé par la difficulté du calcul à réaliser. La correction a jugé de l'opération choisie (codage dichotomique) et n'a pas tenu compte du nombre obtenu.

Extrait de l'énoncé d'un problème :

Un marchand va acheter des tomates chez deux fermiers.

Chez le premier fermier, il achète 9 caisses de 43 tomates. (...)

Item correspondant dans l'épreuve en situation isolée, sous-épreuve choix de l'opération :

J'ai acheté 3 paquets de 6 oranges. Combien ai-je acheté d'oranges en tout ?

..... .. =

Item correspondant dans l'épreuve en situation isolée, sous-épreuve calcul :

$43 \times 9 = \dots$

Figure 1.2. Exemple des épreuves de résolution de problème et de connaissances disciplinaires.

Concernant les connaissances disciplinaires isolées, l'enfant a obtenu un point lorsque tous les items des deux sous-épreuves correspondant au problème 1 étaient réussis (4 items). Si un seul item était incorrect, l'enfant se voyait attribuer le score de 0. Il en a été ensuite de même pour les

problèmes 2 (6 items) et 3 (10 items). Un score global a été élaboré pour l'épreuve des connaissances disciplinaires isolées en additionnant les scores correspondant aux trois problèmes. Ce score varie à nouveau entre 0 et 3 (variation sur quatre points) et est directement relatif au score des résolutions de problèmes. L'ensemble de nos variables ne permettant qu'une variation sur quatre points, les statistiques non paramétriques seront utilisées pour analyser nos données.

Nous avons mis en évidence plus haut la nécessité de disposer de connaissances verbales suffisantes. Nous n'avons pas mesuré pas ces connaissances, mais en avons minimisé l'impact par leur simplification. A cette fin, les mots et concepts utilisés étaient à la fois courants et relativement faciles à décrypter (facilité lexicale et de décodage), les phrases étaient très courtes et sans phrase subordonnée. Rappelons aussi que les élèves fréquentaient la cinquième primaire, et avaient déjà assuré les connaissances de base liées au décodage. De plus, les enfants dont la langue parlée à la maison n'était pas le français étaient supprimés de l'échantillon, et l'avis des enseignants était demandé quant à la compréhension verbale potentielle des énoncés par les enfants les plus faibles. En cas d'hésitation, l'élève était retiré de l'échantillon.

4.3. Résultats

4.3.1. En rapport à l'hypothèse 1

Si les connaissances disciplinaires sont suffisantes à la résolution adéquate de problèmes, tout enfant réalisant avec succès les items de l'épreuve des connaissances arithmétiques (épreuve 1) doit également réussir à résoudre le problème concerné (épreuve 2). Le score obtenu à l'épreuve 1 devrait dès lors être équivalent à celui de l'épreuve 2. Notre première hypothèse postule cependant l'inverse, indiquant l'insuffisance de la maîtrise des items de l'épreuve 1 pour le succès de l'épreuve 2. Les niveaux de réussite de l'épreuve 1 doivent selon cette hypothèse être inférieurs à ceux de l'épreuve 2.

La comparaison de la réussite entre les épreuves 1 et 2 est significativement à la défaveur de celle liée aux connaissances arithmétiques (*Wilcoxon Signed Ranks Test* : $p < .001$), corroborant notre hypothèse. La mesure de l'ampleur de l'effet (*effect size*) proposée par Cohen (1988) permet d'obtenir une évaluation de la différence entre deux moyennes en unité d'écart-type, et donc une estimation de l'intensité de cette différence. Dans le cas présent, cette statistique permet d'observer une différence de très grande intensité entre les deux mesures ($d_s = 0,90$). La moyenne de l'épreuve en situation isolée est d'ailleurs deux fois supérieure à celle des résolutions de problèmes (1.73 par rapport à 0.88, soit 58 % de réussite des items contre 29 %).

Cette proportion reste relativement constante pour les niveaux de réussite au sein de chaque problème. En fonction de l'argumentation développée dans le premier paragraphe de cette section, il apparaît donc évident, conformément à notre première hypothèse, que la maîtrise des connaissances disciplinaires est insuffisante à la résolution efficace de problèmes arithmétiques.

L'observation des tables de fréquence présentées dans les tableaux 1.2 et 1.3 nous permet de préciser ce résultat en fonction des scores les plus bas et les plus élevés. Parmi les scores les plus bas, nous remarquons que seulement 11 % des sujets ne maîtrisent les connaissances arithmétiques relatives à aucun problème (score épreuve 1 = 0), alors que 42 % des sujets ne résolvent adéquatement aucun problème (score épreuve 2 = 0). Ceci signifie que, parmi les élèves les plus faibles, plus de 30 % ont échoué à un problème au moins pour d'autres raisons que celles des connaissances disciplinaires.

Parmi les scores les plus élevés, nous observons également que plus de 26 % des élèves réussissent tous les items relatifs aux connaissances arithmétiques (score épreuve 1 = 3), mais que seulement moins de 6 % réussissent les trois résolutions (score épreuve 2 = 3). Parmi les enfants ayant une haute performance, plus de 20 % ont donc échoué à un problème au moins pour d'autres raisons. Le constat de la différence de réussite entre connaissances disciplinaires et performance en résolution de problèmes reste donc valable pour les élèves à haute performance et pour ceux à basse performance.

Scores épreuve 1	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulatif
0	10	11.1	11.1
1	28	31.1	42.2
2	28	31.1	73.3
3	24	26.7	100
Total	90	100	

Tableau 1.2. Table de fréquences des scores de l'épreuve des connaissances arithmétiques.

Scores épreuve 2	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulatif
0	38	42.2	42.2
1	30	33.3	75.6
2	17	18.9	94.4
3	5	5.6	100
Total	90	100	

Tableau 1.3. Table de fréquences des scores de l'épreuve de résolution de problèmes.

4.3.2. En rapport à l'hypothèse 2

S'il apparaît des analyses précédentes que les connaissances disciplinaires ne suffisent pas à la réussite des tâches de résolution de problèmes, il convient de s'interroger, conformément à notre seconde hypothèse, sur l'intensité de la prédiction des scores de l'épreuve de performance en résolution de problèmes par ceux liés aux connaissances disciplinaires arithmétiques. Pour rappel, nous supposons que cette prédiction n'était que d'une ampleur limitée.

Le coefficient de détermination nous permet d'évaluer dans quelle mesure la réussite de l'épreuve des connaissances arithmétiques sous-jacentes aux résolutions permet d'expliquer la variance de la réussite à l'épreuve de résolution de problèmes. Celui-ci est calculé sur base de la statistique non paramétrique de corrélation du rho de Spearman. Les connaissances disciplinaires prédisent, de manière très significative, 21 % de la performance en résolution de problèmes ($r_s^2 = .213$, $p = .001$, $N = 90$). Le coefficient d'aliénation, exprimant la part de variance de la performance scolaire non expliquée, est dès lors de .787, ce qui exprime que plus de 78 % des scores de performance sont déterminés par d'autres facteurs que les connaissances disciplinaires. Ce résultat corrobore donc notre seconde hypothèse, de manière plus intense qu'attendu.

4.4. Discussion et conclusion

Les résultats observés lors de cette étude corroborent largement nos hypothèses. La comparaison des niveaux de réussite des deux épreuves laisse apparaître, dans une mesure très large, que la maîtrise de l'ensemble des connaissances arithmétiques nécessaires à la résolution ne garantit pas la réussite du problème concerné. De plus, le coefficient de détermination nous permet

d'observer que la performance en résolution de problèmes n'est prédite que dans une faible mesure (20 % environ) par la maîtrise des connaissances arithmétiques directement nécessaires aux résolutions.

Les hypothèses explicatives posées en terme des connaissances disciplinaires semblent donc certes justifiées, mais seulement dans une moindre mesure. Comment expliquer que les élèves qui disposent des connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles nécessaires aux résolutions ne parviennent pas plus largement à une performance optimale ?

Notre dissertation doctorale s'attachera à proposer *qu'une part des facteurs explicatifs de cette différence de réussite concerne la capacité du sujet à faire face au caractère complexe et novateur du type de tâches que constituent les résolutions de problèmes arithmétiques*. La nécessité de combiner divers types de connaissances apprises isolément au préalable, dans la poursuite d'une demande ou d'un but (cf. sections 2 et 3), exige en effet selon nous des *habiletés de gestion appropriée de son propre répertoire de connaissances et d'optimisation de la mise en œuvre de procédures choisies en vue de parvenir à la résolution*. De nature déclarative ou procédurale, elles ont principalement été abordées dans deux cadres théoriques intimement liés : la métacognition et l'apprentissage autorégulé (*self-regulated learning*). Nous tenterons au cours de cette dissertation d'estimer l'impact de différentes procédures générales, appelées *stratégies d'autorégulation*, sur la performance des élèves dans les activités de résolution de problèmes arithmétiques. Nous nous attacherons à comprendre, théoriquement et empiriquement, les aspects structuraux et les mécanismes de fonctionnement sous-jacents aux stratégies étudiées, et interrogerons les facteurs qui peuvent influencer l'utilisation ou le développement de ces stratégies.

