

Chapitre 7 : Discussion générale

1. Introduction

Les différentes études présentées dans cette dissertation doctorale ont évalué quelles étaient les capacités d'enfants fréquentant la cinquième année de l'enseignement primaire ordinaire belge francophone quant aux stratégies d'autorégulation de détermination du but, de planification et de contrôle, comment ces capacités variaient entre les sujets, et dans quelle mesure elles se révélaient reliées à une haute performance scolaire dans les résolutions de problèmes arithmétiques. Bien plus, ces recherches se sont attachées à comprendre de manière plus précise divers aspects structuraux et fonctionnels des processus autorégulateurs, en insistant particulièrement sur la stratégie de contrôle et ses sous-processus. Enfin, elles ont investigué la question de la mesure de la stratégie de contrôle.

Les résultats de ces études (principalement les études 2, 3 et 4) sont brièvement revus et mis en parallèle dans ce chapitre. Sans reprendre les méthodologies utilisées et les discussions spécifiques à chaque étude (cf. section 5 des chapitres 4, 5 et 6), nous proposons les limites et les interprétations générales, notamment en rapport au cadre théorique élaboré. Nous proposons ensuite diverses pistes pour la conduite de recherches ultérieures, et envisageons les implications en terme de pratiques pédagogiques.

2. Résultats principaux et interprétations

Nos études ont permis de confirmer les résultats obtenus antérieurement qui attestent de la relation significative entre les capacités relatives aux stratégies d'autorégulation et la performance scolaire. Bien plus, l'intensité de ces relations est apparue supérieure à celle généralement observée (surtout vis-à-vis d'enfants fréquentant l'enseignement primaire), essentiellement selon nous en raison de notre méthodologie spécifique et non rapportée. La confrontation des résultats des études 2 et 3 (cf. section 5 du chapitre 5) laisse de plus supposer que les stratégies de contrôle et de planification sont corrélées à la performance scolaire avec une intensité relativement semblable, alors que la littérature était contradictoire sur ce point (cf. section 4 du chapitre 3). Bien qu'ils n'autorisent aucune inférence causale, ces résultats sont en accord avec la thèse que nous avons développée tout au long de cette dissertation doctorale, affirmant que les stratégies d'autorégulation permettent une utilisation optimale de ses connaissances disciplinaires, particulièrement dans le cas de tâches complexes telles les résolutions de problèmes arithmétiques (cf. section 7 du chapitre 3 pour une synthèse des

arguments théoriques de cette affirmation, cf. chapitre 8). Ils laissent donc supposer l'intérêt de développer ces stratégies afin de permettre une amélioration de la performance scolaire d'élèves de divers niveaux de réussite.

Afin d'établir des programmes d'intervention adaptés, il convient cependant d'être au clair sur les capacités moyennes des enfants quant à ces stratégies. L'étude 2 a permis d'analyser cette question auprès de 42 élèves de cinquième primaire. Alors que la stratégie de détermination du but était clairement acquise dans le type de problèmes fermés utilisés dans nos études, il s'est avéré que ces enfants disposaient de capacités très limitées quant à la stratégie de planification. Les compétences relatives à la stratégie de contrôle se situaient à un niveau intermédiaire entre ces deux extrêmes, puisque les items proposés ont été majoritairement réussis par presque tous les enfants. Nous avons cependant souligné que ce taux de réussite majoritaire mais non parfait exprime l'idée que le comportement de contrôle est insuffisant, puisque toute erreur devrait être détectée à partir du moment où l'élève dispose de la connaissance arithmétique nécessaire (prérequis contrôlé préalablement). Il est également peu évident de déterminer si une des deux sous-stratégies de contrôle est réalisée plus aisément par l'enfant : selon les études et les conditions en terme de charge cognitive (cf. infra), soit la vérification des résultats arithmétiques est plus facile (étude 3 et condition simple de l'étude 4), soit les résultats sont identiques (non significativement différents) sur les deux scores (étude 2 et condition double de l'étude 4). Bien que des études ultérieures doivent être menées avec des échantillons beaucoup plus larges afin de conforter ces observations (et afin d'informer la comparaison des capacités relatives aux deux sous-stratégies de contrôle), ces évaluations précises complètent avec une utilité certaine les résultats contradictoires observés dans la littérature et présentés dans notre troisième chapitre (section 5).

Outre ces aspects pragmatiques, nos études ont permis de documenter divers aspects relatifs à la structure, au fonctionnement et à la mesure des stratégies d'autorégulation. En *termes structuraux*, il apparaît que les diverses stratégies participent à un même processus global, mais doivent cependant être différenciées. En effet, si les stratégies de planification et de contrôle sont corrélées entre elles, elles ne le sont que modérément (cf. étude 2). De même, alors que les enfants démontrent un niveau de maîtrise important quant à la stratégie de détermination du but, certains d'entre eux se révèlent très faibles en planification (cf. étude 2). La stratégie de contrôle s'est révélée la plus complexe des stratégies d'autorégulation étudiées (cf. Focant et Grégoire, à paraître). Nous avons en effet proposé dans le chapitre 3 (section 3.3.1) la distinction entre quatre types de contrôle : le monitoring, l'évaluation du progrès réalisé vers le but, le contrôle des

