

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.

Annexes

Annexe 1 : Article Handicap, 2004.....	II
Annexe 2 : Extrait de l'épreuve standardisée de performance en résolution de problèmes arithmétiques	XXI
Annexe 3 : Extrait des épreuves liées aux connaissances disciplinaires.....	XXIII
Annexe 4 : Histogramme et tableau de fréquence de chaque stratégie et sous-stratégie (étude 2).....	XXV
Annexe 5 : Exemple de l'épreuve de contrôle (cf. cd-rom)	

Annexe 1 : Article Handicap, 2004

Focant, J. (2004). La régulation métacognitive : un enjeu majeur chez les enfants en difficulté dans les apprentissages scolaires. Handicap : revue en sciences humaines et sociales, 102.

Résumé

La réalisation de tâches scolaires exige la mise en oeuvre de connaissances disciplinaires, mais également de stratégies métacognitives. Après avoir décrit à l'œuvre ces stratégies lors de la réalisation de tâches scolaires, nous présentons une étude de cas menée avec quatre enfants de 11 ans en difficulté dans les apprentissages scolaires. Les observations sont conduites en situation de résolution de problèmes mathématiques. Elles mettent en évidence la faiblesse de ces élèves concernant les stratégies métacognitives de détermination de l'objectif, de planification et de contrôle, ainsi que l'influence considérable de composantes motivationnelles et émotionnelles sur l'engagement de l'enfant dans le traitement cognitif de la tâche.

Abstract

Academic tasks require content knowledge use. They also involve metacognitive or self-regulated strategies. After having described metacognitive components of academic tasks, we present a case study of four learning disabilities children (mean age = 11) in a mathematical problem solving situation. We observe severe difficulties of these children to execute metacognitive strategies: goal setting, planning of actions to lead, control of progress to goal and control of procedure implementation (bugs detection search). More, we observe the significant influence of motivational and emotional components on child cognitive engagement in task processing.

Dès l'enseignement primaire, de nombreux élèves souffrent de difficultés majeures dans les apprentissages scolaires. Ces élèves démontrent des déficiences quant aux connaissances disciplinaires, mais également quant aux stratégies métacognitives. Ces stratégies sont capitales pour permettre des apprentissages consistants. Le traitement en profondeur qu'elles permettent induit l'acquisition de connaissances solides, ancrées au réseau de connaissances pré-existant, et fonctionnelles. Une déficience sur ces stratégies, ou l'utilisation de stratégies trop superficielles, génère donc un apprentissage déficient des nouvelles connaissances.

De plus, le diagnostic de difficulté d'apprentissages est rendu par l'analyse de la performance de l'enfant à des tâches d'évaluation, qui nécessitent l'emploi de stratégies métacognitives. Ces stratégies structurent les actions menant à la réalisation de ces tâches. Elles permettent de garantir une utilisation optimale des connaissances dont chaque individu dispose. Une déficience sur ces stratégies peut mener à un échec à une tâche, alors que l'apprenant disposait des connaissances isolées nécessaires à la réussite. L'échec est alors causé par une incapacité de sélectionner les actions à mener ou par des erreurs survenues dans la mise en œuvre des procédures choisies, deux causes que l'utilisation de stratégies métacognitives supprime ou minimise.

Nous décrivons dans ce texte quelques modèles et concepts relatifs aux stratégies métacognitives. Nous présentons ensuite des observations réalisées sur quatre enfants connaissant des difficultés majeures dans l'apprentissage des mathématiques, et mis en situation de résolution de problèmes arithmétiques. Ces observations montrent les lacunes que présentent ces enfants quant aux stratégies métacognitives, dans leur utilisation spontanée et en terme de capacités isolées. Nous mettons également en évidence, sur base de ces études de cas, comment les facteurs motivationnels et émotionnels peuvent avoir un impact majeur sur la mise en place de stratégies et connaissances. Nous tirons enfin des enseignements de ces observations quant aux caractéristiques de la régulation métacognitive des enfants en difficulté d'apprentissages et en terme de perspectives d'intervention.

1. Régulation métacognitive et métacognition

En 1976, Flavell définit la métacognition en deux composants :

- 1) les connaissances que l'individu a de ses propres processus cognitifs, ainsi que des facteurs favorables et défavorables à ces processus (*knowledge of cognition*) ;

- 2) le contrôle actif, la régulation et l'orchestration de ces processus en vue de la réalisation d'un objectif déterminé (*regulation of cognition*).

Les connaissances métacognitives constituent l'aspect déclaratif de la métacognition. Au sens strict, il s'agit des représentations et des connaissances de l'individu quant à son propre fonctionnement cognitif (Romainville, 1993) : « quelles sont mes caractéristiques propres ? quels sont mes points forts et mes points faibles ? ». Cependant, certains auteurs considèrent d'autres catégories de connaissances métacognitives (voir notamment Weinstein & Hume, 2001) : connaissances et représentations quant aux stratégies et aux conditions de leur emploi (« dans quelles situations dois-je utiliser telle ou telle stratégie ? »), quant aux caractéristiques des tâches (« quelle est la différence entre lire un article scientifique et un roman ? »), et quant aux caractéristiques du contexte (attentes de l'enseignant quant à la structure de la réponse, mode d'interactions privilégiées dans la classe entre pairs et avec l'enseignant,...).

La régulation métacognitive, deuxième composant, constitue l'aspect exécutif ou procédural de la métacognition. C'est la capacité de contrôle et de régulation de ses propres processus cognitifs en cours d'apprentissage ou en cours de tâche, en fonction des connaissances métacognitives décrites ci-dessus. La régulation métacognitive a été étudiée de manière plus approfondie dans le cadre des recherches sur l'apprentissage autorégulé. Cette régulation est réalisée principalement grâce à la mise en œuvre de quatre stratégies d'autorégulation cognitive (Pintrich, 1999). Deux stratégies de préparation de l'action sont la détermination de l'objectif et la planification des actions à entreprendre. La **détermination de l'objectif** permet à l'individu de fixer un point d'aboutissement, qui constitue en même temps un point de référence pour évaluer et guider les actions à mener. De plus, l'objectif donne un cadre qui permet d'activer les connaissances déclaratives, procédurales et métacognitives que l'individu juge potentiellement utiles pour mener l'objectif à son terme. La **planification des actions à entreprendre** suit cette activation. Sur base des connaissances activées et de l'objectif fixé, l'individu envisage différents scénarios ou plans d'action susceptibles de mener l'objectif à son terme ou de réduire l'écart entre la situation présente et l'état désiré que constitue cet objectif. Il choisit ensuite le plan d'actions qui lui semble le plus pertinent et le plus efficace, puis le met en œuvre. Durant la mise en application du plan d'actions, la stratégie de **contrôle** ou de **monitoring** permet à l'individu de surveiller et évaluer le cours de l'action et ses résultats. D'une part, l'individu peut mener un « pistage », une observation méthodique sur certaines caractéristiques du *cours de l'action* qu'il est en train de mener. Elle peut être posée