Chapitre 2 : Métacognition et apprentissage autorégulé

1. Introduction

Le concept de la métacognition, apparu à la fin des années 70, a connu un succès immense dès son apparition et a mené à un champ de recherches immense. Le paradigme de l'apprentissage autorégulé (*self-regulated learning*) s'est développé à sa suite, connaissant lui aussi une effervescence importante. De nombreux auteurs affirment cependant que les construits de ces concepts sont mal distingués dans les recherches, menant à des conclusions confuses et généralement abusives (Boekaerts, 1996, Dermitzaki, 2003, Desoete, 2001, Desoete et al., 2002, Lafortune & Saint-Pierre, 1996, Noël, 1991, Pallascio, Benny & Patry, 2001, Veenman, 2003a, 2003b). Ce caractère de confusion s'explique selon nous essentiellement par la rapidité du développement de ces concepts et de l'effet de mode qui s'en est suivi, et par la complexité de l'observation de leurs mécanismes. Victimes de leur succès, ces deux paradigmes ont été servis à toutes les sauces, et ont abouti à des conceptions et à des méthodologies trop diversifiées et parfois contradictoires.

En Europe, le groupe d'intérêt scientifique (*SIG*) de l'*European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI)* centré sur la métacognition cherche aujourd'hui à remettre de l'ordre dans la définition de ces concepts (voir par exemple Veenman, 2003a, 2003b). Nous inscrivant dans cette lignée, nous décrivons dans ce chapitre les concepts fondamentaux de ces deux paradigmes, et essentiellement leurs éléments constitutifs et mécanismes sous-jacents. Nous évoquons également les liens entre ces deux notions, et concluons en recentrant ces deux cadres théoriques dans la perspective de notre recherche doctorale.

2. La métacognition

2.1. Qu'est-ce que la métacognition ?

La structure même du mot « métacognition » fait référence à la cognition sur la cognition, c'est-à-dire à des représentations ou processus cognitifs portant sur le fonctionnement cognitif général ou particulier. Elle constitue un construit multidimensionnel qui décrit en tant que phénomène unitaire divers « méta » portant sur tous les processus cognitifs imaginables, tel que la mémorisation, la compréhension ou l'attention (Gavalek & Raphael, 1985). Chaque auteur y a cependant été de sa variante, incluant ou excluant certains composants, ce qui a mené à une kyrielle de définitions et à une confusion du concept (Pallascio et al., 2001).

Aujourd'hui, la majorité des chercheurs dans le domaine de l'éducation s'est regroupée autour de la définition de John H. Flavell (1976), pionnier en la matière. Allaire, Pallascio, Lafortune et Mongeau, 1998, Baker et Brown, 1984, Gombert, 1990, Gordon et Braun, 1985, Lafortune, 1998, Lafortune, Jacob et Hébert, 2000, Lefebvre-Pinard, 1983, Lucangeli et Cornoldi, 1999, Miller, 1985, Noël, Romainville et Wolfs, 1995, Pallascio et al., 2001, Paris et Winograd, 1990, Pintrich et Schrauben, 1992, Romainville, 2000, Royer, Cisero et Carlo, 1993, Winne, 1996, Wong, 1985, ... décrivent ainsi que les phénomènes métacognitifs sont de deux ordres :

- (1) les connaissances que l'individu a de ses propres processus cognitifs, ainsi que des facteurs favorables et défavorables à ces processus ;
- (2) le contrôle actif, la régulation et l'orchestration de ces processus en vue de la réalisation d'un but déterminé.

Cette distinction entre connaissances et processus a mené à deux champs de recherches distincts. Le premier, emmené par John H. Flavell et ses collaborateurs (Flavell, 1976, 1981, 1987), s'est particulièrement intéressé à la nature et au développement des connaissances métacognitives, c'est-à-dire à la métacognition en terme de variables influençant la cognition, et plus généralement en terme de compréhension des phénomènes cognitifs. Le second, initié par Ann L. Brown et ses collaborateurs (Brown, Bransford, Ferrara & Campione, 1983, Baker & Brown, 1984), a mis l'accent sur les habiletés métacognitives, en tant que moyen d'opérer un processus de contrôle et de régulation des activités.

2.2. Les connaissances métacognitives

Les connaissances métacognitives constituent des croyances de l'individu concernant tous les aspects possibles de l'activité cognitive, et notamment les facteurs ou variables qui affectent la performance d'un type donné de cognition. Ces connaissances sont verbalisables (comme toute connaissance) et relativement stables (Flavell, 1987, Brown et al., 1983). Elles constituent le composant déclaratif de la métacognition, par opposition avec la régulation métacognitive qui en constitue le composant exécutif (Lafortune, Jacob et al., 2000, Masui & De Corte, 1999, Paris & Winograd, 1990). Elles tirent leur origine des travaux sur la métamémoire, et ont ensuite été adaptées plus généralement à la cognition (Flavell, 1981). Elles constituent un stock de connaissances portant sur les personnes, sur les tâches et sur les stratégies (Flavell, 1981, 1987).

Les *connaissances relatives aux personnes* sont les croyances de l'individu concernant l'homme en tant qu'agent cognitif (Wong, 1985). Selon Flavell (1981), elles peuvent porter sur soi-même (« J'ai une bonne mémoire visuelle » ; « Je suis nul en orientation spatiale » ; « Je suis meilleur

en math qu'en français »), sur d'autres personnes (« Paul a une bonne mémoire des visages »), ou peuvent être des connaissances universelles (croyances quant au fonctionnement et aux propriétés universelles de la pensée humaine : « la mémoire est organisée en mémoires à court terme et à long terme »).

Ces connaissances permettent également de mettre en évidence des différences intra-individuelles (« Je suis meilleur en mémorisation qu'en compréhension »), des différences interindividuelles (« Paul est meilleur que moi pour résoudre des problèmes »), et des constantes (phénomènes cognitifs universels).

Les *connaissances métacognitives relatives aux tâches* portent sur les caractéristiques qui définissent notamment la familiarité, la difficulté et le type de traitement exigé par la tâche. Les critères utilisés pour caractériser une tâche sont très diversifiés : le type de tâche est-il familier ou non ? vivant et attractif ou terne et sans relief ? la tâche est-elle présentée lentement ou rapidement ? est-elle présentée sous des conditions de concentration ou de distraction ? l'information est-elle abondante ou maigre ? pleine de redondances ou très compacte ? fortement organisée ou non ? consistante et cohérente ou non ? Des exemples de ce type de connaissances métacognitives sont : « Un texte est plus compréhensible quand une structure claire est présente », « Résoudre un problème mathématique est plus facile quand on me fournit toutes les données nécessaires que quand je dois les chercher moi-même », « Quand je suis face à une résolution de problème, il faut que je me concentre beaucoup au début de la tâche ».

Certaines des connaissances métacognitives de ce groupe nous permettent de juger si la tâche est difficile ou non (Lafortune, Jacob et al., 2000). Ce jugement est réalisé selon nous d'une part en fonction du type de tâche dont il s'agit (« Je sais que les activités de conjugaison ne sont pas mon fort »), et d'autre part en fonction des caractéristiques de la tâche au sein de cette catégorie (« Un nombre important de données dans un problème augmente la difficulté de sa résolution »).

Les *connaissances métacognitives relatives aux stratégies* concernent la nature et l'utilité de chaque stratégie en tant que moyen de réaliser tel ou tel but : « Quand je dois apprendre des formules algébriques, une bonne stratégie est de les recopier plusieurs fois », « Quand je lis un texte, il est utile de m'assurer au fur et à mesure que je comprends ce que je lis ». Selon Pressley et al. (1990), il s'agit de connaissances qui réfèrent aux questions de quand et où utiliser une stratégie spécifique, c'est-à-dire, en terme de la psychologie cognitive, de connaissances conditionnelles relatives à la stratégie ciblée (cf. chapitre 1). Il s'agit cependant selon nous de conditions sensibles sur lesquels l'individu doit mener une réflexion afin de juger de la stratégie

la plus adaptée. Généralement, il n'existe en effet pas une seule bonne manière de procéder mais plusieurs stratégies possibles. Les connaissances métacognitives s'affinant au fur et à mesure de l'expérience, les critères de sélection de l'une ou l'autre des stratégies sont de plus en plus précis et différenciés.

Selon Flavell (1981), le type de connaissances métacognitives n'est pas cependant limité à la connaissance des conditions d'activation. Elles concernent également l'autre part des connaissances procédurales, c'est-à-dire la connaissance de la procédure elle-même (cf. chapitre 1)⁴. « Comment faire pour vérifier efficacement le résultat d'une opération arithmétique écrite ? », « Comment m'y prendre pour résumer les informations contenues dans un texte ? »

Au cours d'une tâche, les connaissances métacognitives des différents types sont utilisées de manière interactive pour s'adapter au mieux aux attributs de la tâche, en fonction de ses caractéristiques personnelles et des stratégies à sa disposition. Flavell (1976, p. 6) cite l'exemple suivant : *« un locuteur A décide de communiquer une information X au destinataire B d'une manière plutôt qu'une autre, en se basant sur une évaluation combinée de ses propres habiletés communicatives, des capacités réceptives de B et de la nature particulière de l'information X »*. De même, recevant une tâche d'un enseignant, un élève y reconnaît un problème mathématique, et en évalue la difficulté par une analyse basée sur les connaissances métacognitives liées à la tâche. Connaissant ses forces et faiblesses dans ce domaine (« Je sais que je suis bon en résolution de problèmes mais qu'il faut que je prenne bien mon temps sous peine de me tromper »), et en fonction des stratégies qu'il connaît pour l'aider à résoudre des problèmes et de l'affinement des conditions de leur activation (« L'analyse de la demande et la planification sont les premières stratégies à appliquer »), il entreprend une série d'actions mentales et physiques pour tenter de résoudre le problème présenté.