opérations et la vérification des résultats arithmétiques. Bien plus, nous avons proposé que certaines de ces « sous-stratégies » puissent ou doivent se réaliser par des sous-processus différents. A titre d'exemple, Grégoire et Focant (soumis) ont mis en évidence l'existence de modes logiques et empiriques de la vérification des résultats arithmétiques. Les études 2 et 3 ont permis d'observer une absence de co-variation significative entre les capacités relatives à la sous-stratégie de vérification des résultats et de contrôle des opérations, confirmant l'intérêt de leur distinction. Ce constat est appuyé par le fait que les relations envers diverses variables montrent des résultats différents en fonction de la sous-stratégie concernée. Cette observation est compréhensible théoriquement. La vérification empirique des résultats arithmétiques exigée par les conditions de notre méthodologie (reproduction du calcul ou procédures de preuve) semble en effet plus « technique » que le contrôle sensible des opérations, basé sur la compréhension du sens des opérations et de l'énoncé du problème.

En terme du fonctionnement des processus d'autorégulation, les études 2, 3 et 4 ont permis d'évaluer l'impact de la charge cognitive sur les capacités relatives aux diverses stratégies, et principalement sur celle de contrôle. Premièrement, l'étude 2 a analysé la performance relative aux stratégies d'autorégulation lors de l'augmentation de la complexité des problèmes, opérationnalisée par le nombre d'interactions nécessaires à la résolution (conformément aux théories de la charge cognitive intrinsèque, cf. section 2.2 du chapitre 3). Il y apparaît que les capacités de planification chutent de manière précipitée dès l'introduction d'une légère augmentation de complexité, alors que l'efficacité de la stratégie de contrôle reste semblable quel que soit le niveau de complexité du problème proposé. Ce constat nous permet de confirmer le rôle de pivot de la stratégie de contrôle dans le processus d'autorégulation (cf. chapitre 3, section 3.3.1), en ce qu'il permet de remédier aux limites rapides de la capacité de planification. Nous reprendrons cette observation dans la description des implications pédagogiques de nos résultats.

Deuxièmement, des analyses de la variation des scores de performance de la stratégie de contrôle ont été menées en fonction d'une augmentation de la charge cognitive non plus générée par la complexité des situations problèmes, mais par les activités de contrôle devant être effectuées par l'enfant (complexité du traitement demandé et non plus du problème lui-même). Plus précisément, cet accroissement de charge cognitive est réalisé par la suppression d'un support allégeant la charge cognitive de contrôle (la calculatrice, comparaison des études 2 et 3), ou par la nécessité de réaliser conjointement deux sous-stratégies de contrôle au lieu d'une seule (étude 4).

La comparaison des études 2 et 3 nous a permis de supposer que l'augmentation de la charge cognitive de traitement par la suppression de la calculatrice¹ engendre une diminution de la capacité relative au contrôle des opérations (cf. discussion de l'étude 3). L'étude 4 a ensuite mis en évidence une chute de l'efficacité de la sous-stratégie de vérification des résultats arithmétiques lorsqu'on passe d'une condition simple à double de contrôle (cf. sections 3.1 et 5 de l'étude 4). L'augmentation de la complexité de l'activité de traitement semble donc produire une action néfaste sur l'une ou l'autre des deux sous-stratégies, indiquant que la capacité cognitive de traitement est rapidement saturée dans les activités de contrôle (cf. implications pédagogiques). Il convient cependant de se demander pourquoi cet effet agit dans une situation sur la vérification des résultats arithmétiques et dans l'autre sur le contrôle des opérations.

Deux hypothèses explicatives nous paraissent pertinentes. D'une part, il est possible que la source de l'augmentation de la charge cognitive de traitement génère des niveaux d'efficacité différents. Ainsi, l'accroissement généré par la nécessité de produire des procédures de calcul coûteuses, et celle induite par l'augmentation du nombre de faits arithmétiques à contrôler (une ou deux sous-stratégies de contrôle), n'engendreraient pas les mêmes profils de contrôle et donc pas la même performance aux épreuves concernant cette stratégie. D'autre part, il existe un manque de fiabilité évident à comparer des résultats d'études différentes (malgré les méthodologies très semblables). Dans ce cas, les observations de l'étude 4 paraissent plus fiables, puisque cette recherche compare au sein d'une même récolte de données et avec une méthodologie exactement semblable deux conditions de charge cognitive différentes. Des études complémentaires sont nécessaires pour comparer ces deux hypothèses.