en terme de repérage d'erreurs dans l'application d'une procédure ou d'un algorithme. D'autre part, un autre mode de contrôle permet à l'individu d'observer les *résultats de l'action* qu'il a menée et d'évaluer ses observations en confrontant les résultats actuels à l'objectif fixé au départ de la séquence autorégulée. Cette deuxième forme de contrôle s'apparenterait à l'utilisation d'un comparateur entre un état actuel (résultats actuels) et un état désiré (objectif fixé). Suite aux informations récoltées par la stratégie de contrôle, la stratégie de **régulation** permet à l'individu d'ajuster ses actions. D'une part, si l'individu a détecté une erreur dans l'application de la procédure, une procédure de correction (éventuellement précédée d'une vérification supplémentaire) est généralement mise en œuvre. D'autre part, selon les conclusions dégagées du deuxième mode de contrôle, l'individu décide de maintenir, d'interrompre ou de modifier son action, afin de ramener son comportement dans la lignée de l'objectif. La stratégie de régulation évoque le repositionnement de l'individu en fonction des résultats transitoires qu'il a obtenus.

La régulation métacognitive constitue donc le mécanisme par lequel l'apprenant va programmer, surveiller et réajuster des comportements jusqu'à l'atteinte de l'objectif fixé. Elle constitue le processus de décision et de gestion du répertoire des connaissances disciplinaires et stratégies cognitives de l'individu, organisé par l'emploi des stratégies métacognitives. Les connaissances disciplinaires constituent les connaissances spécifiques au domaine académique concerné par l'apprentissage. Les stratégies cognitives visent à traiter des informations pour les transformer en connaissances ou pour les agencer de manière efficace en vue de la réalisation d'une tâche (voir Weinstein & Hume, 2001).

L'emploi des stratégies d'autorégulation cognitive a été moins étudié dans le cadre des tâches scolaires que dans la poursuite d'objectifs d'apprentissage. Les évaluations scolaires se présentent pourtant traditionnellement sur ce modèle. Bien que des spécificités apparaissent (liées principalement au type de tâche), les mécanismes généraux semblent identiques : des stratégies métacognitives de détermination de l'objectif, de planification et de contrôle sont utilisées pour mettre en place une régulation métacognitive, agissant sur des connaissances spécifiques au contenu ou au type de tâche, et sur des stratégies cognitives. Notre étude de la régulation métacognitive avec des enfants en difficulté d'apprentissage concerne exclusivement l'aspect de réalisation de tâches, dans le cadre de résolution de problèmes arithmétiques. Nous présentons dans la section suivante les spécificités liées à ce type de tâche.

2. Régulation métacognitive et résolution de problèmes arithmétiques

Parmi l'ensemble des tâches arithmétiques proposées à l'enfant, certaines exigent seulement l'application routinière d'un algorithme appris. L'enfant doit traduire l'énoncé en une procédure, en reconnaissant à quel algorithme fait référence la situation présente, puis en appliquant cet algorithme aux données présentes. Cette identification peut se faire à partir de symboles mathématiques : l'enfant identifie le symbole "moins" dans l'énoncé " $65 - 23 = ?$ " ; il en déduit qu'il doit appliquer une procédure de soustraction, sans nécessairement comprendre le sens de l'opération qu'il applique. Cette identification peut également se réaliser à partir d'énoncés verbaux : "Paul a 8 billes, Jacques lui en prend 3. Combien reste-il de billes à Paul?". Dans cette situation, l'enfant doit généralement accéder à la signification de la situation.

Enfin, d'autres situations 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 (Gagné, 1985). Poirier-Proulx (1999) lui attribue trois éléments :

- l'existence d'un écart ou d'une distance entre une situation présente (jugée insatisfaisante) et une situation désirée (but à atteindre) ;
- l'absence d'évidence du chemin menant à la réduction de cet écart (qui exige dès lors une démarche cognitive active d'élaboration et de vérifications d'hypothèses sur la nature de cet écart et sur les moyens de le réduire) ;
- l'existence d'une subjectivité : une même situation est un problème pour un élève et une application ou reproduction pour un autre.

Le problème présenté en figure 1 est typique des problèmes que les élèves reçoivent en classe d'enseignement primaire. Il s'agit de problèmes fermés : le problème a une seule réponse correcte et vérifiable, et l'information nécessaire à la résolution est entièrement intégrée dans le problème (Dumont, 1999). Dans ce problème, l'enfant doit combiner des procédures de soustraction, de division, et de comparaison ou de classement pour parvenir à la solution. Ce n'est que si l'enfant a mis en œuvre l'ensemble de ces procédures qu'il pourra produire une solution justifiée au problème. L'individu doit, s'il veut parvenir à la solution, utiliser de

manière interconnectée des procédures apprises isolément au préalable, ce qui constitue le caractère complexe de la tâche.

Toutes voiles dehors

La course de voilier « La grande traversée » est retransmise à la radio. Un journaliste sportif la commente :

« Le bateau Rigel est en tête, il a déjà parcouru 236 km.

Gamma est deuxième, il ne lui reste plus que 287 km à parcourir.

Nemo est troisième : sur les 508 km de la course, il n'en a parcouru que la moitié. »

Es-tu d'accord avec le classement du commentateur ?
Justifie ta réponse.