Selon Cornoldi (1998), les connaissances métacognitives peuvent être caractérisées en fonction de divers critères, tels leur degré de spécificité ou l'étendue de leur application, leur facilité d'accès en cours de tâche, leur niveau de conscience et leur facilité de verbalisation, le mode de leur acquisition, ... Autant de critères qui montrent la diversité de ce type de connaissances. Comme toute connaissance, elles constituent également des constructions mentales de l'individu

⁴ Si Flavell (1981) se positionne clairement dans ce sens, on peut cependant s'interroger sur l'acceptation des connaissances des procédures en tant que connaissances métacognitives. Il s'agit en effet de la connaissance de processus cognitifs et non de la connaissance sur ces processus. La littérature actuelle reste généralement très évasive sur cette question, préférant l'éviter plutôt que de l'élucider.

sur une réalité perçue, qui sont en perpétuelle évolution. Ainsi, elles peuvent être fausses ou incomplètes, et le rester jusqu'au moment où une expérience personnelle mènera l'individu face à leur caractère erroné et en général à leur ajustement. Certaines de ces connaissances sont cependant teintées d'affectivité et seront plus résistantes au changement. Par exemple, des perceptions métacognitives relatives à soi telles « Je suis nul en math ! » ne sont révisées que difficilement. Comme nous l'aborderons ultérieurement, ces représentations sont à la frontière entre les connaissances métacognitives et les croyances motivationnelles (voir aussi la description des expériences métacognitives, section 2.4).

2.3. La régulation métacognitive

Les connaissances métacognitives existent indépendamment de l'action, et sont donc préexistantes à l'action. Leur finalité n'est cependant pas de rester inertes dans le répertoire des connaissances accumulées par l'individu, mais d'être utilisées pour l'aider à acquérir de nouvelles connaissances et à accomplir des tâches diverses.

Baker et Brown (1984) distinguent ces connaissances métacognitives hors situation (« à froid ») et la capacité de l'individu à réfléchir sur ses propres processus cognitifs et à en être conscient au cours de la réalisation d'une tâche (« *on-line* »). Cette réflexion métacognitive peut être menée dans deux buts différents de régulation. D'une part, son but peut être le guidage de l'action cognitive au sein de la tâche (cf. ci-dessous). D'autre part, il peut être de former de nouvelles connaissances métacognitives ou d'affiner celles existantes, en inférant à partir de la tâche des principes généraux sur son propre fonctionnement cognitif. Une réflexion de nature strictement endogène peut aussi être réalisée en dehors de toute tâche par inférence ou déduction à partir des connaissances métacognitives déjà existantes. Cette deuxième forme de régulation, que nous appelons régulation des connaissances métacognitives, sera reprise ultérieurement (cf. chapitre 3).

Noël (1991) et Wolfs (1998) synthétisent le processus de guidage de l'action cognitive en trois étapes. Ce type de régulation nécessite dans un premier temps la prise de conscience de ses démarches mentales en cours, ou de ses produits (Lafortune & Saint-Pierre, 1996). Il s'agit d'un regard conscient de l'intérieur (Alaoui, 1998) ou d'une introspection consciente (Wolfs, 1998) sur le déroulement des activités cognitives. Cette prise de conscience permet à l'individu, dans un deuxième temps, d'émettre un jugement critique sur ses processus cognitifs en cours. Alaoui (1998) et Caron (2002) décrivent ce jugement ou cette autoévaluation comme une sorte de dialogue intérieur de l'individu. Cette réflexion métacognitive ne devient cependant

opérationnelle que dans un troisième temps par les décisions qui découlent de ce processus d'observation et de réflexion : le sujet décide de modifier ou non ses activités cognitives, leurs produits ou tout autre aspect de la situation en fonction du résultat de son jugement métacognitif.

Cette vision de la régulation métacognitive par la réflexion est bien représentée dans la littérature francophone. L'accent y est mis sur une perspective socioconstructiviste, où l'individu construit ses connaissances par l'expérience (directe ou vicariante), la réflexion abstractive sur ces expériences, et le partage des abstractions entre pairs, et où le guidage de l'action est réalisé par un travail de réflexion. Il existe cependant au moins une autre manière de concevoir la régulation métacognitive, décrite surtout au sein du paradigme de l'apprentissage autorégulé.

Ce courant, influencé surtout par les théories comportementales et du traitement de l'information, s'est développé essentiellement aux Etats-Unis, avant d'être repris en Europe et ailleurs. L'autorégulation porte sur la capacité de l'individu de planifier et contrôler délibérément ses propres processus cognitifs en vue de la réalisation d'un but ou d'un objectif déterminé (Gombert, 1990). Elle met cependant moins l'accent sur le rôle de la réflexion métacognitive, délaissant la question du rôle de la conscience et préférant le caractère opérationnel des stratégies d'autorégulation. On y rencontrera par exemple plus facilement les termes d'organisation et de gestion de ses activités mentales que de guidage (Brown, 1978), et il sera question d'habiletés métacognitives (impliquant un entraînement plutôt qu'une réflexion).

Ces habiletés, décrites au départ dans le cadre du composant exécutif de la métacognition (et généralement dans le cadre de la métamémoire et de la métacompréhension), ont été reprises, détaillées et affinées dans les études sur l'apprentissage autorégulé. Nous décrivons ce paradigme dans la suite de ce chapitre.

2.4. Précisions sur le concept de métacognition

Une confusion importante au sein de la métacognition concerne la distinction entre processus cognitif et processus métacognitif (Alaoui, 1998, Bandura, 2003, Brown et al., 1983, Day, French & Hall, 1985, Lefebvre-Pinard, 1983, Nguyen-Xuan, Richard & Hoc, 1990, Pallascio et al., 2001, Salomon, 2003). Certaines activités prototypiques sont en effet facilement attribuées à la métacognition, mais certains composants périphériques sont plus difficiles à juger quant à leur intégration ou non au concept (Brown et al., 1983). Au niveau le plus tolérant, le processus métacognitif doit porter sur un processus cognitif ou le résultat de celui-ci (sous-entendu quel qu'il soit). L'accent est mis ici sur la finalité de l'action cognitive concernée. Si son but est dirigée vers la recherche d'un résultat, l'entreprise sera jugée cognitive ; à l'inverse si elle est

dirigée vers le contrôle du résultat d'un processus cognitif l'activité sera considérée métacognitive. Ceci signifie qu'une même procédure peut être cognitive ou métacognitive. Par exemple, l'application d'une procédure de calcul écrit est cognitive si elle vise à obtenir un résultat, mais métacognitive si elle vise le contrôle du résultat obtenu. Au niveau le plus strict par contre, tout processus métacognitif doit obligatoirement porter sur un autre processus cognitif. Le nombre d'habiletés métacognitives est alors très limité, les vérifications de résultats évoquées ci-dessus étant par exemple d'ordre cognitif et plus métacognitif. A un niveau intermédiaire de tolérance, Noël (1991, p. 17) décrit que le processus métacognitif doit être strictement réduit à un « processus mental dont l'objet est soit une activité cognitive, soit un ensemble d'activités cognitives que le sujet vient d'effectuer ou est en train d'effectuer, soit un produit *mental* de ces activités cognitives ». Nous optons personnellement pour limiter le terme « processus métacognitifs » à l'emploi proposé par Bernadette Noël.

Outre la confusion fréquemment observée sur ce point dans la littérature, la complexité du concept de métacognition s'exprime par la dualité de ses éléments constitutants. Les composants déclaratif et exécutif de la métacognition sont distincts, mais entretiennent des liens étroits et s'influencent l'un l'autre (Brown et al., 1983). Bouffard et Vezeau (1998) décrivent cette relation à double sens, schématisée dans la figure 2.1. D'une part, la régulation métacognitive permet à l'individu d'utiliser ses connaissances métacognitives de manière optimale pour compléter une tâche (flèche « utilisation »). D'autre part, elle permet à l'individu d'enrichir son répertoire de connaissances métacognitives (Lefebvre-Pinard & Pinard, 1985) par un effet retour du processus en cours sur le stock de connaissances métacognitives (flèche « induction / inférence »). A travers les expériences répétées et la régulation métacognitive, l'individu peut extraire des informations sur les facteurs positifs et négatifs qui affectent le fonctionnement cognitif ou l'efficacité d'une stratégie. Ce processus est réalisé à l'aide des mécanismes de régulation des connaissances métacognitives que nous décrirons ultérieurement (cf. chapitre 3). Les aspects déclaratifs et exécutifs du concept de métacognition sont donc intimement liés, mais ils doivent cependant être différenciés (Schneider, 1998).

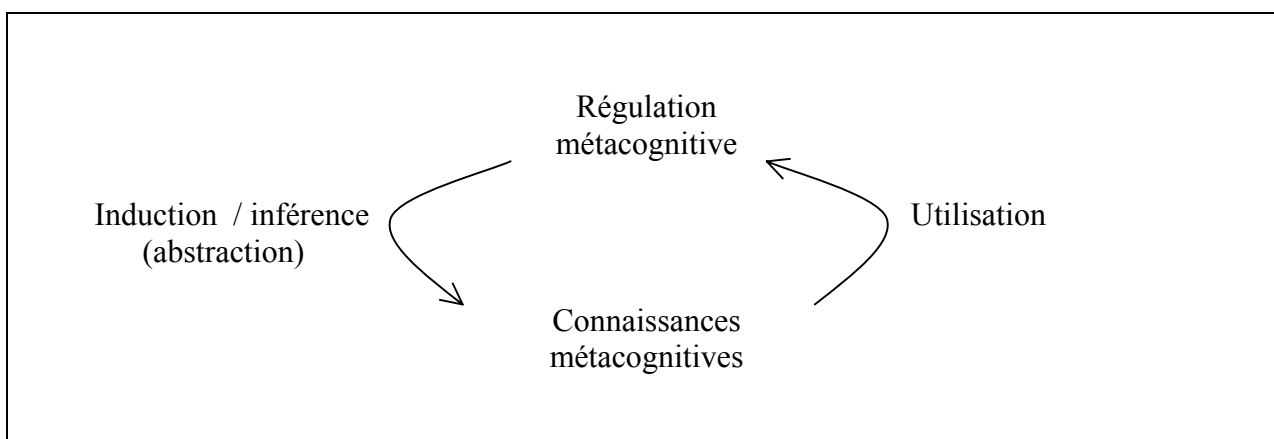


Figure 2.1. Schématisation de la relation à double sens entre métacognition exécutive et déclarative.

