Université de Montréal

Étude de l'impact d'une approche didactique invitant des élèves en difficulté d'apprentissage à jouer le rôle d'enseignant lors d'activités de mise en équation algébrique

par

Annie Fiola

Département de didactique

Faculté des sciences de l'éducation

Mémoire présenté à la faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maître es arts (M.A.)
en didactique des mathématiques

Juillet 2005

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Étude de l'impact d'une approche didactique invitant des élèves en difficulté d'apprentissage à jouer le rôle d'enseignant lors d'activités de mise en équation algébrique

présenté par

Annie Fiola

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Gisèle Lemoyne
présidente du jury

Sophie René de Cotret
directrice de recherche

Philippe R. Richard
membre du jury

Résumé

Les élèves présentant des difficultés d'apprentissage ont la réputation d'être peu persévérants, d'abandonner rapidement la tâche et de faire appel promptement à l'enseignant. Bien que ces descriptions puissent être justes, elles n'informent en rien sur les conditions qui engendrent de tels comportements. Plusieurs études montrent que les enseignants qui travaillent auprès de ce type de clientèle optent parfois pour une algorithmisation des objets de savoir afin d'éviter à l'élève d'errer. Ils cherchent, en lui enseignant les outils nécessaires et suffisants, à guider l'élève faible vers la bonne solution afin prévenir un nouvel échec. Même justifiées par de belles intentions, ces interventions peuvent aussi contribuer à enlever tout défi à l'élève et diminuer son désir de s'investir dans la tâche.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressée à l'impact d'une approche didactique invitant des élèves de deuxième secondaire en difficulté d'apprentissage à jouer momentanément le rôle d'enseignant lors d'activités de révision de la mise en équation algébrique. Les élèves devaient créer des problèmes par l'entremise de l'environnement informatisé *Bouchons les trous.* Celui-ci propose des libellés de problèmes accompagnés des équations algébriques permettant de les résoudre dans lesquels des trous sont insérés, soit dans le problème, soit dans l'équation. La tâche consiste à combler les trous. Dans notre expérimentation, toutefois, les élèves avaient pour tâche de créer trois items comportant des degrés de complexité différents. Selon nos résultats, le changement de rôle proposé pourrait s'avérer une bonne façon de réaliser la dévolution chez l'élève.

Liste de mots clés

Difficultés d'apprentissage, environnement informatisé, algèbre, contrat didactique, dévolution

ABSTRACT

Students with learning disabilities have a reputation of not being very persevering. They quickly give up on their assignment and rapidly turn to the teacher for help. While true, this really does not give any information as to what generates such behaviors. Many studies show that teachers working with this clientele refer to algorithms as to reduce the student's wandering. In doing so, they offer necessary tools to guide him or her towards the correct answer. This strategy therefore avoids another failure. It is argued that this approach contributes to removal of any type of challenge and results in the student becoming much less involved in the requested task.

In that context, we studied the impact of a didactic approach inviting grade eight students with learning disabilities to become, for a short time, teachers during algebraic translation activities. Students had to create problems by using the computerized environment *Bouchons les trous.* This environment supplies problem statements with its associated algebraic equation. A blank is either inserted in the problem or in the equation. The task consists of filling the blanks. In our experimentation, however, students had to create three *Bouchons les trous* problems with different degree of complexity. Our results are showing that this role-playing should be useful to realize student's devolution.

KEYWORDS LIST

Learning disabilities, computerized environment, algebra, didactic contract, devolution

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

REMERCIEMENTS

L'auteure souhaite remercier Sophie René de Cotret, directrice de ce mémoire, pour sa disponibilité remarquable, ses précieux conseils et son support tout au long de ce projet de recherche. À chacune des rencontres, Mme René de Cotret rayonnait de bonne humeur et menait l'avancement du travail avec une efficacité étonnante. Il fut particulièrement agréable de travailler sous sa direction.