Troisièmement, les études 2 et 3 ont tenté de déterminer quels comportements sont sous-jacents à un contrôle efficace. Excepté dans les mouvements de vérification des résultats arithmétiques lors de la possibilité de recourir à une calculatrice (étude 2), le nombre des mouvements significatifs de contrôle n'a pas été associé à une efficacité de la mise en œuvre de cette stratégie. Ces résultats souffrent cependant de l'existence d'un biais, lié à l'explicitation de la présence d'une seule erreur dans chaque problème (cf. section 5.3 du chapitre 4, cf. infra). Malgré cette faiblesse méthodologique, ce constat semble indiquer que ce n'est pas la quantité de contrôles qui est déterminante pour un contrôle performant. Ce résultat corrobore d'ailleurs ceux observés par Bouffard et ses collaborateurs (Bouffard, 1998, Bouffard & Vezeau, 1998, Ferrari et al., 1998),

¹ L'emploi d'une calculatrice exige une charge cognitive moindre par rapport aux procédures de calcul non assistées (mentales ou écrites).

qui ont montré l'existence de comportements inappropriés de contrôle², mais s'oppose à une large part de la littérature qui considère implicitement que tout comportement de contrôle est en soi positif et utile à la réussite. Selon nous, c'est l'organisation des actions de contrôle qui aurait essentiellement un impact sur l'efficacité de cette stratégie. Nous supposons par exemple qu'un contrôle organisé systématiquement est plus efficace qu'un contrôle mené aléatoirement par l'élève. A l'inverse, nous constatons, à l'instar de Nguyen-Xuan et al. (1990), l'existence de profils de contrôle peu productifs, qui démontrent une sorte d'errance à travers les différentes étapes du problème. Des études qualitatives sont nécessaires pour documenter cette hypothèse, et comprendre les variables ou les profils de contrôle qui génèrent significativement une performance adéquate sur cette stratégie (cf. infra).

En termes méthodologiques, nos études ont permis d'évaluer la convergence de mesures diverses quant à la stratégie de contrôle. Nous avons pris pour référence les scores de performance de détection d'erreurs, qui évoquent l'efficacité du contrôle réalisé par l'enfant. Comme nous l'avons décrit largement dans le chapitre 3 (section 6), aucune mesure ne paraît entièrement satisfaisante pour garantir l'obtention de données fiables, et les mesures auto-rapportées, pourtant les plus couramment usitées, paraissent notamment fort critiquables. Nous avons donc évalué plusieurs indices établis à partir du degré de certitude fourni par l'enfant, et diverses mesures comportementales relatives au nombre de contrôles réalisés (chaque variable correspondant à un type de contrôle spécifique). Parmi les indices basés sur le degré de certitude (cf. section 4.9.1 du chapitre 4), l'indice de précision proposé par Nietfeld et Schraw (2002) est, sans conteste et de manière convergente dans les études 2 et 3, le meilleur révélateur de l'efficacité du contrôle. Au vu de l'intensité des co-variations avec la performance de contrôle, cette mesure apparaît comme un indice fiable d'une utilisation adéquate de cette stratégie. L'indice est calculé par la moyenne des différences entre le degré de certitude (variant entre 0 et 1) et le score de performance obtenu par l'enfant (0 ou 1), les différences étant calculées pour chaque item. Rappelons que nous n'avons évalué que des indices qui sont élaborés dans un rapport entre la certitude rapportée et la performance réelle obtenue. Sans cette confrontation, le degré de certitude correspond selon nous davantage à une représentation motivationnelle, et plus précisément au sentiment d'efficacité personnel (*self-efficacy*, cf. section 3.3.2 du chapitre 2).

A l'inverse, comme nous l'avons rapporté ci-dessus, l'association entre les variables comportementales (cf. section 4.8 du chapitre 4, et 4.3 du chapitre 5) et les scores de

² On retrouve d'ailleurs plus tôt cette idée dans les textes de Gavalek et Raphaël (1985), et de Miller (1994).

performance de contrôle s'est révélée rarement significative, et parfois négative. Ces mouvements significatifs restent par définition des mesures adéquates du comportement de contrôle, mais ne constituent pas des mesures fiables de *l'efficacité* du contrôle réalisé, c'est-à-dire des capacités de l'enfant relatives à cette stratégie.

L'élaboration des mesures liées au degré de certitude a également permis de s'intéresser à une question plus spécifique : la proportion des enfants sous-estimant et surestimant leur réussite. Alors que Paris et Winograd (1990) rapportent diverses études observant que les élèves ont tendance à surestimer leur performance passée ou ultérieure, nos recherches ont montré de manière persistante des résultats contradictoires. Ainsi, il apparaît dans les études 2, 3 et 4 des nombres relativement similaires d'élèves qui sous-estiment leur réussite et qui la surestiment, lorsque l'enfant doit conjointement réaliser deux sous-stratégies de contrôle (condition double). De plus, l'étude 4 a permis de mettre en évidence que les élèves soumis à une condition de contrôle simple ont à l'inverse une tendance à sous-estimer leur performance. Nous invitons le lecteur à se référer à la discussion de l'étude 4 pour une proposition d'interprétation de cette différence de résultats en condition simple et double de contrôle.