Figure 1 : Problème « Toutes voiles dehors » (extrait de Danalet & al., 1999, p.133)

Cette complexité exige de l'élève une régulation métacognitive. L'élève doit prendre le temps de considérer l'objectif ou la demande, et éventuellement déterminer des objectifs intermédiaires (exemple : calculer combien de kilomètres chaque bateau a parcouru). Il doit ensuite déterminer un plan d'actions qu'il juge utile pour parvenir à l'objectif final ou à un objectif intermédiaire (exemple : « Je vais soustraire 287 à 508 pour le bateau Gamma, et diviser 508 en 2 pour le bateau Nemo »). Ce plan peut être complet (s'il mène à la solution finale) ou partiel (si l'enfant vise simplement à réduire l'écart entre l'état présent et l'état attendu, se disant qu'il planifiera la suite plus tard). Quand il met en application son plan d'action, il doit contrôler que les procédures qu'il a utilisées ont été appliquées sans erreur (« est-ce que je n'ai pas fait d'erreur en faisant la soustraction écrite $508 - 287$? »). Il doit aussi évaluer les résultats obtenus en référence à l'objectif (« est-ce que j'ai bien obtenu le nombre de km que chaque bateau a parcourus ? Ah, non, j'ai oublié de calculer les km du bateau Nemo »). S'il a découvert une erreur dans l'application d'une procédure, il la corrige, éventuellement en faisant une deuxième vérification. S'il se rend compte qu'il n'a pas encore répondu à la demande finale, il doit ajuster son plan d'action (« J'ai mon classement. Est-ce que je suis au bout ? Ah non, je dois dire si je suis d'accord avec le commentateur. Il faut que

je compare mon classement à celui du commentateur. Je vais prendre les trois noms dans l'ordre chez moi et voir si le commentateur les a dans le même ordre. »). Ces processus se produisent de manière circulaire jusqu'à la conclusion que l'objectif est atteint, c'est-à-dire lorsque la demande a trouvé une réponse et le problème une solution. L'application d'un processus aussi systématique (idéal) permet d'optimiser la performance de l'individu à une tâche en fonction de ses connaissances disciplinaires. Nous verrons que les enfants en difficultés scolaires sont loin de pouvoir utiliser ce genre de structure méthodique.

La particularité principale de la régulation métacognitive en tâche de résolution de problème mathématique concerne la détermination de l'objectif. L'énoncé donné par l'enseignant (et éventuellement la consigne qui lui est ajoutée) contient la demande du problème, qui constitue l'objectif. Puisque cet objectif est fixé par un élément de l'environnement de l'enfant, le rôle de celui-ci consiste à se le représenter mentalement. Les modèles des résolutions de problèmes ont décrit le mécanisme de représentation ou d'analyse du problème (Tardif, 1992). Dans un premier temps, l'individu doit identifier que la situation qu'il a sous les yeux est un problème. Dans un deuxième temps, il doit réaliser une analyse systématique du problème pour le décrire en terme de données et de demandes. Cette phase est fondamentale, car c'est cette représentation qui guide l'enfant dans sa démarche et constitue le point de référence du processus d'autorégulation ultérieur. Si cette représentation est erronée ou incomplète, l'enfant poursuit un objectif biaisé, sélectionne des procédures inadéquates à la résolution et contrôle l'avancement vers un objectif erroné. La circularité de l'emploi des stratégies métacognitives peut cependant lui permettre de redéfinir l'objectif en cours de tâche. Remarquons que si l'élève ne fixe pas lui-même l'objectif final, il peut par contre définir des objectifs intermédiaires à atteindre, qui l'aideront à planifier des séquences d'action utiles et efficaces.

Quant aux connaissances disciplinaires, ce type de problème fait essentiellement appel à des connaissances relatives au contenu arithmétique : les procédures de quatre opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division), et les connaissances sur le sens de chacune de ces opérations. Il fait également appel à des connaissances métacognitives liées aux caractéristiques du type de tâche en fonction du contexte : quelles caractéristiques présentent les tâches de résolution de problèmes que l'enseignant fournit habituellement ? quelles sont les attentes de l'enseignant en terme des réponses ? Il fait enfin appel aux stratégies cognitives et aux connaissances métacognitives qui permettent de juger de

l'adéquation de chaque stratégie en fonction des caractéristiques de la tâche : « quand j'analyse l'énoncé du problème, la stratégie la plus efficace pour moi est d'entourer ou recopier les données importantes pour la résolution. »

3. Régulation métacognitive et facteurs motivationnels et émotionnels

La régulation métacognitive garantit, au plan cognitif, une utilisation optimale de ses stratégies et connaissances. Cette régulation métacognitive exige que l'individu, d'une part dispose de stratégies d'autorégulation efficaces, et d'autre part agisse pour les activer (ainsi d'ailleurs que ses connaissances et stratégies cognitives) au moment opportun. Les modèles exclusivement cognitifs ont un pouvoir explicatif certain mais limité sur la qualité de ces activations, et plus largement sur la qualité de l'apprentissage et sur la réussite ou l'échec scolaire. Les facteurs cognitifs ne fonctionnent en effet pas de manière indépendante et sont influencés par des éléments non cognitifs. Ainsi, les représentations motivationnelles déterminent directement l'utilisation de stratégies cognitives et métacognitives (voir notamment Pintrich & Schunk, 1996 ; Pintrich & Schrauben, 1992). Parmi ces variables motivationnelles, certaines représentations de l'élève sont particulièrement prégnantes :

- la valeur que l'apprenant accorde à la tâche qui lui est présentée ;
- l'orientation de l'objectif de l'élève face à cette tâche (veut-il apprendre de nouvelles choses, réussir un défi, obtenir des points suffisants pour le bulletin, éviter la réprimande de l'enseignant ou la déception de ses parents ?) ;
- la perception de contrôle de l'étudiant (peut-il lui-même influencer le résultat, ou est-ce que l'enseignant le fera échouer de toute façon car il ne l'aime pas ?) ;
- la perception de compétence de l'élève par rapport à la tâche qui lui est demandée (dispose-t-il des connaissances et compétences différentes pour réussir la tâche qui lui est donnée ?).

Les enfants en difficulté dans les apprentissages sont constamment confrontés à la question de la perception de leur compétence. Les interrogations de ces élèves portent donc régulièrement sur la question : « est-ce que je serai capable de réussir cette tâche ? ». Et la réponse est souvent peu encourageante. Etant persuadé de ne pas disposer des compétences nécessaires (ou en doutant fortement), ces élèves sont susceptibles d'utiliser moins de stratégies

cognitives et métacognitives que les élèves qui ont confiance en leurs capacités (Pintrich & Schrauben, 1992).

Parallèlement à ces éléments motivationnels, les aspects émotionnels semblent influencer de manière conséquente l'activation des éléments cognitifs, en agissant directement sur les éléments cognitifs ou par le biais des représentations motivationnelles. Pekrun et ses collaborateurs (2002) ont décrit une diversité importante des émotions qui traversent les élèves dans leur scolarité, et en ont étudié les liens avec diverses variables cognitives (dont les stratégies d'apprentissage et les stratégies d'autorégulation cognitive). Il apparaît que les émotions de joie et d'espoir sont positivement corrélées à ces éléments cognitifs, tandis que les émotions de colère, d'ennui et particulièrement d'anxiété le sont négativement. L'anxiété constitue une des variables incontournables au niveau émotionnel.