L'auteure désire également remercier l'enseignante de l'école secondaire Des Sources qui a gentiment accepté de faire participer son groupe d'élèves à l'expérimentation. Sa disponibilité et son implication ont été grandement appréciées.

INTRODUCTION

Nos premières années d'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire ainsi que le partage d'expériences avec des gens oeuvrant dans le milieu depuis longtemps ont soulevé dans notre esprit un nombre important de questions concernant les élèves en difficulté d'apprentissage. De ces questionnements, l'envie de trouver des réponses a découlé et nous a menée à nous impliquer dans ce projet de recherche.

Les enseignants qui travaillent avec les élèves du secondaire présentant des difficultés d'apprentissage doivent ajuster leur enseignement en fonction des besoins de ceux-ci. Ils doivent souvent tenir compte du manque d'intérêt, de la faible motivation et de l'insécurité qui caractérisent cette clientèle ayant vécu des échecs à répétition. Actuellement, ces enseignants ne disposent que d'un nombre limité d'instruments d'enseignement et les expériences didactiques sur lesquelles ils pourraient s'appuyer sont rares. C'est précisément sur ce terrain peu exploité que nous nous sommes aventurée dans le cadre de ce projet.

Dans ce travail de recherche, nous avons construit et mis à l'épreuve une activité d'enseignement de l'algèbre élémentaire. L'enseignement visé concerne la mise en équation algébrique. Cet objet est source de difficultés importantes : difficultés d'enseignement et d'apprentissage. L'expérimentation a été réalisée auprès d'un groupe restreint d'élèves de deuxième secondaire au cours de la révision de fin d'année.

Nous présentons tout d'abord, en guise de complément à cette introduction, un schéma global (figure 1, p.5) de notre projet de recherche permettant de se faire une idée du processus que nous avons mis en oeuvre.

Dans le premier chapitre, nous élaborons la problématique et le cadre conceptuel de notre recherche. La première des trois parties de ce chapitre porte sur les élèves en difficulté d'apprentissage. Nous nous attardons, dans un premier temps, à bien définir ces termes ainsi que les modes d'organisation scolaire dans lesquels ces élèves évoluent pour la plupart. Puis, dans un deuxième temps, nous décrivons, en nous référant à diverses études, des conduites caractéristiques des élèves éprouvant des difficultés d'apprentissage. Nous tentons par la suite de faire un lien entre les habitudes scolaires de ces élèves et le contrat didactique défini par Brousseau (1984).

La deuxième partie du premier chapitre est consacrée à l'enseignement du début de l'algèbre élémentaire. Nous documentons d'abord les erreurs entraînées par la transition arithmétique-algèbre. Puis, nous nous efforçons de mettre en évidence les difficultés d'enseignement et d'apprentissage reliées plus spécifiquement à la mise en équation algébrique d'un énoncé. Nous enchaînons avec la classification de la complexité des problèmes élaborée par Bednarz et Janvier (1994) à laquelle nous référons à plus d'une reprise au cours de notre étude. Enfin, nous abordons le concept de dévolution en le rattachant à l'enseignement de l'algèbre.