S'ajoute à ce double composant les expériences métacognitives décrites par Flavell (1981). Il s'agit d'intrusions métacognitives dans la conscience d'un individu en cours de réalisation de tâche, telle une réflexion « Oh là ! Ce paragraphe me paraît difficile ! ». Elles sont à la fois d'ordre cognitif et affectif, et toujours conscientes : « *sentiment que quelque chose est difficile à percevoir, à comprendre, à rappeler ou à résoudre ; l'impression qu'on est loin ou près du but de l'entreprise cognitive, que la tâche est devenue plus facile ou plus difficile* » (Flavell, 1987, p. 214). Cette définition peu opérationnelle a mené à des interprétations diverses, qui s'éloignent parfois notablement du concept de métacognition. Aujourd'hui, Efklides (2003, voir aussi Efklides & Fotini, 2003) définit l'expérience métacognitive comme des sensations, estimations, jugements, idées et pensées en regard des processus cognitifs et de ses résultats. L'expérience métacognitive consciente peut apparaître dans plusieurs situations : lorsque la situation le requiert explicitement, lorsque la situation se trouve à la fois être nouvelle et non familière, durant les situations où il est nécessaire de faire des inférences, de faire preuve de jugement et lors de la prise de décision, ou lorsque l'individu est en difficulté durant une résolution de problèmes (Pallascio et al., 2001). Elles n'auraient donc lieu que lorsque la situation nécessite une activation consciente de certains paramètres et états en vue d'une régulation majeure. Cet élément métacognitif supplémentaire ajoute à la confusion du concept.

3. L'apprentissage autorégulé

3.1. Qu'est-ce que l'apprentissage autorégulé ?

Tout processus actif d'apprentissage implique des ajustements continus et de fins réglages de l'action, qui se réalisent par le moyen de processus autorégulateurs (Brown et al., 1983). Pour les auteurs du courant socio-cognitif, ce sont des pensées, des sensations ou des actions autogénérées qui sont planifiées et adaptées périodiquement pour permettre d'atteindre des buts personnels (Schunk & Zimmerman, 1994, Zimmerman, 1989b, 2000, Zimmerman & Schunk, 1989). Cette définition largement reconnue met l'accent sur divers aspects de l'apprentissage autorégulé.

Premièrement, elle met en évidence que, dans sa régulation, l'individu utilise autant les actions que les pensées et les sensations. La régulation métacognitive a mis en exergue le rôle de la pensée et de la réflexion comme moyens de se réguler (cf. section 2.3). L'apprentissage autorégulé attribue également ce rôle aux actions, souvent traduites par l'idée de *procédures ou stratégies*. Celles-ci constituent les composants principaux des modèles de l'apprentissage autorégulé, et seront décrites au sein de ce chapitre. Les sensations (de même que certaines pensées) seraient selon nous relatives aux expériences métacognitives décrites à la fin de la section précédente.

Deuxièmement, l'idée d'adaptation périodique de ces pensées, sensations et actions démontre le caractère *d'ajustement* de ces processus en cours de l'apprentissage. Ce côté adaptatif est présent également dans la définition de Lemos (1999), qui met l'accent sur la capacité de l'individu à moduler son comportement en fonction du changement interne et externe de circonstances. Les changements internes sont générés par la propre action de l'individu (les résultats de procédures qu'il a lui-même menées, une modification du but par l'individu, ...). Les changements externes surviennent indépendamment de l'action du sujet (la situation évolue par elle-même) ou sont générés par l'environnement de l'apprenant (feed-back d'un enseignant ou d'un parent, menace ou promesse de récompense, ...). Ce caractère adaptatif externe relève de l'influence du contexte social, chère aux socio-cognitivistes.

Troisièmement, ces pensées, sensations et actions sont dites dirigées vers un *but*, et ce but est *déterminé par l'individu* lui-même. Bien plus, l'apprenant génère souvent intentionnellement les pensées, sensations et actions qui lui semblent nécessaires dans la poursuite du but. Il ne subit pas son apprentissage, mais prend une place proactive dans celui-ci. On parlera d'apprentissage

autorégulé tant que cet apprentissage reste sous l'influence et la maîtrise de processus personnels (Zimmerman, 1989b).

La critique principale que nous formulons à l'égard de cette même définition est que selon nous un type d'apprentissage ne consiste pas en des pensées, actions et sensations, mais en un *processus* impliquant ce type de manifestations. Boekaerts (2002, p. 595) améliore cette définition dans ce sens : « tentatives des étudiants d'atteindre des buts personnels en générant systématiquement des pensées, des actions et des sensations à utiliser, en prenant en compte les conditions locales ».

Enfin, l'apprentissage autorégulé est souvent défini sous un angle plus fonctionnel. Dans un autre article, Boekaerts (1996) insiste sur l'aspect de contrôle qu'exerce l'apprenant sur les différentes dimensions du processus d'apprentissage. Selon elle, ce contrôle inclut la sélection, la combinaison et la coordination de stratégies cognitives d'une manière sensible au contexte. C'est le principe de gestion des conduites cognitives et motivationnelles que décrivent Paris et Oka (1986b). Zimmerman (2000) décrit que l'apprentissage autorégulé est un processus actif par lequel les apprenants déterminent des buts pour leur apprentissage, et tentent ensuite de surveiller et de réguler leur cognition, motivation et comportements (guidés et contraints par leurs buts et les caractéristiques contextuelles de l'environnement). Notons que, la plupart du temps, l'apprentissage autorégulé n'est pas défini formellement au sein de la littérature, mais est décrit en terme de ses composants opératoires ou sous l'apparence d'un modèle décrivant le processus d'autorégulation.

3.2. Un modèle général de l'apprentissage autorégulé

Un des modèles principaux de l'apprentissage autorégulé est celui proposé par les auteurs du courant socio-cognitif. Déjà élaboré en grande partie par Bandura (1986), il a été repris et amélioré par Zimmerman et Schunk (Schunk, 2001, Schunk & Zimmerman, 1994, 1998, Zimmerman, 1989b, 2000). Leur modèle triadique (voir figure 2.2.) met en évidence l'implication de composants personnels, comportementaux et environnementaux dans tout apprentissage. De manière schématique (flèches doubles dans la figure 2.2), les processus personnels (cognitifs, affectifs et motivationnels) de l'individu l'amènent à poser un comportement, qui entraîne un changement dans l'environnement de l'apprentissage : l'état de la situation n'est plus identique à celui de départ, puisque les actions de l'individu ont inévitablement agi sur et modifié l'environnement. Ajoutons deux éléments. D'une part, les processus personnels peuvent porter sur eux-mêmes et donc se modifier. On retrouve ici les

processus métacognitifs, et ceux par lesquels l'individu réfléchit et agit sur ses facteurs émotionnels et motivationnels par exemple. D'autre part, des changements peuvent survenir dans l'environnement indépendamment de l'action de l'individu, dans le cas de situations dynamiques. L'individu ne peut alors déterminer que partiellement ou indirectement l'évolution des choses, et il doit prendre en compte les éléments provenant de l'environnement.

Afin de garantir des décisions optimales quant aux actions à mener, trois processus informatifs ou de feed-back sont mis en œuvre (flèches simples dans la figure 2.2). Ceux-ci alimentent les processus mentaux, permettant un ajustement plus efficace. Ces prises d'information constituent un des éléments majeurs de l'autorégulation. Le premier type de feed-back est interne aux processus personnels (mentaux). Il porte sur les états motivationnels, cognitifs et affectifs, et sur l'efficacité des actions menées par l'individu pour réguler ces états. Le second consiste en une information *on-line* sur la mise en œuvre des comportements par l'individu. Le troisième informe les processus mentaux sur les modifications de l'environnement qui sont générées par les actions de l'individu ou par l'un ou l'autre élément de son environnement, indépendamment de son propre comportement.