4. Régulation métacognitive et difficulté d'apprentissages : étude de cas

Les stratégies métacognitives décrites précédemment constituent les moyens d'opérer une régulation métacognitive de son apprentissage ou de la réalisation d'une tâche. Ces stratégies permettent donc d'une part d'acquérir de manière performante de nouvelles connaissances, et d'autre part d'utiliser au mieux les ressources qui sont à notre disposition en vue de réaliser une tâche donnée.

Il apparaît que les enfants en difficulté dans les apprentissages scolaires présentent souvent des déficiences importantes quant aux stratégies d'autorégulation cognitive. Cette faiblesse précipite l'enfant vers des difficultés de plus en plus importantes, pouvant mener rapidement au décrochage.

Les études de cas présentées ici illustrent les déficiences dont font preuve les enfants en difficulté dans les apprentissages mathématiques sur le plan des stratégies d'autorégulation cognitive. Nous rendons compte d'observations menées avec un groupe de quatre enfants en remédiation mathématique, d'une moyenne d'âge de 11 ans.

Durant quelques mois, ces enfants avaient bénéficié d'une intervention visant l'acquisition de compétences de base en arithmétique. Sur base de jeux mathématiques créés, et dans le cadre d'une dynamique socio-constructiviste (similaire à Van Nieuwenhoven, Collet et Focant, 2001), cette intervention visait une compréhension en profondeur du système en base 10, ainsi

X 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.

que l'acquisition de compétences numériques de base, et de compétences liées aux opérations arithmétiques d'addition et de soustraction. Lors des deux séances ici présentées, nous souhaitons aborder des activités complexes nécessitant l'utilisation de ces nouveaux acquis. A cette fin, des situations de résolution de problèmes mathématiques avaient été sélectionnées.

Dans le volet observation de cette intervention, nous souhaitons évaluer les mécanismes de régulation métacognitive spontanée utilisés par les enfants (séance 1), et les capacités relatives aux stratégies métacognitives de représentation de la tâche, de planification, de contrôle et d'ajustement (séance 2). Ces deux aspects peuvent en effet se révéler différents : ce n'est pas parce qu'un individu est capable de telles stratégies qu'il les utilise spontanément en situation. Nous accordions également une attention aux aspects motivationnels et émotionnels manifestés par les enfants durant les deux séances.

A. Première séance

La première séance visait l'évaluation du comportement spontané de régulation métacognitive en situation de résolution de problèmes mathématiques. Nous présentions le problème « Toute voile dehors » (voir figure 1) en début de séance, et demandions aux enfants de le résoudre par dyade, dans un laps de temps de 10 minutes. Nous précisions qu'aucun adulte n'interviendrait durant ce laps de temps. L'association des enfants en dyades avait pour objectif de favoriser l'interaction entre les enfants et donc d'observer plus aisément les procédures et stratégies utilisées.

Dans la première dyade, la première réaction de Julie est de s'écrier : "Oh, c'est une résolution de problèmes. Moi je suis nulle, ça ne sert à rien." ; elle est approuvée par Nancy. Les deux enfants ne marquent aucun traitement de la tâche durant plusieurs minutes et manifestent des stratégies d'évitement : Nancy produit une action stéréotypée de jeu avec un bic et sa feuille, Julie regarde partout autour d'elle. Après plusieurs minutes, les deux filles relisent partiellement le problème, et engagent tout de suite (sans temps réel de réflexion) une procédure de classement basée sur les nombres proposés dans l'énoncé (procédure inadéquate car certains nombres devaient être calculés au préalable). Après avoir appliqué cette procédure, elles n'exécutent aucun contrôle et arrêtent tout traitement de la tâche.

Dans la deuxième dyade, Pierre et David marquent des réactions de découragement (« oh non ! » ; soufflements). Après quelques minutes où ils mettent en œuvre des stratégies

d'évitement (faire du bruit, tenter d'engager une conversation avec nous,...), ils entrent dans un traitement de la tâche. Pierre dit alors très rapidement : "oh, c'est facile, j'ai compris", et s'engage dans un algorithme d'addition de tous les chiffres présents dans l'énoncé (procédure incorrecte), suivi par David. Une fois terminée, l'addition qu'ils ont effectuée est contrôlée par les deux garçons quant à l'exactitude de la réponse au calcul. Pierre dit ensuite : « j'ai la réponse, on s'arrête ». David se repose entièrement sur lui pour déterminer la procédure à appliquer comme pour constater l'arrêt de la résolution. Il n'existe donc pas de contrôle du résultat en terme de pertinence face à la demande. Ensuite, les deux garçons s'engagent à nouveau dans des stratégies d'évitement : Pierre essaie par exemple de distraire les enfants de l'autre dyade. Aucun traitement supplémentaire de la tâche n'a donc lieu.

On observe donc dans les deux dyades une première réaction d'évitement, qui suit leur manifestation du sentiment de ne pas disposer des capacités suffisantes pour parvenir à résoudre le problème (basse perception de compétence). Durant cette période, les quatre enfants n'engagent aucune action visant le traitement de la tâche proposée. Après quelques minutes, les enfants ne font pas d'activités de description et d'analyse du problème de manière approfondie, mais entrent superficiellement et de manière précipitée dans une procédure unique (et erronée). Les enfants de la première dyade ne mettent en œuvre aucune activité de contrôle. Ceux de la deuxième dyade contrôlent le résultat du calcul qu'ils ont effectué, mais pas la pertinence de la procédure appliquée ou des résultats obtenus dans la poursuite de l'objectif. On observe donc de manière frappante la prévalence de l'action sur la réflexion : aucune phase de préparation réelle de l'action et aucune phase d'évaluation de celle-ci.

Après un laps de temps de 10 minutes accordé à leur résolution, nous avons évalué la connaissance des procédures arithmétiques nécessaires à la résolution, auprès de chaque enfant. Ils se sont révélés tous les quatre capables d'appliquer ces procédures. La non-résolution du problème trouve donc sa source dans des difficultés de sélection et d'activation des procédures (généralement réalisées par les stratégies de représentation du problème et de planification), et par l'absence de contrôle des procédures appliquées en fonction de la poursuite d'un objectif.

B. Deuxième séance

Durant la première séance, les quatre enfants n'ont pas mis en œuvre de stratégies métacognitives efficaces. Deux explications pourraient expliquer ce fait. Soit l'enfant ne

dispose pas de capacités relatives à cette stratégie. Soit il n'a pas activé ces stratégies dans la situation de résolution (pour des raisons liées sans doute à une perception de faible compétence). La deuxième séance devait permettre de déterminer laquelle de ces deux alternatives était réelle, et visait donc l'évaluation des capacités de l'enfant concernant chacune des stratégies métacognitives.