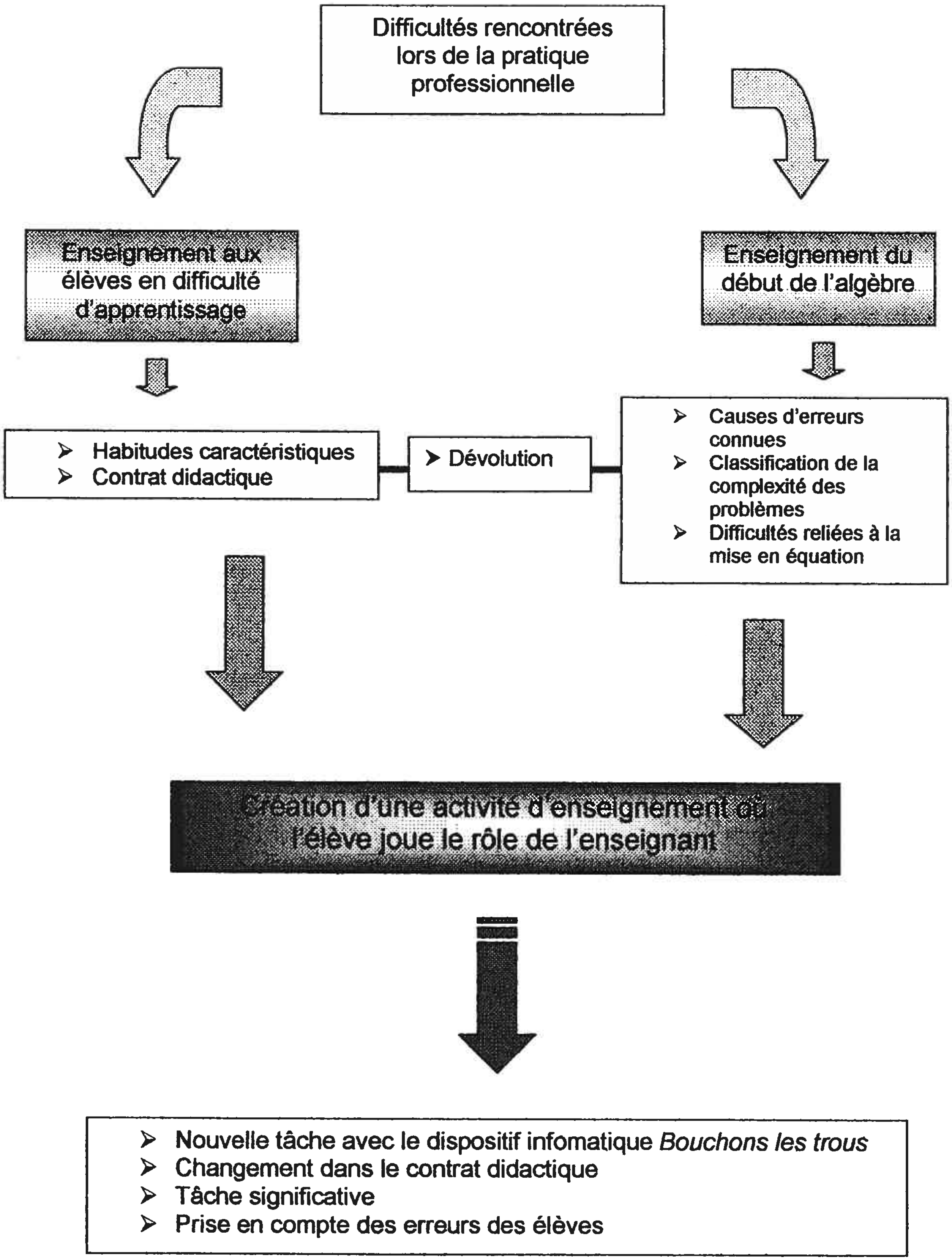
Dans la troisième et dernière partie, nous faisons, premièrement, un retour sur le cadre conceptuel en y dégageant les éléments que nous retenons pour notre étude. Deuxièmement, nous définissons clairement les objectifs visés par le présent travail. Nous nous attardons, enfin, à bien cibler les questions de recherche auxquelles nous tenterons de répondre au terme de notre processus expérimental.

Dans le second chapitre, nous abordons l'ensemble des éléments se rattachant à l'aspect méthodologique de la recherche. Nous débutons par la description des sujets choisis pour l'expérimentation. Nous poursuivons en décrivant conjointement notre activité d'enseignement et la façon dont s'est déroulée sa mise à l'essai ainsi que la stratégie de cueillette des données prévue à chaque étape. Puis, nous terminons en présentant les éléments auxquels nous nous sommes intéressée lors de l'analyse a priori.

Le troisième chapitre est consacré au traitement et à l'analyse des résultats. Nous classons, dans un premier temps, les données recueillies en fonction de leur lien avec nos six sous-questions de recherche puis nous traitons successivement chacune d'entre elles en dégageant des éléments de réponses.