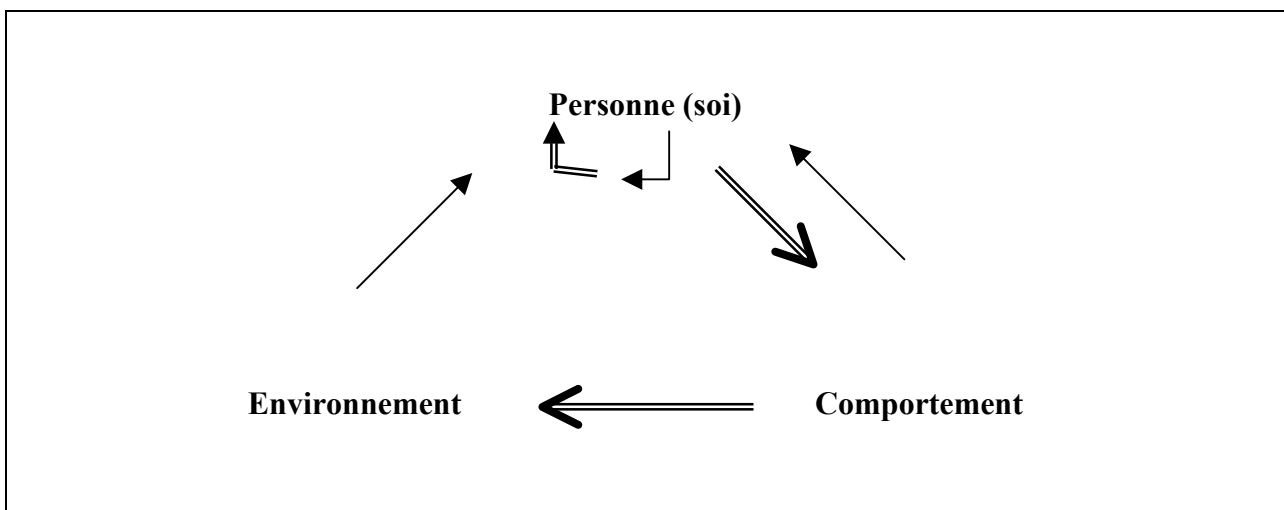


Figure 2.2. Modèle triadique de l'apprentissage autorégulé (Zimmerman, 1989b).

L'autorégulation consiste cependant non seulement dans ces prises d'informations, mais devient réellement opérationnelle dans ses tentatives de contrôler et réguler ces influences. Comment fonctionne concrètement cette régulation ? Quels en sont les processus sous-jacents ? Depuis une quinzaine d'années, Bandura (1986) et Schunk (1989, 1998, 2001) décrivent trois sous-processus de l'apprentissage autorégulé : auto-observation, auto-jugement et auto-réaction. Ces processus

sont bien entendu influencés par des variables liées à l'environnement social (par exemple le soutien à l'élève) ou physique (le fait de disposer ou non d'un bureau à soi quand on doit étudier), et liées au soi (perception de sa propre compétence et autres représentations motivationnelles – cf. infra).

Si nous souhaitons avoir une influence sur nos actions, nous devons savoir ce que nous faisons et ce que nous produisons comme effet. Par le sous-processus d'*auto-observation*, l'individu porte une attention délibérée à divers aspects spécifiques de son propre comportement. En s'observant (par les trois processus de feed-back décrits précédemment), il récolte et enregistre de l'information sur celui-ci. Selon Schunk (2001), ce sous-processus est d'autant plus efficace qu'il est régulier (qu'il est mené de manière continue dans un et à travers plusieurs apprentissages), et proximal (qu'il se réalise au moment même où se déroule l'apprentissage ou juste après).

Pour pouvoir ajuster nos actions, nous devons pouvoir évaluer au mieux ce que nous avons observé dans la phase précédente. L'*auto-jugement* consiste en la confrontation entre l'information rapportée et un but ou standard. L'individu y évalue donc ses actions et leur résultat (la performance actuelle) en rapport avec le but fixé. La valeur accordée au but, le type et les propriétés de ce but sont dans ce sens trois éléments capitaux.

Enfin, pour avoir réellement un impact sur le cours des choses, nos actions doivent être revues ou d'autres doivent être mises en œuvre. L'*auto-réaction* consiste en cette action de régulation proprement dite. Elle constitue la capacité d'influence de l'individu sur ses propres actions, réalisée à l'aide « d'auto-injonctions » de l'individu en réponse au jugement réalisé dans le sous-processus précédent (Bandura, 1986). Il s'agit donc selon nous de la prise de décision sur les comportements à mener dans le futur immédiat, en fonction de la poursuite du but fixé. Cette auto-réaction est fortement empreinte d'affects et exerce des effets motivationnels importants. Schunk (2001) décrit par exemple que l'individu qui juge son progrès vers le but acceptable et anticipe une satisfaction personnelle de l'accomplissement du but se sent efficace et décidera de continuer la réalisation de l'apprentissage ou de la tâche. À l'inverse, une évaluation négative (« Je ne progresse pas ») génère une diminution de motivation qui peut amener l'élève à abandonner le traitement de la tâche.

Le modèle en terme de sous-processus de Bandura et de Schunk ne constitue que l'un des nombreux modèles de l'apprentissage autorégulé. Il y manque cependant quelques éléments centraux dont la phase de préparation de l'action (voir notamment Zimmerman, 1998, 2000), dont nous traiterons ultérieurement.

3.3. L'apprentissage autorégulé : des composants motivationnels, affectifs, volitifs, cognitifs et de gestion des ressources

Si le modèle décrit dans la section précédente permet de comprendre globalement le fonctionnement des processus d'autorégulation, il se révèle schématique et donc bien incomplet. L'apprentissage autorégulé se caractérise par une interaction complexe entre de nombreux facteurs, d'ordre cognitif et comportemental, d'ordre affectif, motivationnel et volitif, et liés aux ressources internes et externes de l'individu. Bien plus, il ne se contente pas d'être influencé par ces facteurs, mais opère une action de gestion sur eux, en vue de construire un apprentissage performant et épanoui. Nous passons en revue ces différents facteurs et les mécanismes permettant leur régulation.

3.3.1. La régulation cognitive

Si l'apprentissage autorégulé est caractérisé par un foisonnement de facteurs, son axe cognitif est lui aussi multiple. Boekaerts (1996, 1997) propose un modèle hiérarchique des composants cognitifs de l'apprentissage autorégulé : les connaissances disciplinaires ou habiletés de base, les stratégies cognitives et les stratégies d'autorégulation cognitive (voir aussi Garcia & Pintrich, 1994, Romano, 1992). Les connaissances disciplinaires relatives à notre cadre de recherche ayant été largement décrites dans le premier chapitre de cette dissertation, nous nous attardons essentiellement aux deux types de stratégies mentionnées. Nous discuterons du terme de « stratégie » de manière plus approfondie dans le chapitre suivant. Retenons simplement pour l'instant que les stratégies constituent une forme particulière de procédures posées à la poursuite d'un but défini. Il s'agit de procédures générales, éventuellement spécifiques au type de tâche, mais rarement au domaine scolaire.

Lors d'une séquence d'apprentissage, l'individu utilise des *stratégies cognitives* afin de traiter les contenus disciplinaires et de les stocker le plus rapidement et le plus solidement possible. Une fois traités, ces contenus deviennent des connaissances. Les stratégies cognitives utilisées dans la perspective d'un apprentissage ont été décrites par Weinstein et Mayer (1986, voir aussi Weinstein & Hume, 2001). La majorité des auteurs du paradigme de l'apprentissage autorégulé reprennent aujourd'hui la différenciation entre stratégies de répétition, stratégies d'élaboration et stratégies d'organisation quand ils abordent ce composant (Boekaerts, 1996, Boulet, Savoie & Chevrier, 1996, Pintrich, 1999, Viau, 1994). Les *stratégies de répétition* (*rehearsal strategies*) visent la reproduction active des informations en vue de les fixer en mémoire à long terme. Il s'agit par exemple de répéter à haute voix un numéro de téléphone, de recopier des mots dont on

veut retenir l'orthographe, de relire une phrase qu'on veut mémoriser, d'utiliser une comptine pour retenir l'ordre de l'alphabet, ... Ces stratégies nécessitent que l'apprenant soit actif dans la poursuite de l'apprentissage, mais n'exigent pas de traitement sémantique des informations.

Les *stratégies d'élaboration* (*elaboration strategies*) consistent par contre en un traitement du sens de l'information, qui vise à établir des rapports entre ce que l'apprenant sait déjà et les nouvelles données qui lui parviennent. En quelque sorte, l'apprenant utilise ses connaissances antérieures pour ajouter du sens ou de l'information à celle qu'il reçoit. Par ce fait même, la nouvelle information est rendue plus familière et plus compréhensible, et peut dès lors être retenue et réutilisée plus facilement. Il s'agit par exemple de retraduire ou résumer une idée dans ses propres mots, de créer des liens avec des connaissances déjà acquises, de créer une inférence, une image mentale, une analogie ou un exemple, d'essayer d'expliquer une idée à un tiers, ...

Les *stratégies d'organisation* (*organizational strategies*) consistent également en un traitement sémantique, où l'information est découpée en une série de sous-informations interconnectées par des relations. L'apprenant met en évidence les liens entre les informations présentées, par des stratégies de soulignage, de repérage des paragraphes ou plus largement de la structure d'un texte, de classement d'items en fonction de catégories, de séparation des éléments principaux et secondaires, voire d'établissement de diagrammes, de tableaux ou de schémas, ... Ces stratégies visent à mettre en évidence l'organisation interne de l'information reçue et sont donc surtout utilisées lorsque nous voulons emmagasiner une grande quantité d'informations complexes (Viau, 1994). Les stratégies d'élaboration et d'organisation constituent deux stratégies complémentaires et très proches de traitement de l'information, et exigent un coût en énergie et en efforts plus important que l'emploi de stratégies de répétition. Les recherches montrent que ces modes de traitement en profondeur permettent l'acquisition de connaissances plus solides que les modes de traitements superficiels (telle la répétition). Le traitement sémantique des stratégies d'organisation et d'élaboration serait plus efficace que le traitement structural (intérêt aux caractères physiques) des stratégies de répétition (Reed, 1999).