3. Limites générales

Nos résultats empiriques permettent de comprendre plus finement les mécanismes autorégulateurs chez l'élève de cinquième primaire. Ils corroborent la thèse de l'utilité des stratégies d'autorégulation dans la performance scolaire relative aux situations complexes que constituent les résolutions de problèmes arithmétiques. Tout travail doctoral impliquant son lot de choix et de restrictions du champ investigué, nos recherches se sont cependant attachées à des aspects spécifiques des stratégies d'autorégulation, et nos résultats ne restent donc valides que vis-à-vis de ces particularités. Nous synthétisons dans cette section les caractéristiques principales de notre cadre de recherche et des mesures effectuées, et les limites générales qui leur sont associées.

Suite aux descriptions théoriques des paradigmes de la métacognition et de l'apprentissage autorégulé (cf. chapitre 2), ainsi qu'à celles relatives à la mesure des mécanismes autorégulateurs (cf. section 6 du chapitre 3), nous avons premièrement opté pour l'étude des stratégies d'autorégulation (et non pas des connaissances métacognitives) en *situation « on-line »*, c'est-à-dire en cours de tâche. Les données ont dans ce sens été récoltées sur base de l'action d'enfants confrontés à des résolutions de problèmes, et non en les questionnant après-coup ou en dehors de toute situation.

Deuxièmement, l'étude des stratégies d'autorégulation a été menée dans le cadre de *tâches de production* (cf. section 4 du chapitre 2), dont l'enjeu est d'utiliser des connaissances antérieurement acquises pour produire des performances à des tâches spécifiques. Nous avons ainsi décrit explicitement ce qui a souvent été traité de manière confuse dans la littérature : les stratégies d'autorégulation concernent autant les situations de production que celles relatives à l'apprentissage.

Troisièmement, nos études se sont attachées à l'analyse des *capacités en situation isolée* relatives aux stratégies d'autorégulation, mesurées dans des situations où l'expérimentateur pose une demande explicite relative à une des stratégies. Comme nous l'avons décrit dans notre deuxième chapitre (cf. section 3.3.2), le fait de disposer de ces capacités ne garantit aucunement leur utilisation en situation naturelle de résolution de problèmes.

D'une part, cette « mise en œuvre spontanée » exige un engagement cognitif suscité en grande partie par les variables motivationnelles. Outre les études rapportées dans le chapitre 2 (section 3.3.2), une étude non décrite dans cette dissertation doctorale a par exemple mis en évidence l'influence du sentiment d'efficacité personnelle et de l'émotion d'anxiété mathématique sur les stratégies d'autorégulation (cf. Baiwir, Focant & Grégoire, 2004, Focant & Grégoire, 2004). Les résultats de cette recherche corroborent l'interprétation que nous avons posée sur base des observations d'une étude qualitative menée avec quatre enfants en difficulté dans les apprentissages mathématiques, également non rapportée directement dans ce texte (cf. Focant, 2004, présenté en annexe 1, cf. aussi section 4 du chapitre 3). Si nous n'avons pas pu prendre en compte les variables motivationnelles et émotionnelles dans les autres études menées, il convient cependant de rester conscient du fait que l'utilisation des stratégies d'autorégulation nécessite la mise en place d'un contexte motivationnel et émotionnel favorable.

D'autre part, l'enfant doit faire face en situation naturelle à une *double interactivité*, qui augmente vraisemblablement la charge cognitive de traitement, nécessitant une organisation du comportement non exigée dans nos épreuves. La première interactivité implique l'application parallèle des procédures relatives aux stratégies d'autorégulation, et des procédures arithmétiques (disciplinaires) de résolution. La seconde concerne la nécessité d'utiliser de manière flexible les diverses stratégies : l'enfant doit organiser lui-même le démarrage des stratégies d'autorégulation, alors que dans nos épreuves, il doit juste suivre la consigne de l'expérimentateur. Ces deux types d'interactivité pourraient générer des charges cognitives plus importantes que celles observées dans nos études, et dès lors impliquer des niveaux d'erreur plus importants si l'enfant n'organise pas son traitement.

Quatrièmement, nos recherches se sont limitées à l'étude des stratégies de détermination du but, de planification et de deux des quatre sous-stratégies de contrôle décrites dans notre troisième chapitre. D'une part, la stratégie de détermination du but ne fait référence qu'à la compréhension de la demande, soit de ce qui est attendu par l'enseignant (ou plus généralement par le tiers qui propose le problème). Elle ne prend donc nullement en compte la représentation plus globale de la tâche et des données. D'autre part, les stratégies d'autorégulation lors de la mise en œuvre de l'action n'ont été étudiées que partiellement. Ainsi, quant au contrôle, les sous-stratégies de monitoring et d'évaluation du progrès vers le but n'ont pas été empiriquement prises en compte (bien que la seconde interfère avec le contrôle des opérations, dans son sous-composant de contrôle de l'adéquation de l'intention, cf. section 3.3.1 du chapitre 3). De plus, la sous-stratégie de vérification des résultats n'a été estimée que dans sa perspective de contrôle empirique et jamais sous son mode logique (cf. même section), étant donné la volonté d'un contrôle observable quant à cette sous-stratégie. Enfin, si l'on peut être tenté de dire que la stratégie de régulation n'a pas été étudiée, il convient de nuancer cette affirmation. En effet, comme nous l'avons décrit dans la présentation de la méthodologie de l'étude 2, le score de réussite n'est attribué à un item que lorsque la correction proposée par l'enfant est exacte. Ce critère de cotation est nécessaire pour obtenir une fiabilité des scores de réussite (pour une justification, cf. section 3.1.3 du chapitre 4), mais implique que tout score positif correspond à une application efficace de la stratégie de contrôle ET de celle de régulation. L'appellation de contrôle a été gardée dans un souci de concision, et car la régulation ne constitue selon nous que l'aboutissement direct du contrôle qui a été effectué (cf. section 3.3.2 du chapitre 3). Les défauts de détection d'erreurs correspondraient dès lors à une lacune de la stratégie de contrôle plutôt qu'à une déficience de celle de régulation. Comme nous l'évoquerons *infra*, des études ultérieures devront cependant confirmer cette supposition.