Enfin, nous concluons en rappelant d'abord brièvement et de manière générale notre processus expérimental ainsi que les résultats auxquels il nous a menée. Puis, nous nous penchons sur les limites et les perspectives de notre travail.

Figure 1 : Schéma global du projet de recherche



CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE ET CADRE CONCEPTUEL

C'est après avoir enseigné quelques mois à des élèves du secteur régulier que nous avons eu l'occasion de nous initier au titulariat d'un groupe d'élèves en adaptation scolaire pour une année complète. Le choc fut grand! Les élèves ne démontraient pas une grande confiance en eux ; ils ne semblaient pas se souvenir du contenu vu l'année précédente même s'ils étaient pour la plupart doubleurs; ils clamaient haut et fort très rapidement qu'ils ne comprenaient rien! D'une manière générale, ils nous ont paru peu autonomes et ils réclamaient souvent notre aide.

Ces observations nous ont amenée à nous interroger, d'une part, sur ce qui pouvait causer de telles conduites et, d'autre part, sur les moyens de les contrer.

Notre étonnement n'a fait qu'augmenter quand le simple fait d'annoncer l'enseignement de la résolution de problèmes algébriques à venir a provoqué, chez les élèves, un élan de panique. Il semblait s'agir d'un sujet qui avait été particulièrement problématique pour eux. Cette crainte avait également été perçue chez des élèves du régulier qui, de leur côté, n'avaient pourtant jamais reçu d'enseignement de l'algèbre. Ils la craignaient, somme toute, par anticipation!

C'est de ces diverses constatations qu'a émergé le goût de pousser davantage notre questionnement à propos de l'enseignement de l'algèbre à des élèves en difficulté d'apprentissage.

Le présent projet de recherche s'inscrit dans le champ d'étude de la didactique des mathématiques auprès d'élèves présentant des difficultés d'apprentissage. L'étude concerne plus précisément la révision de la mise en équation algébrique. Selon l'organisation scolaire, cet enseignement se situe à la suite de l'ensemble de l'enseignement des notions d'algèbre de deuxième secondaire lors de la révision de fin d'année. Un groupe d'élèves de 2ième secondaire suivant un cheminement particulier de formation a été sélectionné pour participer à cette étude.

Dans la première et la seconde parties de ce chapitre, nous exposons, respectivement, les problématiques reliées aux élèves en difficulté d'apprentissage et à l'enseignement du début de l'algèbre. Puis, dans la troisième partie, nous spécifions les objectifs que nous sommes désireuse d'atteindre et nous précisons les questions de recherche qui sont l'objet du présent travail.

1.1 À PROPOS DES ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ D'APPRENTISSAGE

Notre recherche met en cause une clientèle d'élèves présentant des difficultés d'apprentissage. Il nous apparaît donc essentiel, dans un premier temps, de définir l'expression « difficultés d'apprentissage ». Dans un deuxième temps, nous nous attardons aux habitudes caractéristiques que présentent les élèves auxquels on attribue cette étiquette. Puis, dans un troisième temps, nous tentons d'expliquer ces comportements en nous référant au contrat didactique élaboré par Brousseau (1984).

1.1.1 Difficultés d'apprentissage : définitions

Bien que des chercheurs (Ginsburg, 1997; Fleischner, 1994; Farnham-Diggory, 1979) aient documenté le sujet des difficultés d'apprentissage spécifiquement en mathématiques, nous croyons tout de même opportun d'aborder les difficultés d'apprentissage de manière plus générale étant donné que les élèves à qui nous nous adressons ne présentent pas uniquement des difficultés en mathématiques. Nous aurons donc simplement recours à des définitions des termes difficultés d'apprentissage.