Selon Boekaerts (1996, 1997), ces stratégies cognitives sont hiérarchiquement supérieures aux connaissances disciplinaires puisqu'elles s'appliquent sur les connaissances antérieures de l'individu et sur les informations qui vont être transformées en connaissances. Notons cependant que ces mêmes stratégies cognitives sont elles-mêmes des connaissances stockées dans le même réseau, et sous la forme de connaissances procédurales.

Les *stratégies d'autorégulation cognitive* constituent le troisième élément de cet axe cognitif. Ce composant est nécessaire, parce que l'individu augmente progressivement le nombre de ses connaissances et stratégies cognitives en grandissant. Devant ce répertoire de connaissances à forte extensibilité, l'individu doit faire des choix et réaliser une régulation interne de ses connaissances au cours de ses apprentissages. Les stratégies d'autorégulation cognitive constituent des mécanismes de décision et de gestion de ces stratégies cognitives et des connaissances disciplinaires, et leur sont donc hiérarchiquement supérieures (Boekaerts, 1996, 1997, Romano, 1992).

Les processus d'auto-observation, d'auto-jugement et d'auto-réaction décrits dans la section 3.2 constituent une manière de modéliser ce type de stratégies. Une distinction entre stratégies de détermination du but, de planification, de contrôle et de régulation est reprise aujourd'hui plus couramment (Boulet et al., 1996, Lafortune, Jacob et al., 2000, Patrick, Ryan & Pintrich, 1999, Pintrich, 1999, Pintrich & Schrauben, 1992, Zimmerman, 2000). Constituant le cœur de notre propos, ces stratégies seront décrites de manière plus approfondie dans le chapitre suivant.

La *détermination du but* (*goal setting*) et la *planification* (*planning*) constituent les deux stratégies d'anticipation (*forethought*) ou de préparation de l'action (Winne, 1996, Zimmerman, 1998, 2000). Il s'agit de se fixer un ou des buts afin d'en prévoir les étapes de réalisation, d'anticiper et choisir les stratégies et procédures, et de se donner des critères d'évaluation pour superviser la tâche et l'évaluer (Lafortune, Jacob et al., 2000).

Contrairement à ces deux stratégies, la stratégie de contrôle (*control* ou *monitoring*) est menée au cours de l'action dans le but d'acquérir des informations sur les processus cognitifs et comportementaux en cours de déroulement. Elle correspond aux processus d'auto-observation et d'auto-jugement décrits par Bandura (1986) et Schunk (1989, 1998), bien que certains auteurs (tel Zimmerman, 2000) n'y intègrent pas la phase d'auto-jugement. Elle consiste en une phase de surveillance de son propre comportement physique et cognitif. Il s'agit de s'assurer que nos actions se posent adéquatement dans la poursuite du but, et d'évaluer le progrès réalisé vers l'atteinte de celui-ci (Lafortune, Jacob et al., 2000). Il s'agit aussi de contrôler l'exactitude des procédures menées pour traiter la tâche (Brown et al., 1983).

La stratégie de régulation (*regulation* ou *adjustment*) concerne les décisions prises par l'individu pour réajuster ses actions mentales ou physiques en fonction du résultat des actions précédentes, suite aux informations obtenues par la stratégie de contrôle. Cette régulation peut porter sur le comportement physique lui-même, sur les buts fixés ou sur le répertoire de connaissances de

l'individu (cf. chapitre suivant). Il s'agit de modifier sa démarche en apportant des correctifs ou en changeant sa stratégie (Lafortune, Jacob et al., 2000).

Le lecteur aura peut-être remarqué la proximité entre les processus d'autorégulation du modèle de Bandura et de Schunk (auto-observation, auto-jugement, auto-réaction), et les étapes de la réflexion métacognitive présentées à la section 2.3 (prise de conscience, jugement critique, décision de modification ou non). De plus, les termes d'autorégulation cognitive et de régulation métacognitive sont très proches lexicalement. Divers auteurs parlent d'ailleurs des stratégies métacognitives et des stratégies d'autorégulation cognitive comme de synonymes (Boekaerts, 1996, Pintrich, 1999, 2000, ...). Qu'en est-il réellement ?

L'autorégulation cognitive concerne la gestion et le guidage par l'individu de ses propres processus cognitifs. Cette gestion étant effectuée par des processus étant eux-mêmes cognitifs, nous pouvons à proprement parler les dénommer processus métacognitifs (cf. section 2.4). D'un point de vue historique, les travaux de Ann L. Brown et de ses collaborateurs sur la régulation métacognitive constituent d'ailleurs le précurseur direct de l'autorégulation cognitive. Il convient cependant de clarifier que de nombreux travaux menés dans le cadre de la métacognition ont surtout été menés relativement aux connaissances métacognitives. A l'inverse, ceux menés au sein du paradigme de l'apprentissage autorégulé se sont essentiellement centrés, quant à son axe cognitif, sur les stratégies de régulation, délaissant la question de l'implication de ces connaissances métacognitives dans les processus de régulation. Remarquons également que, comme nous le décrivons dans la suite de ce chapitre, les études et modèles de l'apprentissage autorégulé ne se sont pas cantonnés aux processus cognitifs, mais ont abordé divers types de processus, tels ceux relatifs à la motivation et aux ressources physiques et sociales.

3.3.2. La régulation motivationnelle et émotionnelle

Les modèles exclusivement cognitifs ont un pouvoir explicatif certain mais cependant limité sur la qualité de l'apprentissage et sur la réussite scolaire. Ils abordent une régulation « à froid » de l'apprentissage, où l'individu est un opérateur agissant rationnellement. La plupart des modèles de l'apprentissage autorégulé soulignent cependant que ces processus cognitifs se produisent en interaction intime avec des facteurs beaucoup plus sensibles, tels les processus motivationnels, affectifs ou émotionnels (Borkowski & Thorpe, 1994). En 1976, Flavell décrivait déjà ces déficits de production, où l'élève dispose de stratégies cognitives mais échoue à les utiliser de manière constante et consistante (voir aussi Bordeleau, 1994, Pintrich & Schrauben, 1992, Vauras, Rauhanummi, Kinnunen & Lepola, 1999, Zimmerman, 1999, Zimmerman & Martinez-

Pons, 1992). Il apparaît notamment qu'il ne suffit pas de disposer de stratégies cognitives et d'autorégulation cognitive, mais qu'il faut aussi être motivé à les utiliser (Boekaerts, 1996, 1997, Bouffard & Vezeau, 1998, Paris & Oka, 1986b, Pintrich, 1999, Pressley et al., 1990). Les facteurs motivationnels et les facteurs cognitifs peuvent être différenciés, car les premiers concernent le « pourquoi » des choix des étudiants, leur niveau d'activités et d'efforts, et leur persévérance dans les tâches scolaires, tandis que les seconds envisagent « comment » les étudiants parviennent à comprendre et maîtriser ces tâches (Garcia & Pintrich, 1994).

Une large part des recherches menées dans le cadre de l'apprentissage autorégulé s'est intéressée aux liens entre diverses représentations ou croyances motivationnelles (*motivational beliefs*) et les mécanismes cognitifs de l'autorégulation (cf. pour synthèses Montalvo & Torres, 2004, Pintrich & Schrauben, 1992, Zimmerman & Martinez-Pons, 1992). Ces représentations sont des cognitions auto-générées et référant à soi-même. Elles sont spécifiques à la situation ou au domaine, et s'activent de manière imparable lorsque l'individu reçoit et évalue une situation donnée (Bandura, 2004b, Boekaerts, 1996, 1997). Parmi les plus connues figure le sentiment d'efficacité personnelle (*self-efficacy*), qui réfère aux croyances de l'individu sur sa capacité à organiser et exécuter l'ensemble des actions requises pour accomplir une tâche définie (Bandura, 1986, 2003, 2004a, Schunk, 1985b, Pajares, 1996). De nombreuses études ont montré des corrélations positives entre cette représentation motivationnelle et les stratégies d'autorégulation (Bouffard, 1998, Fuchs et al., 2003, Pintrich, 1999, Pintrich & De Groot, 1990, Zimmerman & Martinez-Pons, 1990). D'autres croyances motivationnelles ont démontré des liens significatifs avec les mesures des stratégies d'autorégulation. Citons par exemples la perception de contrôlabilité, la valeur attribuée à la tâche (*task value*), l'intérêt (*interest*), les croyances attributionnelles (*attributional beliefs*), l'orientation motivationnelle des buts (*goal orientation*) ou l'estime de soi (*self-esteem*).

Ces croyances génèrent un contexte motivationnel et affectif positif ou négatif qui favorise ou au contraire entrave la mise en œuvre de processus autorégulateurs. Plus précisément, il apparaît que les stratégies d'autorégulation jouent un rôle médiateur dans la relation entre les représentations motivationnelles et la performance scolaire (Baiwir, Focant & Grégoire, 2004, Borkowski et al., 1990, Pintrich & Schrauben, 1992, Viau, 1994). Les croyances motivationnelles détermineraient un niveau d'engagement cognitif de l'individu. Ce niveau d'engagement générerait notamment une utilisation plus (ou moins) importante des stratégies d'autorégulation cognitive connues par l'individu. Cette utilisation permettrait alors d'aboutir à

des issues plus (ou moins) favorables quant à la performance scolaire (cf. section 4 du chapitre 3).