Autour du problème « Demandez le programme » (voir figure 2), l'adulte suggère l'emploi de chaque stratégie métacognitive, tout en en laissant la réalisation à chaque dyade. Il conseille dans un premier temps de bien regarder le problème, d'en décrire les données et la demande (représentation de l'objectif et analyse du problème). Il demande dans un deuxième temps de préparer et décrire les actions à faire pour parvenir à cet objectif (planification). Dans un troisième temps, après chaque procédure menée, il propose une auto-évaluation en questionnant l'enfant : « où en sommes-nous par rapport à ce qu'on nous demande ? » (contrôle). Un adulte est présent à la table de chaque dyade. Il donne donc des consignes qui induisent la mise en œuvre de chaque stratégie métacognitive au moment où il est adéquat qu'elle se mette en place (en veillant à ce que ces consignes soient bien comprises par chaque enfant), mais il n'intervient jamais dans le contenu de la réponse de l'enfant à ces questionnements. Nous observons la manière dont chaque dyade met en place la stratégie suscitée par l'adulte.

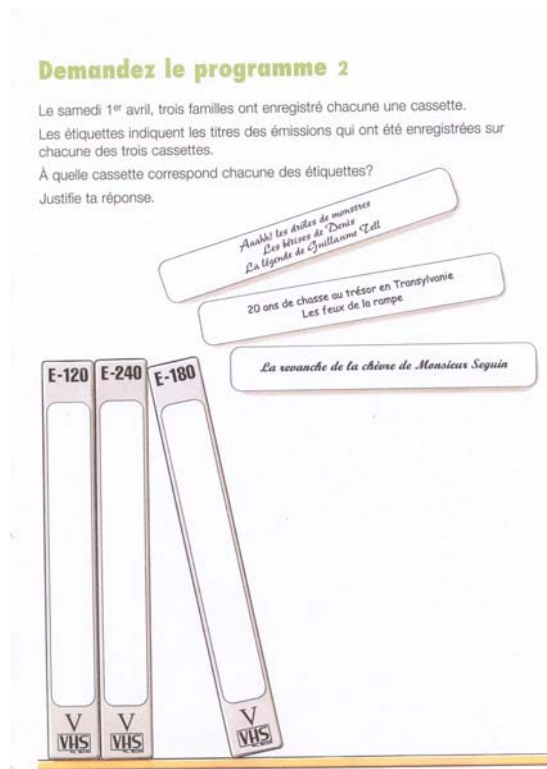


Figure 2 : Problème « Demandez le programme»
(extrait de Danalet & al., 1999, p.133)

Demandez le programme 1

Samedi 1^{er} avril



- 6.30 **Cloche d'avril et queue de poisson**
Magazine réservé aux lève-tôt
- 7.40 **Quel temps fait-il aujourd'hui?**
Bulletin météorologique
- 8.00 **Coupe du monde de pêche à la ligne**
En direct du lac des Saumons
- 11.20 **Les bêtises de Denis**
Premier épisode
- 11.50 **Les cinglés du camping**
Tout sur la vie au grand air
- 13.00 **Un pyjama pour Guillaume Tell**
Emission réalisée par les élèves du Collège des Quatre-Cantons
- 15.30 **20 ans de chasse au trésor en Transylvanie**
Étonnante histoire d'un passionné de contes fantastiques
- 17.00 **Atomes crochus**
La science pour tous
- 19.05 **Le monde des animaux**
Les phoques de Weddell
- 20.10 **Les feux de la rampe**
Film de Charlie Chaplin (1952)
- 22.00 **Les nouvelles aventures de Wippi, le doberman**
Film de F. Lapatte
- 24.00 **La nuit des géants**
Histoires imaginaires



- 7.00 **Les bêtises de Benjamin**
Dessin animé de F. Lopez
- 8.00 **Le pays du seigneur Dragon**
Histoire fantastique (premier épisode)
- 9.30 **Aaahh! les drôles de monstres**
Dessin animé
- 10.00 **Ludiland, le pays des jouets**
Comment jouer seul ou en société
- 12.00 **Les grandes épopées de l'espace**
Histoire des découvertes spatiales
- 14.20 **Le chat Croquemitaine**
Aventures d'un chat turbulent
- 15.30 **La légende de Guillaume Tell**
Dans la série: Contes et légendes
- 16.15 **Le pays du seigneur Dragon**
Histoire fantastique (deuxième épisode)
- 18.55 **Les yeux de l'aventure**
Une visite à travers l'espace
- 19.30 **Bêtes à craquer**
Tout sur le bien-être de votre chien
- 20.30 **La revanche de la chèvre de Monsieur Seguin**
Long métrage
- 23.10 **Au clair de lune avec les lions**
Dans la série: Les animaux du monde

Nancy demande : « C'est un problème ? », mais contrairement à la séance précédente, cette remarque n'amène pas de désengagement profond ou d'évitement de la tâche. Les deux filles restent pourtant sensibles à l'échec : en cas d'erreur perçue, des découragements passagers reprennent le dessus et freinent l'action (Julie dit avec soupir « On s'est trompé ! » et s'affale dans le fond de sa chaise). C'est alors grâce au soutien de l'adulte qu'elles redémarrent dans le traitement de la tâche (rôle de support affectif joué par l'adulte). Parallèlement, Pierre et David démontrent moins de comportements francs d'évitement que lors de la première séance. Sans doute soutenu par le guidage de l'adulte, les quatre enfants peuvent dépasser les moments d'évitement et s'engager dans le traitement de la tâche.

Il est impossible pour Pierre et David d'inhiber l'action au profit d'une réflexion préparant cette action. Les deux garçons semblent avoir le besoin de passer directement à un acte impulsif. La phase d'analyse du problème reste très partielle, alors que l'adulte est revenu successivement et avec vivacité sur les questions « Qu'est-ce qu'on nous demande ? » et « qu'est-ce qu'on sait et qui nous intéresse ? ». Parallèlement, les enfants de cette dyade se sont montrés incapables de planifier sans agir, même sous la demande insistante de l'adulte : ils n'ont jamais réellement pu décrire de plan d'action sans l'engager dans l'immédiat. Les procédures planifiées sont dès lors très intuitives et peu rigoureuses. Par exemple, ils évaluent « à vue de nez » (sans calculer le temps exact de chaque émission) les temps des émissions pour les placer sur les cassettes.