Enfin, quant à la stratégie de contrôle, il reste que nos épreuves ont la caractéristique de ne pas demander à l'enfant de contrôler sa propre production, mais d'analyser des résolutions produites par des tiers. En situation naturelle, l'enfant est amené à conduire un processus de contrôle sur des procédures qu'il a lui-même sélectionnées et mises en œuvre. Dans les épreuves de nos études, la caractéristique du processus de contrôle est qu'il s'applique sur des opérations non choisies et effectuées par l'enfant. L'obtention de données fiables et standardisées nous paraît cependant très difficile sans recourir à des méthodes d'investigation proches des nôtres.

4. Perspectives pour les recherches ultérieures

Les résultats obtenus au cours de nos études mettent en évidence la nécessité de distinguer les diverses stratégies d'autorégulation, et les sous-stratégies qui les constituent. Dans les études ultérieures, l'élaboration de scores globaux devrait dès lors être évitée dans la mesure du possible. En termes des instruments de mesure, les manifestations comportementales révèlent certes les actions de contrôle de l'enfant, mais pas l'efficacité de celles-ci. A l'inverse, l'indice proposé par Nietfeld et Schraw (2002) semble une mesure fiable de cette efficacité. Rappelons que nous avons exprimé à diverses reprises que la constitution d'indices de contrôle basés sur le degré de certitude, sans confrontation aux résultats réels obtenus par l'enfant, doit définitivement être bannie selon nous. Ce genre de scores est informatif du niveau de confiance de l'enfant, mais ne peut en effet être rapporté comme un indice direct du contrôle. Les mesures de performance sur chacune des stratégies paraissent une alternative intéressante, malgré le défaut de la longueur de passation des épreuves et de la nécessité d'un contrôle rigoureux des connaissances disciplinaires. Diverses études de comparaison de méthodes multiples de récolte de données devraient, à la suite de Veenman (2003c, & van Hout-Wolters, 2003) notamment, être menées pour informer des mesures les plus fiables. Rappelons que chaque recherche doit, comme nous l'avons fait dans la section précédente de ce chapitre, informer le lecteur sur ce qui est réellement mesuré (capacité ou mise en œuvre par exemple).

Diverses recherches devraient être conduites dans la suite directe de nos travaux (voir aussi discussion des études 2, 3 et 4). Une première vague de recherches doit s'attacher à déterminer quelles sont les actions de contrôle les plus efficaces. Ces études peuvent être conduites sur base de notre épreuve de contrôle, avec les améliorations de programmation de l'étude 3 (cf. section 5 pour synthèse), mais en supprimant le biais lié au nombre d'erreur trop clairement énoncé (cf. discussion de l'étude 2, et section 2 de ce chapitre). D'une part, les analyses menées dans l'étude 3 pourraient être reproduites, dans le cas peu probable où le biais rappelé ci-dessus influencerait considérablement les résultats. D'autre part, comme nous l'avons évoqué en discussion de l'étude 3, c'est par des études qualitatives des profils individuels de contrôle que les comportements efficaces sous-jacents à cette stratégie peuvent selon nous être décryptés. Les enregistrements fournis par le logiciel nous permettent de suivre à la trace le comportement de contrôle d'un élève à un item (cf. section 3.1.3 du chapitre 4, et 3.1 du chapitre 5). Par exemple, nous pouvons établir la ligne de conduite suivante : CA1→OP1→OP2→CA3→etc., qui signifierait que l'élève a réalisé un contrôle CA sur la première étape de résolution, puis un contrôle OP sur cette même étape, ensuite un contrôle OP sur l'étape 2, et (sans avoir effectué de

contrôle CA sur cette deuxième étape) un contrôle CA sur l'étape 3. La comparaison d'élèves efficaces et non efficaces en contrôle devrait permettre de définir les caractéristiques des lignes de conduite les plus positives. La compréhension des comportements efficaces de contrôle est fondamentale, afin de savoir ce qu'il convient d'enseigner aux enfants dans les programmes de développement de la stratégie de contrôle.