A l'inverse, Kanfer et Hagerman (1987), et Pintrich et Schunk (1996, 2002), décrivent que les processus autorégulateurs ont de grandes propriétés motivationnelles, car ces processus fournissent une direction et un état final aux comportements. Certains travaux ont en effet montré que l'utilisation de processus d'autorégulation cognitive comme la détermination du but et le monitoring permet de développer des perceptions de soi plus positives comme la croyance en sa capacité de réussir un type de tâche (Fuchs et al., 2003, McCombs & Pope, 2000, Schunk, 1985a, Zimmerman & Kitsantas, 1999). Ces derniers travaux ont certes été moins nombreux que les précédents, mais nous amènent à considérer la relation entre représentations motivationnelles et processus cognitifs non comme un canal à sens unique, mais comme une interaction et une influence à double sens.

Parallèlement aux représentations motivationnelles, les *aspects émotionnels* semblent jouer un rôle important dans la mise en œuvre des mécanismes cognitifs. L'émotion académique est une émotion qui est directement liée avec l'apprentissage, les instructions dans la classe, et la réussite (Pekrun, Goetz, Titz & Perry, 2002). Elle est une sensation qui est souvent courte, intense et spécifique (Pintrich & Schunk, 2002). Si l'anxiété au test a été particulièrement étudiée (pour synthèse, cf. Zeidner, 1998), les travaux de Pekrun et de ses collaborateurs (2002) ont décrit la diversité importante des émotions qui traverse les élèves dans leur scolarité. En cours de tâche ou d'apprentissage, l'individu rapporte des émotions d'ennui, de désespoir et d'anxiété, mais aussi de plaisir d'exécuter la tâche ou l'apprentissage, de 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 éprouve 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.

La littérature qui articule états émotionnels et processus d'autorégulation cognitive n'en est encore qu'à ses balbutiements. Pekrun et al. (2002) ont étudié, auprès d'étudiants universitaires, les liens entre diverses variables émotionnelles et les stratégies d'autorégulation cognitive. Il y apparaît surtout des relations significatives quant à la plupart des émotions, positives pour les émotions de joie et d'espoir, et négatives pour les émotions d'anxiété et d'ennui.

Si les représentations motivationnelles et les émotions sont des facteurs qui influencent considérablement la mise en œuvre des processus cognitifs d'autorégulation, l'individu peut ne pas subir ces manifestations, mais 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. On observe chez divers auteurs cette nécessité d'une prise en charge proactive de la motivation et des émotions (Boekaerts, 1997, 1999, Masui & De Corte, 1999, Viau, 1994). Boekaerts (1999) décrit par exemple le contrôle de la motivation en tant que capacité de l'individu d'activer des scénarios positifs qui donnent une valeur à la tâche et permettent de se considérer comme compétent pour la réussir.

Kuhl (1984) et Corno (1993) proposent dans ce sens la distinction entre la motivation et la volonté. La motivation concerne le moment de l'analyse prédécisionnelle (prise de décision et détermination des buts), tandis que la volonté fait référence au temps du traitement postdécisionnel (activités engagées et régulées dans la poursuite des buts fixés). L'individu doit donc d'une part générer des représentations motivationnelles positives au départ de la tâche, afin de s'engager réellement dans son traitement (contrôle motivationnel pour *initier* l'effort), et d'autre part protéger par la suite ces buts poursuivis de buts alternatifs et compétitifs (contrôle volitif pour *maintenir* l'effort). La volonté est alors la force du vouloir, c'est-à-dire la capacité à s'atteler à la tâche dans la poursuite du but, et la persévérance face aux difficultés (Corno, 1986, 1993). Durant la recherche de l'atteinte d'un but, l'individu doit en effet protéger son intention d'apprendre de distracteurs et d'intentions compétitives (regarder par la fenêtre, aller jouer au football, ...). Ces mécanismes ont été étudiés dans le cadre du contrôle volitif, notamment au sein de la théorie du contrôle de l'action (Corno, 2001, Kuhl, 2000). Parallèlement à cette théorie, divers auteurs abordent aujourd'hui l'idée de régulation motivationnelle et en ont progressivement précisé les mécanismes (Boekaerts, 1996, 1997, Garcia & Pintrich, 1994, Op't Eynde & De Corte, 2001, Pintrich, 2000).

Diverses stratégies sont utilisées pour générer de tels scénarios (Wolters, 1998, Wolters & Rosenthal, 2000, voir aussi Boekaerts, 1996, Corno, 1993, 2001, Pintrich, 2000, Pintrich & Schunk, 2002) : 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, se représenter mentalement le but à atteindre ou une intention comportementale, identifier des sous-buts (pour éviter d'être découragé devant l'ampleur du travail), se représenter un but de performance, 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, analyser les échecs pour diriger un second essai, chercher l'utilité de l'activité vis-à-vis de ses buts personnels, rechercher un contact social pour rendre le travail plus interactif ou se convaincre qu'il va être difficile de réussir pour se motiver à mettre plus d'efforts en place.

Certaines de ces stratégies sont exclusivement motivationnelles ou volitives, mais bien souvent les mêmes stratégies peuvent être utilisées autant au départ de la tâche qu'en cours de tâche. Nous observons également que certaines stratégies constituent des processus d'ordre cognitif et métacognitif, et retrouvons donc l'idée d'une influence positive de ces mécanismes sur les représentations motivationnelles (cf. supra). Nous remarquons enfin que ces stratégies peuvent agir en fonction de conséquences externes ou au contraire en fonction de la valeur intrinsèque à la tâche (cf. Wolters, 1998).

Parallèlement à ces processus de contrôle de la motivation, divers auteurs évoquent la nécessité de mettre en oeuvre des processus de contrôle des émotions (Bandura, 2004b, Pintrich & Schunk, 2002). En nous en inspirant, nous citons les exemples de relâcher sa respiration pour laisser tomber le stress, de 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 ! »). Pintrich (2000) décrit également que les apprenants utilisent les émotions pour augmenter leur motivation. Certains étudiants 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.

3.3.3. La régulation des facteurs contextuels et environnementaux

Parallèlement à ces facteurs motivationnels, de nombreuses variables contextuelles et environnementales influencent les processus de l'autorégulation cognitive et la performance scolaire. Nous ne pouvons pas passer en revue l'ensemble de ces influences, mais nous attarderons seulement d'une part sur les croyances liées au contexte scolaire et d'autre part sur la manière dont l'individu tente de réguler certains aspects environnementaux. Comme dans les axes cognitifs et motivationnels de l'apprentissage autorégulé, notons que ces croyances constituent des représentations, qui peuvent donc être erronées.

Op't Eynde et De Corte (2001, voir aussi Lafortune, Mongeau et Pallascio, 2000, Pintrich, 2000) envisagent les croyances en lien à un apprentissage scolaire, et les croyances liées au contexte scolaire social. Les premières sont étudiées par ces auteurs dans le cadre des mathématiques. Les *croyances relatives à l'éducation mathématique* concernent la perspective avec laquelle les élèves abordent les mathématiques et les tâches mathématiques (Schoenfeld, 1985). Ils distinguent les croyances à propos des mathématiques comme matière (« Les maths contiennent plusieurs sous-domaines tels l'algèbre et la géométrie, qui n'ont rien à voir entre eux »), les croyances à propos de l'apprentissage mathématique (« Une démonstration mathématique doit s'étudier par cœur »), et les croyances à propos de l'enseignement mathématique (« Un bon prof de math montre pas à pas comment tu dois résoudre un problème avant que tu ne doives résoudre des problèmes similaires seul »).

Les *croyances à propos du contexte scolaire social* concernent la perception des normes de la classe qui dirigent le comportement des élèves et de l'enseignant dans leur classe spécifique. Il s'agit des croyances sur le rôle et le fonctionnement de l'enseignant dans une dimension cognitive (comment l'enseignant organise l'instruction et les activités dans la classe ?) et motivationnelle (quel soutien donne-t-il à la motivation des élèves ?), et des croyances sur le rôle et le fonctionnement des étudiants (« Comment devons-nous nous comporter pour répondre aux attentes de l'enseignant d'une part et du groupe de pairs d'autre part ? Dans notre classe, tout le monde apprécie quand on coopère au cours de mathématique »).

Au carrefour entre ces deux types de croyances se situent les *croyances à propos des normes socio-mathématiques dans la classe*. Il s'agit de la représentation des règles relatives à l'apprentissage mathématique et strictement spécifiques à la classe ou l'école. Selon Pintrich (2000), certaines de ces normes sont relatives au format de réponses (« dans une résolution de problème, il faut écrire les données schématiquement et terminer en formulant une phrase qui donne la réponse »), d'autres aux règles de fonctionnement et aux interdits de la classe (« lors d'une interrogation écrite, il est interdit de parler même pour demander une gomme »). Pintrich (2000) y ajoute le *climat de la classe*, qui dépend en grande partie de l'enseignant (chaleur et enthousiasme de l'enseignant, sentiment d'équité et de justice dans la classe, ...).

Cet ensemble de croyances influencent considérablement la manière de se comporter des élèves lors d'un apprentissage. Similairement aux connaissances métacognitives décrites dans le chapitre précédent, ces croyances sont prises en compte par l'individu lorsqu'il poursuit un but scolaire, et sont ajustées ou adaptées plus souvent à la fin de la séquence qu'au cours de celle-ci. Pintrich (2000) insiste sur la difficulté de réguler le contexte scolaire d'apprentissage, car celui-ci

est souvent peu contrôlable par l'apprenant (surtout dans les méthodes d'enseignement traditionnel).