Les publications du ministère de l'Éducation accompagnant l'arrivée, en l'an 2000, de la réforme de l'éducation, proposent une définition des élèves en difficulté d'apprentissage différente de celle qui était parue en 1988 dans le document ayant pour titre *L'organisation des activités éducatives au préscolaire, au primaire et au secondaire.*

Il nous semble pertinent de connaître les définitions utilisées antérieurement de même que de saisir les nuances apportées plus récemment dans le document *Élèves handicapés ou élèves en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDAA), Définitions* (Gouvernement du Québec, 2000a).

- Période 1988 à 2000

Au cours des années 1988 à 2000, le ministère de l'Éducation du Québec a défini la notion d'élèves en difficulté d'apprentissage à partir des caractéristiques suivantes :

- absence de déficience durable et importante aux plans intellectuel, physique ou sensoriel;
- présence de difficultés au plan des apprentissages scolaires ou préscolaires (Gouvernement du Québec, 1988).

Les élèves nécessitant des services éducatifs particuliers en raison de difficultés d'apprentissage sont classés dans deux sous-catégories : les difficultés légères d'apprentissage et les difficultés graves d'apprentissage.

La définition d'élèves présentant des difficultés légères d'apprentissage (ou retard scolaire mineur) donnée par le Ministère est la suivante :

> « L'élève ayant des difficultés légères d'apprentissage est celui dont l'évaluation pédagogique de type sommatif, fondée sur les programmes d'études en langue d'enseignement ou en mathématique, révèle un retard significatif en regard des attentes à son endroit, compte tenu de ses capacités et du cadre de référence que constitue la majorité des élèves du même âge à la commission scolaire. Un retard de plus d'un an dans l'une ou l'autre de ces matières peut être jugé significatif au primaire. Au secondaire, un retard de plus d'un an dans les deux matières peut être jugé significatif. » (Gouvernement du Québec, 1988, p. 73).

La deuxième sous-catégorie est celle concernant les difficultés graves d'apprentissage (ou retard scolaire important). Un élève présentant des difficultés graves d'apprentissage est un élève ayant un retard de deux ans ou plus en mathématique ou dans la langue d'enseignement et qui, de plus, manifeste des retards de développement particulièrement en ce qui concerne les habiletés de communication et dont les troubles révélés sont suffisamment sévères pour provoquer un retard scolaire en l'absence d'intervention adaptée (Gouvernement du Québec, 1988).

Du point de vue de DeBlois et Giroux (1998), ces définitions mettent le poids des difficultés d'apprentissage entièrement du côté de l'élève. Ce sont, en effet, uniquement les facteurs propres à l'élève qui sont considérés pour mettre en perspective la provenance des difficultés. On laisse pour compte l'ensemble des causes qui pourraient prendre source dans le système didactique, dans les interactions entre les élèves, l'enseignant et le savoir.

- Période débutant en l'an 2000

À partir de l'an 2000, l'appellation « élèves à risque » est utilisée pour parler des élèves que l'on désignait autrefois en difficulté ou en trouble d'apprentissage. Les « élèves à risque » nécessitent un appui particulier parce que leurs difficultés peuvent entraîner un échec. On retrouve, dans le document du ministère de l'Éducation du Québec (Gouvernement du Québec, 2000a), une liste de caractéristiques parmi lesquelles une ou plusieurs peuvent être présentes chez « les élèves à risque ». Il peut s'agir de retards d'apprentissage, de difficultés ou de troubles d'apprentissage, d'une déficience intellectuelle légère, de difficultés non scolaires (grossesse, anorexie, dépression, toxicomanie, etc.), de problèmes émotifs ou d'absences non motivées fréquentes. L'élève à risque peut également être impliqué dans plusieurs incidents touchant la discipline (suspensions, retenues, etc.) ou avoir des troubles de comportement.