Les deux filles révèlent aussi de grosses lacunes quant à la représentation mentale de l'objectif et du problème. Elles présentent des informations fragmentaires : elles observent les dessins du problème sans lire les consignes, et il faut que l'adulte demande plusieurs fois à quoi il faut arriver et ce qu'on sait pour que les enfants décrivent réellement les données et la demande. La phase de planification est encore l'occasion de récolter certaines données dans l'énoncé. Julie et Nancy parviennent à décrire une, voire deux étapes du plan d'action, ce qui reste une planification très partielle. Contrairement aux garçons, elles parviennent cependant à réfléchir leur action avant d'agir.

Les quatre enfants éprouvent de grosses difficultés à réaliser un contrôle efficace de la poursuite de l'objectif. Généralement, les enfants sont résistants à envisager que la ou les procédures qu'ils ont mise(s) en œuvre puissent ne pas correspondre à la solution du problème (une fois la procédure terminée, ils estiment avoir terminé le problème). Sous l'insistance de l'adulte pour

réaliser un contrôle approfondi et systématique, les quatre enfants ne s'avèrent capables que d'un contrôle superficiel.

Le contrôle des résultats des opérations arithmétiques est par contre mené assez facilement par les quatre enfants lorsque l'adulte le demande. Ils s'engagent facilement dans ce contrôle, et le réalisent assez efficacement.

On remarque donc moins de comportements d'évitement que lors de la séance précédente. Si ceux-ci ne disparaissent pas, on n'observe cependant plus de paralysie de l'action comme cela avait été le cas lors de la première séance. Le support de l'adulte diminue sans doute une impression de « vide » et « d'insurmontabilité » qui paralysait l'action dans la résolution autonome de la première séance. Ce support est à la fois affectif (action sur l'émotionnel) et cognitif (guidage stratégique). Les quatre enfants restent cependant fragiles, et sont vite découragés en cas de problème ou de difficulté dans la résolution. Au niveau de la régulation métacognitive, l'adulte déterminant l'emploi des stratégies d'autorégulation cognitive, nous avons pu évaluer la mise en œuvre de chacune de ces stratégies par les quatre enfants. Il apparaît clairement que les stratégies de représentation ou d'analyse de la tâche, et de planification posent des problèmes majeurs : déterminer l'objectif de la tâche, décrire efficacement les données et déterminer un plan d'action. Les quatre enfants sont généralement capables seulement d'une vision fragmentaire et intuitive des données, et ont beaucoup de difficultés à analyser complètement le problème, même suite aux demandes des adultes. Les procédures de planification sont intuitives et peu performantes ou inexistantes. Les deux garçons ne semblent pas capables d'inhiber l'action pour pouvoir prendre le temps de la réflexion, que ce soit avant la tâche ou après la tâche. Les procédures de contrôle de la poursuite de l'objectif (que ce soit avant ou après son application) semblent difficiles chez les quatre enfants.

Si, durant la première séance, les enfants avaient démontré une incapacité à mettre en œuvre des stratégies métacognitives de manière autonome, il apparaît ici que, même avec l'appui de l'adulte, et avec des demandes précises et explicites de ceux-ci, ces enfants sont incapables de mettre en place de telle stratégie.

5. Conclusion

Les enfants en difficulté dans les apprentissages scolaires rencontrés démontrent une grande faiblesse dans les compétences liées à la régulation métacognitive. Les stratégies d'autorégulation cognitive ne sont pas mises en œuvre spontanément dans la réalisation de tâche

complexe par ces enfants. De plus, ces élèves se révèlent incapables d'utiliser chacune de ces stratégies de manière isolée à la demande directe et insistante de l'adulte.

Les deux stratégies de préparation de l'action sont particulièrement déficitaires : l'analyse du problème reste superficielle, et la planification très partielle. Une prévalence de l'agir sur le réflexif empêche ces enfants de réaliser un travail approfondi d'analyse et de préparation de l'action. Les procédures sont alors sélectionnées intuitivement, et se révèlent souvent inadéquates. Le contrôle visant l'évaluation en référence à la demande rencontre une grande résistance de la part de ces enfants. Seul le contrôle de l'exactitude du cours de la procédure semble être mené adéquatement.

Ces déficits liés aux stratégies métacognitives entravent fortement les parcours scolaires de ces élèves. La réalisation de tâches est ainsi obstruée par une incapacité de gestion de son propre stock de connaissances. Ces déficits, surajoutés aux lacunes des connaissances disciplinaires, précipitent l'enfant vers des difficultés majeures.

De plus, le sentiment de basse compétence, l'anxiété ou le découragement sont des éléments motivationnels et émotionnels que rapportent souvent les enfants en difficulté dans les apprentissages scolaires. Ces éléments déterminent un terrain défavorable supplémentaire à l'engagement cognitif de ce type d'enfants, et provoquent parfois la paralysie de toute action visant le traitement de la tâche.

Les interventions menées dans la perspective d'aider les enfants présentant de telles difficultés dans les apprentissages scolaires doivent donc selon nous prendre en compte ces éléments. Non seulement elles doivent agir sur les connaissances disciplinaires dans le domaine où l'enfant est en difficulté, mais elles doivent également viser l'acquisition de stratégies cognitives (afin de générer des apprentissages ultérieurs plus solides) et de stratégies métacognitives (afin d'aider l'enfant à utiliser de manière performante les connaissances à sa disposition). De plus, une action sur les représentations motivationnelles et sur les capacités de gestion des états émotionnels doit être menée pour que l'enfant puisse de manière effective engager toutes ces ressources cognitives dans la réalisation d'une tâche ou d'un apprentissage.

Références bibliographiques

BAFFREY-DUMONT V. (1999). *Pensée postformelle et jugement réflexif chez le jeune adulte*, Louvain-la-Neuve, UCL (thèse de doctorat non publiée).

- BOEKAERTS M. (1996). Self-Regulated Learning at the jonction of Cognition and Motivation, *European Psychologist*, vol. 1, n° 2, 100-112.
- CARVER C.S. & SCHEIER M.F. (2000). On the structure of behavioral self-regulation, in BOEKAERTS M., PINTRICH P.R. & ZEIDNER M. (eds.), *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, San Diego, Academic Press, 42-85.
- DANALET C., DUMAS J.P., STUDER C. & VILLARS-KNEUBULHER F. (1999). *Mathématiques : Quatrième primaire. Livre du maître*, Neuchâtel (Suisse), Commission romande des moyens d'enseignement (COROME).
- FLAVELL J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving, in RENICK L.B. (ed.), *The nature of intelligence*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum.
- GAGNE E.D. (1985). *The cognitive psychology of school learning*, Boston, Little, Brown and Company.
- PEKRUN R., GOETZ T., TITZ W. & PERRY R.P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: a program of qualitative and quantitative research, *Educational Psychologist*, vol. 37, n° 2, 91-105.
- PINTRICH P.R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, vol. 31, 459-470.
- PINTRICH P.R. & SCHRAUBEN B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks, in SCHUNK D.H. & MEECE J.L. (eds.), *Student Perceptions in the Classroom*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 149-183.
- PINTRICH P.R. & SCHUNK D.H. (1996). *Motivation in education: theory, research, and applications*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- POIRIER-PROULX L. (1999). *La résolution de problèmes en enseignement : cadre référentiel et outils de formation*, Paris, De Boeck.
- ROMAINVILLE M. (1993). *Savoir parler de ses méthodes : métacognition et performance à l'université*, Bruxelles, De Boeck Université.
- TARDIF J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Logiques.