En dehors de ces variables concernant directement le contexte scolaire, d'autres variables environnementales physiques et sociales ont été prises en compte dans les modèles de l'apprentissage autorégulé (voir surtout Zimmerman & Martinez-Pons, 1990). Elles ont le plus souvent été abordées non en terme de leur influence sur les variables cognitives de l'autorégulation, mais directement en terme de régulation sous le terme « stratégies de gestion des ressources ». Il s'agit de stratégies qui permettent à l'apprenant d'adapter son environnement de sorte qu'il corresponde à ses besoins (Pintrich, 1999). Divers types de stratégies ont ainsi été montrées utiles pour une performance scolaire optimale : la gestion des ressources humaines et matérielles, ainsi que la gestion du temps et du lieu d'apprentissage (Boulet et al., 1996, Zimmerman & Martinez-Pons, 1986).

La *gestion des ressources matérielles* permet à l'étudiant d'organiser et de gérer son environnement d'étude en l'aidant à reconnaître le matériel disponible et approprié, et en lui permettant d'en faire une gestion efficace et adaptée à ses besoins et à ses forces et faiblesses (Boulet et al., 1996). La gestion des supports matériels consiste par exemple en la gestion de l'utilisation de livres de la bibliothèque, du dictionnaire ou d'une encyclopédie, de matériel audiovisuel, de ses propres notes personnelles ou des notes d'un tiers, d'un syllabus de cours, d'une calculatrice, d'une horloge, ... Selon Boulet et al. (1996), elle nécessite d'une part d'identifier quelles sont les ressources disponibles et appropriées, et d'autre part d'utiliser ces ressources en fonction de ses besoins. La stratégie de recherche d'informations de Zimmerman et Martinez-Pons (1986) est caractéristique de cette gestion. Il s'agit selon ces auteurs des efforts initiés par l'étudiant pour obtenir de l'information supplémentaire à partir de sources non sociales quand il entreprend une tâche.

La *gestion des ressources humaines* permet à l'apprenant de profiter du soutien des ressources humaines disponibles. Comme décrit dans le paragraphe précédent, elle nécessite d'une part que l'élève apprenne à reconnaître les ressources disponibles (pairs, enseignants, parents, ...), et d'autre part qu'il sollicite leur appui. L'élève demandera par exemple des précisions sur une consigne mal comprise à l'enseignant ou des explications sur une matière difficile à ses parents ou son frère, tentera de travailler en groupe, de se faire interroger par un tiers pour vérifier l'état de sa connaissance, ... Un des éléments caractéristiques de cette gestion est la recherche d'aide ou recherche d'assistance sociale (Zimmerman & Martinez-Pons, 1990). Selon les situations, le type de stratégies peut être adapté ou non en vue d'un apprentissage à long terme. Demander un

éclaircissement sur une matière que l'on n'a pas bien comprise est bien évidemment faire preuve d'un caractère proactif envers son apprentissage. Par contre, l'élève qui recopie un devoir sur un pair a cherché de l'aide peu constructive dans la perspective de cet apprentissage. L'apprenant autorégulé a trop souvent été considéré comme l'élève étant capable de contrôler ses résultats scolaires de manière indépendante et autonome, sans l'aide de quiconque. A l'instar de Newman (1994), nous pensons au contraire que la recherche d'aide est utile sous certaines conditions, dans un équilibre entre autonomie et assistance. L'apprentissage autorégulé ne sous-entend pas selon nous apprentissage solitaire, mais apprentissage qui reste sous la main ou le contrôle de l'apprenant.

La *gestion du lieu d'apprentissage* vise à créer un environnement physique propice à l'apprentissage. Selon Zimmerman et Martinez-Pons (1990), il s'agit de la structuration de l'environnement : efforts initiés par l'étudiant pour sélectionner ou arranger le cadre physique afin de rendre l'apprentissage plus facile. Elle concerne, selon Viau (1994), autant le local d'étude (choisir ou aménager un lieu calme, suffisamment éclairé et aéré), la place en classe (rester devant pour mieux entendre sans être perturbé par les élèves turbulents) et la position (se tenir droit au lieu de s'affaler sur sa chaise afin de d'être plus tonique). Une des enjeux les plus importants de cette structuration de l'environnement est la gestion du bruit, qui vise généralement l'installation dans un endroit calme pour pouvoir mieux se concentrer (Boulet et al., 1996).

La *gestion de l'organisation du travail dans le temps* concerne deux situations différentes : la planification du travail scolaire et la répartition entre travail scolaire et loisirs (Zimmerman et al., 2000). C'est généralement la première de ces deux situations qui est explorée. Selon Pintrich (2000), celle-ci implique l'établissement de plans et d'horaires pour l'étude et l'allocation de temps aux différentes activités. Ces plans définissent le rythme de travail (de longues heures sans s'arrêter ou avec de nombreuses pauses ?) et le temps privilégié pour le travail (préférence pour le matin ou pour le soir ?) (Viau, 1994). Les activités prioritaires y sont définies en fonction de divers critères, tels le poids du travail pour la réussite, l'urgence et le côté ardu de sa réalisation. L'élève aura par exemple tendance à étudier l'interrogation du lendemain plutôt que celle ayant lieu une semaine plus tard, il préférera commencer par la matière la plus complexe afin d'en être débarrassé, ou à l'inverse par le contenu le plus trivial pour se mettre en jambes. La manière de procéder dans l'établissement de ces plans et horaires peut également varier selon qu'il s'agisse d'une période de travail scolaire régulier ou en situation de préparation d'examens (Boulet et al., 1996).

4. Conclusion

L'apprentissage autorégulé est caractérisé par un élève qui prend sa place au centre de son apprentissage de manière proactive. Il ne se contente pas de subir les facteurs positifs et négatifs qui influencent inévitablement l'acquisition de connaissances, mais tente de les moduler afin d'établir un contexte positif à un apprentissage de qualité. Ainsi, il utilise des stratégies pour contrer ou minimiser ses états émotionnels entravants et ses représentations motivationnelles négatives. Il en utilise d'autres pour développer (voire créer) des émotions et des croyances positives qui stimulent son envie d'apprendre et de réussir. Il tente de générer des sensations positives sur soi, une confiance et un bien-être. A l'aide d'autres stratégies, il établit des buts et des intentions. Il tente ensuite de les protéger de l'invasion de préoccupations diverses, parfois fortes et identitaires, qui risquent d'entraver sa concentration et ses ressources internes diverses. Ces préoccupations doivent être mises entre parenthèses pour un temps déterminé afin d'allouer le maximum de ressources à la poursuite du but en cours. Il ne subit pas son environnement d'apprentissage, mais tente d'agir sur lui en modulant le contexte dans lequel il travaille, et en utilisant les ressources externes qui sont à sa disposition. Grâce à ces diverses stratégies motivationnelles, émotionnelles, affectives, volitives et environnementales, il tente d'élaborer un contexte de travail favorable à un engagement cognitif optimal.

Une fois ce contexte favorable établi, l'individu doit gérer une variété de composants cognitifs. Les connaissances disciplinaires sont en effet capitales mais insuffisantes à la réalisation de tâches scolaires. Les stratégies cognitives viennent alors à la rescousse pour traiter la tâche de manière adaptée, mais sont elles aussi insuffisantes. Il ne suffit en effet pas de disposer de connaissances et de stratégies cognitives, il faut être capable de les sélectionner, de les utiliser et de les contrôler lorsque la situation leur est appropriée. Les stratégies de régulation cognitive (autrement appelées stratégies métacognitives) permettent l'utilisation et la combinaison adéquate de ses connaissances et stratégies en vue d'une performance optimale (Kanfer & Hagerman, 1987). Notons cependant que, comme nous en avons fait la remarque pour la métacognition dans la section 2.4, le terme de stratégies d'autorégulation cognitive est souvent utilisé de manière peu consistante. Synonyme de stratégies métacognitives, cette appellation devrait couvrir exclusivement les stratégies portant sur des processus cognitifs ou leurs résultats mentaux (cf. section 3.3.1). L'utilisation de ce terme est pourtant souvent beaucoup plus large, incluant des processus cognitifs portant sur des résultats non mentaux de processus cognitifs antérieurement menés (contrôle de l'exactitude d'un résultat arithmétique par exemple).

Sur un autre plan, nous préférierions la dénomination d'autorégulation de l'apprentissage à celle d'apprentissage autorégulé, car cette appellation souligne le caractère conscient et actif de l'apprenant. De plus, si la majorité des travaux ont été menés en terme d'apprentissage, les processus décrits dans ce chapitre sont également utilisés par l'élève pour la réalisation de tâches scolaires, tels les exercices en classe, les interrogations écrites ou les devoirs à faire après les heures scolaires. Nous appelons ces tâches « *situations de production* », car leur enjeu n'est plus d'acquérir de nouvelles connaissances, mais *d'utiliser des connaissances antérieurement acquises pour produire des performances à des tâches spécifiques*. On observe d'ailleurs une confusion dans la littérature dans l'emploi de ces mécanismes au sein de tâches scolaires ou en vue d'apprentissages (Boekaerts, 2002, Zimmerman, 2000).

Comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, les processus étudiés empiriquement au cours de notre travail doctoral ne concernent pas les mécanismes d'autorégulation visant la mise en place d'un contexte favorable, ni les connaissances métacognitives « à froid » maîtrisées par l'élève, mais s'attachent directement aux *stratégies d'autorégulation visant à la gestion et l'optimisation des processus cognitifs et de leurs résultats mentaux ou non* (autorégulation cognitive « au sens large »), *dans des situations de production* (résolution de problèmes arithmétiques). Ces stratégies, que nous appellerons simplement « stratégies d'autorégulation » dans la suite de cette dissertation, sont décrites de manière plus approfondie dans le chapitre suivant.