Ce nouveau modèle de définition privilégie les interventions préventives suite à la reconnaissance d'un besoin chez l'élève. C'est le cheminement de ce dernier, par rapport aux buts que se fixe l'école quant à ses apprentissages, sa socialisation et sa qualification, qui détermine la nécessité d'une intervention préventive ou adaptée. Par les services offerts à l'élève, on cherche à rendre possible une réussite éducative qui semble incertaine. Les définitions antérieures impliquaient une catégorisation des élèves dits « en difficulté » et la cueillette laborieuse de l'information exigée pour l'identification administrative s'avérait, selon le Ministère, peu utile pour offrir les services adaptés aux besoins des élèves. La conception des services éducatifs actuels proposés aux « élèves à risque » s'appuie, par conséquent, davantage sur une liste de caractéristiques pouvant être présentes que sur des définitions détaillées ayant pour but de faire des catégories spécifiques qui, trop souvent, par leur cadre restrictif, laissaient peu de place à l'intervention préventive.

1.1.2 Définitions des cheminements particuliers de formation

Le ministère de l'Éducation du Québec prévoit des modes d'organisation scolaires destinés aux élèves du secondaire qui présentent un retard scolaire de plus d'un an en langue maternelle et en mathématique, et ce, en raison de difficultés d'apprentissage ou d'adaptation; il s'agit des cheminements particuliers de formation. Comme nous l'avons vu plus tôt, dans le système scolaire québécois, on définit le retard scolaire comme étant la mesure de l'écart entre les performances attendues et les performances réelles d'un élève. Les performances réelles correspondent grosso modo aux résultats scolaires de l'élève. La mesure des performances attendues prend en compte les capacités cognitives de l'élève (quotient intellectuel) et le niveau scolaire d'appartenance de la majorité des élèves du même âge.

Dans sa brochure intitulée *Les cheminements particuliers de formation* (1988), le Ministère établit une distinction claire entre deux types de cheminement particulier de formation s'adressant aux élèves en difficulté, soit celui de type temporaire (CPFT) et celui de type continu (CPFC).

1.1.2.1 Le cheminement particulier de formation de type temporaire (CPFT)

Le cheminement de formation de type temporaire propose une approche pédagogique différente de celle présentée dans les classes ordinaires. L'étalement des matières est favorisé, c'est-à-dire que certaines disciplines sont retirées de la grille horaire au profit d'un plus grand nombre de périodes consacrées aux matières de base. Il semble donc que les mesures mises en place visent à ralentir le rythme, et ce, sans nécessairement modifier les activités.

Les élèves des groupes de CPFT ont les caractéristiques communes suivantes :

- ils accusent de une à deux années de retard en langue maternelle et en mathématique;
- ils sont au premier cycle du secondaire (12 à 16 ans);
- ils bénéficient d'un enseignement visant le rattrapage dans les matières de base afin de rendre possible, à court terme, la réinsertion à la classe régulière.

Ce mode d'organisation cherche à prendre en compte les besoins de l'élève en adaptant le rythme d'enseignement. Cette mesure se veut transitoire et a pour but l'obtention du D.E.S (Diplôme d'études secondaires), du C.E.P (Certificat d'études professionnelles) ou du D.E.P (Diplôme d'études professionnelles).

Si un élève, en raison d'un retard scolaire majeur, ne peut être admis dans un cheminement de formation de type temporaire, il sera alors dirigé vers un cheminement de formation de type continu.

1.1.2.2 Le cheminement particulier de formation de type continu (CPFC)

Le cheminement de formation de type continu s'adresse à l'élève qui présente des retards scolaires trop importants pour qu'il lui soit possible de réintégrer la classe régulière. Il s'agit, entre autres, d'un élève ayant été incapable de rattraper suffisamment son retard lors de son passage en CPFT.

Au premier cycle du secondaire, ce mode d'organisation vise l'atteinte des objectifs de formation générale figurant au programme prévu pour l'ensemble des élèves. L'enseignement est adapté aux besoins des élèves et, là aussi, un étalement des matières est mis en place.

La distinction majeure existant entre le CPFT et le CPFC apparaît au deuxième cycle du secondaire. À cette étape, alors que les élèves du CPFT regagnent les rangs des classes ordinaires, les élèves qui empruntent le CPFC sont orientés vers le cheminement de formation en vue de l'insertion sociale et professionnelle. Un tel cheminement s'échelonne sur deux ou trois ans. Les programmes d'études de ce type d'organisation scolaire prévoient une formation permettant à l'élève de s'initier au monde du travail et d'augmenter ses chances d'obtenir un emploi. Les exigences de ces programmes sont moindres que celles indiquées par les programmes de formation professionnelles menant à un C.E.P ou un D.E P.