VAN NIEUWENHOVEN C., COLLET M. & FOCANT J. (2001). J'ai pas la cote avec les maths ... je progresse en groupe par le jeu, Conférence dans le cadre du colloque de *l'Association Canadienne Francophone pour l'Avancement des Sciences*, Sherbrooke (Québec).

WEINSTEIN C.E. & HUME L.M. (2001). *Stratégies pour un apprentissage durable*, Bruxelles, DeBoeck.

ZIMMERMAN, B.J. (2000). Attaining Self-Regulation: A social cognitive perspective, in BOEKAERTS M., PINTRICH P.R. & ZEIDNER M. (eds.), *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, San Diego, Academic Press, 13-41.

Annexe 2 : Extrait de l'épreuve standardisée de performance en résolution de problèmes arithmétiques

Date :

Nom :

Ecole :

Un marchand va acheter des tomates chez deux fermiers. Chez le premier fermier, il achète 9 caisses de 43 tomates. Chez le deuxième fermier, il achète 42 kilos de tomates. Le marchand veut savoir combien de tomates il a acheté. Il sait que dans un kilo, il y a en moyenne 6 tomates. Combien a-t-il acheté de tomates ?

Etapas de résolution et calculs (dans l'ordre) :

Réponse :

En début d'année, la bibliothèque d'une école disposait de 123 livres. La directrice de l'école a décidé cette année d'acheter des nouveaux livres. Pour gagner l'argent nécessaire, l'école a organisé un spectacle. 57 personnes y sont venues et ont payé 9 € chacune. A la pause, des boissons ont été vendues pour un total de 148 €. Il faut cependant retirer 41 € à l'argent récolté pour payer les frais d'organisation. Avec l'argent gagné, la directrice de l'école a acheté le plus de livres possible. Chaque livre acheté coûte 10 €. Combien de livres la bibliothèque possède-t-elle après ces achats ?

Etapes de résolution et calculs (dans l'ordre) :

Réponse :

Annexe 3 : Extrait des épreuves liées aux connaissances disciplinaires

Date :

Nom :

Ecole :

Fais des calculs écrits pour trouver la réponse !

1) $18 \times 9 =$

2) $49 \times 7 =$

3) $294 - 136 =$

4) $513 + 148 =$

5) $637 - 343 =$

A toi de résoudre ces petits problèmes!

Problème 1 : J'ai roulé 6 km avec une camionnette. Chaque km m'a coûté 2€. Combien ce trajet m'a-t-il coûté ?

$$\dots\dots \dots = \dots\dots$$

Problème 2 : Il y a déjà 5 caisses dans le coffre de ma voiture. Je charge encore 3 caisses. Combien de caisses y a-t-il en tout dans le coffre de ma voiture ?

$$\dots\dots \dots = \dots\dots$$

Problème 3 : J'ai acheté 3 kilos de pamplemousses. Dans un kilo, il y a en moyenne 3 pamplemousses. Combien de pamplemousses ai-je acheté ?

$$\dots\dots \dots = \dots\dots$$

Problème 4 : Je sais porter 8 kilos sur mon vélo. J'ai déjà chargé 2 kilos de pommes. Combien de kilos de pommes puis-je encore mettre sur mon vélo ?

$$\dots\dots \dots = \dots\dots$$

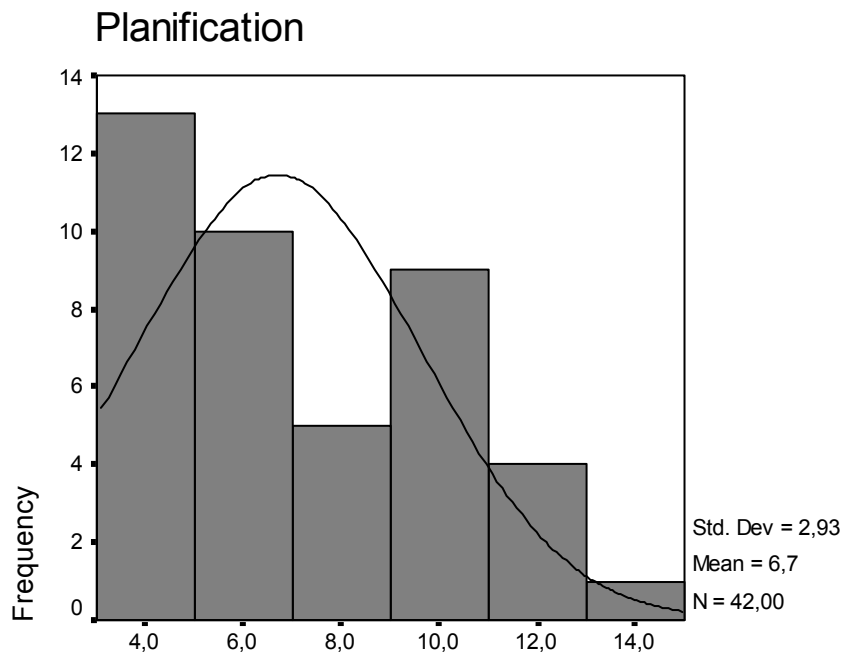
Problème 5 : J'ai acheté 3 paquets de 4 oranges. Combien ai-je acheté d'oranges en tout ?