Une deuxième vague d'études pourrait interroger quelle sous-stratégie de contrôle est la plus aisée à mener, et déterminer les facteurs qui influencent ces taux de réussite. Citons en exemples deux questions de recherche : l'introduction de la possibilité de recourir au mode logique de la sous-stratégie de vérification des résultats arithmétiques a-t-elle une influence sur la comparaison des scores de réussite relatifs aux deux sous-épreuves ? La vérification des résultats arithmétiques est-elle plus facile si le sujet dispose de l'entièreté du calcul écrit réalisé plutôt que la seule réponse finale (cf. discussion de l'étude 3) ?

Il serait également intéressant d'évaluer, dans un troisième type de recherches, quel est l'intérêt d'utiliser une calculatrice pour diminuer la charge cognitive de contrôle, par une comparaison de deux conditions d'une épreuve de détection d'erreurs (avec et sans calculatrice). Si la réponse est positive, les interventions pédagogiques pourraient moduler l'utilisation de ce support afin de générer des charges cognitives plus ou moins lourdes. De manière plus large, une quatrième étude pourrait interroger si la source de l'augmentation de la charge cognitive génère des actions défavorables sur des sous-stratégies de contrôle différentes. Cette étude ferait directement suite aux hypothèses explicatives décrites dans la section 2 de ce chapitre, et pourrait être réalisée en comparant différentes sources possibles d'accroissement de la charge cognitive (la suppression du recours possible à une calculatrice et le nombre de faits arithmétiques à vérifier en sont deux exemples) dans leur impact sur les scores de performance des deux sous-stratégies de contrôle.

Enfin, une cinquième étude pourrait porter sur la comparaison du nombre de sujets sous-estimant et surestimant leur réussite avant et après la conduite de la tâche. Nos études n'ont en effet examiné cette question que sur base des données récoltées après chaque item. L'intérêt d'une mesure préalable au traitement de la tâche concerne notamment la difficulté perçue de cette tâche. Comme le décrit Desoete (2001), la perception de la complexité d'une tâche incite l'enfant à un travail plus lent et plus attentif, en vue d'éviter les erreurs (cf. aussi section 2). De plus, une autre étude pourrait comparer les nombres d'enfants sous- et sur-estimateurs sur base d'une analyse par item (degré de certitude demandé à l'enfant après chaque item) et d'une autre plus globale (nombre d'items que l'enfant estime, à la fin de l'épreuve, avoir réussis).

Outre ces études s'inscrivant directement dans la suite des résultats de nos travaux, des recherches complémentaires doivent être menées, afin de guider directement la création de programmes d'intervention visant le développement des stratégies d'autorégulation.

Nos études ne se sont intéressées, quant à la stratégie de contrôle, qu'aux sous-stratégies de vérification des résultats arithmétiques et de contrôle des opérations. Des études complémentaires sont nécessaires pour informer diverses questions quant aux deux autres sous-stratégies présentées dans le chapitre 3 : le *monitoring* et le *contrôle du progrès réalisé vers l'atteinte du but*. Les enjeux du processus de monitoring concernent essentiellement l'augmentation de la charge cognitive de ce traitement réalisé simultanément à l'application des procédures elles-mêmes. L'enfant est-il capable de mener un monitoring efficace dans ce type d'activités complexes, ou convient-il de favoriser plutôt les contrôles a posteriori, réalisés séparément de l'application des procédures arithmétiques ? Quant à l'évaluation du progrès réalisé vers l'atteinte du but, il serait notamment utile d'estimer si cette sous-stratégie (réalisée a posteriori des actions arithmétiques) est peu influencée par l'augmentation de la complexité des problèmes, comme les deux sous-stratégies étudiées dans nos études.

Nous avons décrit dans la section précédente que nos recherches se sont attachées à l'analyse des capacités autorégulatrices de l'enfant en situation isolée. La confrontation de ce type de mesures avec des données obtenues en *situation naturelle* de résolution serait intéressante, afin d'évaluer dans quelle mesure l'enfant utilise, en situation de résolution, les capacités autorégulatrices dont il dispose. Cette question permettrait d'évaluer l'impact de l'augmentation de la charge cognitive générée par le caractère de double interactivité décrit dans la section précédente. Méthodologiquement, ce type de recherche est selon nous difficile à opérationnaliser, et devrait vraisemblablement être réalisée par le biais d'analyses qualitatives.

Dans nos études, l'évaluation du *développement* des capacités relatives aux stratégies d'autorégulation a été réalisée avec des échantillons restreints, laissant nos résultats peu généralisables à l'ensemble de la population scolaire de cinquième primaire ordinaire en communauté française de Belgique. Une étude avec un plus large échantillon serait nécessaire pour établir un bilan approfondi des capacités des enfants de cet âge. Des études supplémentaires doivent également être menées avec des élèves fréquentant différents cycles scolaires, du début de la scolarité primaire à la fin du secondaire, et avec le même type d'épreuves, afin d'évaluer de manière plus globale le parcours du développement des capacités relatives aux diverses stratégies.