$$\dots\dots \dots = \dots\dots$$

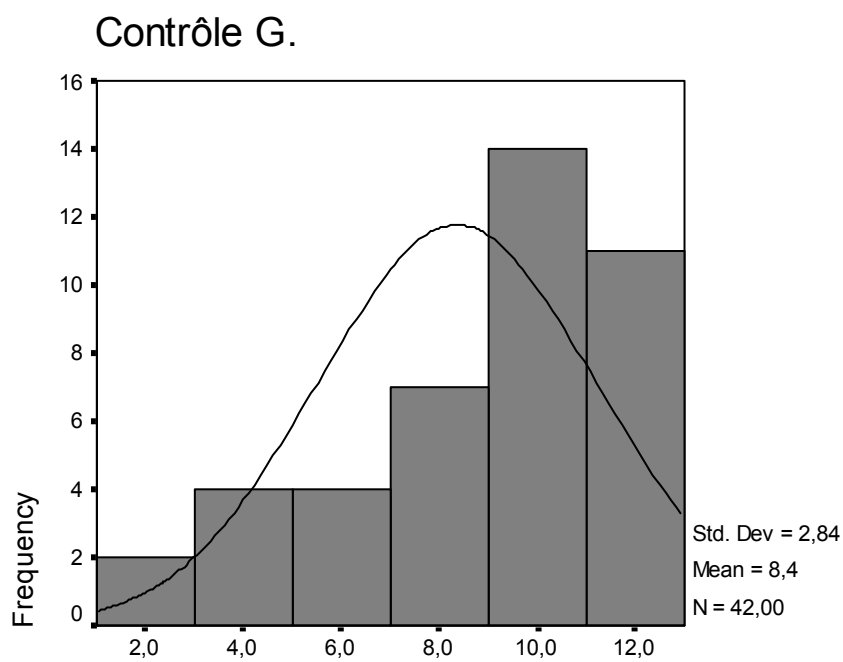
Problème 6 : J'ai loué une camionnette hier. J'ai payé 4€ d'essence et 3€ pour la location. Combien ai-je payé en tout ?

$$\dots\dots \dots = \dots\dots$$

Annexe 4 : Histogramme et tableau de fréquence de chaque stratégie et sous-stratégie (étude 2)

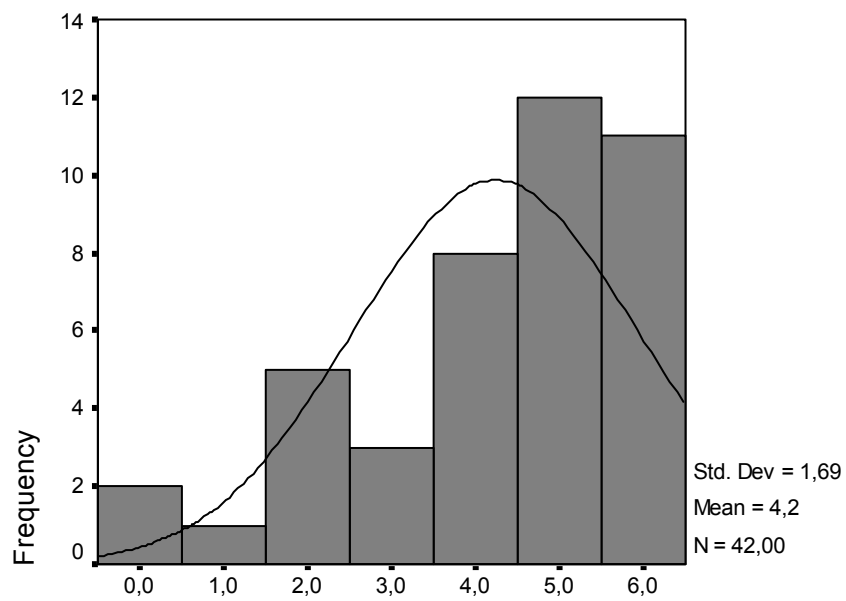


Planification



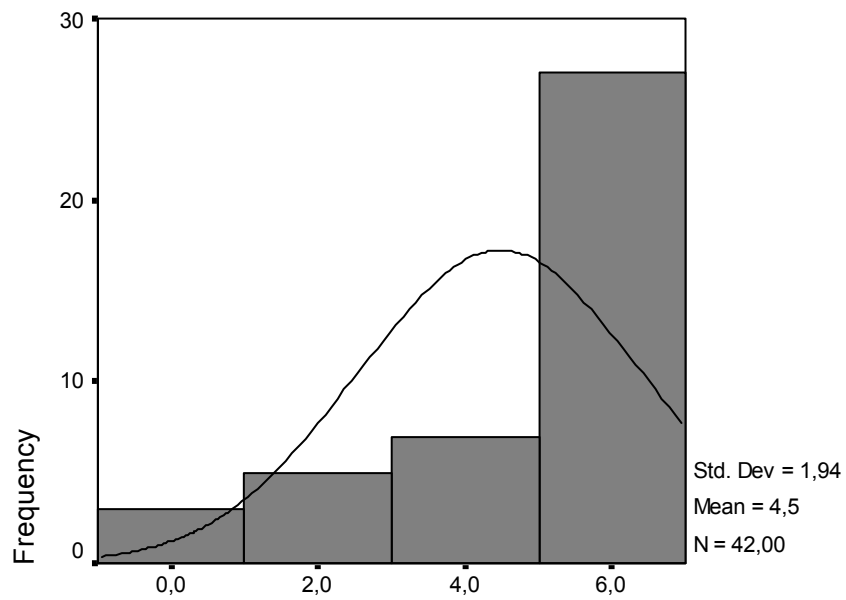
Contrôle G.

Contrôle OP



Contrôle OP

Contrôle CA



Contrôle CA

Planification

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	6	14,3	14,3	14,3
	4	7	16,7	16,7	31,0
	5	6	14,3	14,3	45,2
	6	4	9,5	9,5	54,8
	7	2	4,8	4,8	59,5
	8	3	7,1	7,1	66,7
	9	5	11,9	11,9	78,6
	10	4	9,5	9,5	88,1
	11	3	7,1	7,1	95,2
	12	1	2,4	2,4	97,6
	13	1	2,4	2,4	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Contrôle G.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	1	2,4	2,4	2,4
	2	1	2,4	2,4	4,8
	3	2	4,8	4,8	9,5
	4	2	4,8	4,8	14,3
	6	4	9,5	9,5	23,8
	7	3	7,1	7,1	31,0
	8	4	9,5	9,5	40,5
	9	6	14,3	14,3	54,8
	10	8	19,0	19,0	73,8
	11	9	21,4	21,4	95,2
	réussite totale	2	4,8	4,8	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Contrôle OP

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	échec total	2	4,8	4,8	4,8
	1	1	2,4	2,4	7,1
	2	5	11,9	11,9	19,0
	3	3	7,1	7,1	26,2
	4	8	19,0	19,0	45,2
	5	12	28,6	28,6	73,8
	réussite totale	11	26,2	26,2	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Contrôle CA

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	échec total	3	7,1	7,1	7,1
	1	3	7,1	7,1	14,3
	2	2	4,8	4,8	19,0
	4	7	16,7	16,7	35,7
	5	9	21,4	21,4	57,1
	réussite totale	18	42,9	42,9	100,0
	Total	42	100,0	100,0	