Bien que nous n'ayons qu'effleuré ce sujet dans notre deuxième chapitre (cf. section 3.3.2), de nombreuses recherches ont été menées pour évaluer les liens entre diverses croyances motivationnelles (*motivational beliefs*) et les stratégies d'autorégulation. Par contre, l'exploration des relations entre les émotions académiques et les stratégies d'autorégulation utilisées dans nos recherches n'en est encore qu'à ses balbutiements (cf. Pekrun et al., 2002). Bien plus, à la suite des travaux de Wolters (1998) notamment, il serait bon de réaliser diverses recherches visant à identifier les mécanismes utilisés par les élèves pour générer des représentations motivationnelles et des états émotionnels positifs. Une meilleure compréhension de ces stratégies est capitale, étant donné les problèmes motivationnels rapportés régulièrement par les élèves vis-à-vis des situations scolaires.

Enfin, et surtout, il est essentiel d'élaborer divers types de *dispositifs d'intervention*, et de les évaluer dans une triple perspective. Premièrement, il convient d'apprécier dans quelle mesure il est possible de développer les capacités relatives à chacune des stratégies d'autorégulation (afin de conforter et préciser la littérature existante, cf. section 5.3 du chapitre 3). Deuxièmement, un dispositif expérimental centré autour d'une intervention ciblée sur une ou plusieurs stratégies d'autorégulation permettrait d'estimer dans quelle mesure l'acquisition ou le développement d'aptitudes autorégulatrices a un impact positif sur la réussite des résolutions de problèmes, autorisant ou infirmant l'affirmation d'une relation causale entre stratégies d'autorégulation et performance scolaire. Dans ces deux perspectives, la comparaison de programmes de durée et de fréquence variables (intervention ponctuelle ou plus suivie, durée de chaque séance, durée de l'intervalle entre deux séances, ...) serait menée juste après les interventions, mais également à plus long terme afin d'évaluer la stabilité des résultats.

Troisièmement, l'évaluation de divers types d'interventions permettrait de déterminer quels sont les programmes les plus efficaces, et quels sont les paramètres déterminants de cette efficacité (durée et fréquence, type de pédagogie, contenu de l'intervention, ...). Ces programmes, plus larges que ceux décrits dans le paragraphe précédent, doivent selon nous allier le développement de capacités isolées relatives aux diverses stratégies, et celui d'une habileté à les mettre en œuvre de manière interactive et flexible dans des situations naturelles de résolution. De plus, ils doivent combiner un développement des stratégies de détermination du but (voire d'analyse plus approfondie de la tâche), de planification, de contrôle et de régulation, mais également un développement d'aptitudes de gestion motivationnelle et émotionnelle (afin de générer un contexte favorable à la mise en œuvre des stratégies d'autorégulation citées). Enfin, il serait

judicieux de structurer des programmes différents en vue d'intervenir envers les élèves réguliers en groupes classes, et envers les élèves en difficultés d'apprentissage en groupes plus restreints.

5. Implications en terme de pratiques pédagogiques

Comme nous venons de le décrire dans les deux dernières sections, les résultats de nos recherches ne concernent qu'un angle particulier des stratégies d'autorégulation, se limitent à un public ciblé et à un contexte scolaire déterminé, et appellent de nombreuses études complémentaires. Il n'en reste pas moins que certaines implications pédagogiques émanent de ces résultats, et des interprétations qui en découlent.

De manière principale, nos études ont montré des liens très significatifs et intenses entre les stratégies d'autorégulation étudiées (de manière moindre cependant pour la vérification des résultats arithmétiques) et la performance scolaire. Bien que nous ne puissions affirmer aucun lien causal entre ces deux types de variables, nous pouvons présumer d'une influence positive des stratégies d'autorégulation dans la résolution de problèmes arithmétiques. Ayant constaté que ces stratégies peuvent être stimulées et développées chez l'enfant (cf. chapitre 3, section 5.2), nous supposons que l'application de programmes d'interventions ciblées sur ces stratégies améliore la performance d'élèves se situant aux niveaux de réussite inférieurs, et plus particulièrement d'élèves en difficultés majeures face aux activités de résolution de problèmes arithmétiques. Outre ces programmes plus élaborés, l'enseignant peut également stimuler ou conseiller l'enfant dans son utilisation de stratégies d'autorégulation de manière plus implicite et au quotidien de la vie de classe.

La prise de conscience par l'enseignant de l'utilité des stratégies d'autorégulation pour traiter des activités complexes que constituent les résolutions de problèmes peut l'amener à mieux faire face aux difficultés récurrentes des élèves dans ce contexte, et à réduire le désarroi et le sentiment d'impuissance souvent rapportés devant les déficiences présentées par les élèves (cf. section 1 du chapitre 1). Afin de l'aider à ce que ses conseils soient les plus judicieux possibles, nous rappelons certains résultats dont les implications pédagogiques sont directes, et qu'il convient dès lors de garder en mémoire.

Premièrement, les capacités d'autorégulation ne constituent *pas un phénomène unique*, mais doivent être différenciées en fonction des stratégies qui composent le processus global. Ainsi, il faut stimuler distinctement les stratégies de détermination du but, de planification et de contrôle. De même, les sous-stratégies de vérification des résultats arithmétiques et de contrôle des opérations semblent fonctionner relativement indépendamment.

Deuxièmement, les résultats de nos études indiquent l'intérêt d'inciter les enfants de cinquième primaire à privilégier des *boucles courtes d'autorégulation*, basées sur une planification très partielle des procédures arithmétiques à mettre en œuvre (une à deux étapes), et sur des contrôles plus nombreux et plus fréquents en cours de tâche, permettant des réajustements plus abondants et plus rapides. Une telle organisation des processus d'autorégulation permet en effet de s'adapter aux limites importantes des capacités de planification des enfants (chutant de manière significative dès l'augmentation d'un quelconque niveau de complexité des problèmes), tout en utilisant la ressource des stratégies de contrôle, qui ne semblent pas dépendantes du niveau de complexité de ces tâches (cf. section 5.2 du chapitre 4 pour une justification plus détaillée).

Troisièmement, nous avons constaté que la conduite simultanée de deux sous-stratégies de contrôle génère une charge cognitive élevée, engendrant une augmentation du nombre d'erreurs. Il est dès lors nécessaire d'inciter l'enfant à *organiser la conduite de ces deux modes de contrôle*, sous peine d'un contrôle déficient. Le traitement successif (plutôt que simultané) de ces deux stratégies permet par exemple de diminuer le risque d'erreurs. Secondairement, cette observation implique que chaque sous-stratégie nécessite une charge cognitive déterminée et relativement élevée. Etant donné que toute procédure de calcul mental ou écrit engage elle aussi une charge cognitive importante, l'application conjointe, en situation naturelle, des procédures arithmétiques et de contrôle génère vraisemblablement une saturation des limites de la mémoire de travail, et donc une diminution de la performance.

Deux manières de contourner ce problème existe selon nous. D'une part, l'utilisation de stratégies de *contrôle a posteriori* doit être privilégiée par rapport au mode de contrôle concurrent (monitoring). La charge cognitive à tout moment de la résolution en est ainsi réduite, étant plus répartie. D'autre part, *l'automatisation* des procédures génère une diminution de l'espace occupé en mémoire de travail (cf. section 2.3.2 du chapitre 3). Il serait dès lors utile que l'enseignant propose à ses élèves des activités de « procéduralisation » de chacune des stratégies décrites (il est bien entendu appelé à le faire également vis-à-vis des procédures de calculs).

Conclusion générale

Les connaissances arithmétiques sont nécessaires mais insuffisantes pour réussir de manière performante à résoudre des problèmes. Notre première étude a montré que les connaissances disciplinaires ne prédisent que 21 % des scores de performance scolaire en résolution de problèmes arithmétiques. Il ne suffit pas de disposer de ce type de prérequis, encore faut-il être capable de les utiliser à bon escient et efficacement.

Dans ce sens, les stratégies de détermination du but, de planification, de contrôle et de régulation appliquent une fonction de gestion, de coordination et de supervision de l'action de résolution, qui garantit un emploi optimal des connaissances disciplinaires à la disposition de l'individu. Issues des paradigmes de la métacognition et de l'apprentissage autorégulé, ces stratégies permettent à la fois de sélectionner les connaissances les plus pertinentes à la résolution du problème spécifique proposé, d'organiser les actions susceptibles de mener à la solution, de contrôler le choix et l'application des procédures arithmétiques, et surtout de réaliser une gestion de la charge cognitive de traitement de l'activité à tout moment de la résolution. Malgré que la mise en œuvre des stratégies d'autorégulation constitue un travail cognitif occupant une place importante en mémoire de travail, elle permet, essentiellement par une fonction de segmentation, de s'ajuster constamment aux limites de la charge cognitive gérable par l'individu.

Outre cette question de l'utilité des stratégies d'autorégulation, notre recherche théorique et empirique a permis d'apporter un éclairage sur la structure des mécanismes autorégulateurs et sur leur fonctionnement en cours de tâche, dans le contexte des problèmes arithmétiques (cf. chapitre 7, section 2). En termes structuraux, les diverses stratégies et sous-stratégies doivent être considérées comme distinctes, complémentaires et interactives. Le fait qu'elles participent à un même processus autorégulateur global n'empêche en effet pas l'observation empirique de la nécessité de leur différenciation. En termes de fonctionnement, le rôle de pivot de la stratégie de contrôle paraît renforcé par nos études, surtout dans les tâches les plus complexes, étant donné qu'elle paraît non influencée par la complexité des situations problèmes. Ce fait est d'autant plus important que la stratégie de planification est apparue très limitée chez les enfants de cinquième primaire observés.

Bien que diverses études complémentaires doivent encore être menées pour informer les questions subsistantes (cf. chapitre 7, section 4), la structuration de programmes d'intervention visant le développement de stratégies efficaces d'autorégulation constitue un enjeu majeur et une priorité. Les enseignants sont en effet en grande attente d'outils pédagogiques leur permettant de

faire face adéquatement aux difficultés qu'ils observent chez leurs élèves dans ce type de tâches scolaires. En agissant pour développer les stratégies d'autorégulation de leurs élèves, ces enseignants leur permettraient d'augmenter leur performance scolaire, et plus largement d'améliorer leur capacité à faire face à des situations complexes.