1.1.3 Habitudes caractéristiques des élèves en difficulté d'apprentissage

La création de cheminements particuliers de formation est l'une des mesures adoptées par le ministère de l'Éducation visant à offrir des services de plus en plus personnalisés aux élèves éprouvant des difficultés. La constitution de groupes homogènes d'élèves en difficulté d'apprentissage a été pensée dans le but d'offrir à ces derniers des services répondant davantage à leurs besoins en s'ajustant à leur rythme. C'est le rythme qui semble donc être considéré comme le problème. Nous proposons toutefois, à l'instar notamment de Giroux et René de Cotret (2001), qu'il pourrait aussi s'agir du type d'activités proposées. Nous y reviendrons ultérieurement.

Des expériences effectuées en classes d'adaptation mettent en évidence certaines habitudes caractéristiques aux élèves en difficulté d'apprentissage vis-à-vis des exigences scolaires et montrent de quelle manière ces élèves entretiennent des rapports singuliers aux savoirs enseignés (Brousseau, 1984, 1980; Lemoyne, 1989; Houdebine et Julo, 1988; Perrin-Glorian, 1993). Ces élèves ont souvent recours à diverses alternatives occasionnant des pauses didactiques. Par exemple, devant un problème de mathématique qu'ils ne savent pas résoudre immédiatement, plusieurs élèves adoptent l'une ou l'autre des conduites suivantes : abandon du problème, passivité, réponse rapide résultant d'une précipitation dans des calculs, appels à l'aide fréquents, indiscipline, etc. Les rapports aux savoirs enseignés semblent aussi une manifestation des doutes que ces élèves entretiennent sur leur capacité d'apprendre, de réussir. Selon Archambault et Chouinard (1996), un élève dont les perceptions concernant sa capacité à apprendre sont négatives aura tendance à moins s'investir dans son apprentissage et à baisser les bras plus rapidement devant les difficultés. À l'opposé, celui qui a une perception positive de ses compétences fournira davantage d'efforts et verra son sentiment d'autoefficacité augmenter. Or, la perception que se façonne un élève de lui-même, dépend notamment de son parcours scolaire. Pour McCombs (1989) ce sont les échecs répétés que l'élève a dû essuyer tout au long de son cheminement scolaire qui sont à l'origine de ses croyances concernant son niveau peu élevé de compétences. La faible estime de soi que développe l'élève influence de façon négative sa motivation à acquérir de nouvelles connaissances et son implication dans la tâche. Chez les élèves en difficulté d'apprentissage, le désir d'apprendre se fait par conséquent bien discret. Plusieurs sont plutôt passifs en classe et tentent de préserver leur estime de soi en évitant les travaux qui pourraient entraîner de nouveaux échecs.

Ces différentes conduites observables chez les élèves en difficulté influencent, mais peuvent aussi résulter, du choix des stratégies didactiques utilisées par les enseignants oeuvrant auprès d'eux. Plusieurs études (Mercier,1995 ; Favre,1999,1997) mettent en évidence le fait que des enseignants de l'adaptation scolaire interviennent fréquemment auprès des élèves afin d'éviter que ceux-ci n'errent trop longtemps et aient à confronter l'échec. Des pistes sont fournies à l'élève de manière à le guider vers la réussite en évitant le glissement vers l'erreur. Dans une étude décrivant l'articulation des dynamiques temporelles de l'apprentissage et de l'enseignement dans une classe de doubleurs, Giroux et René de Cotret (2001) affirment qu'une « algorithmisation des objets savoirs semble plus importante avec les doubleurs » (p. 67) qu'avec les élèves d'une classe régulière. On fait un rappel des notions travaillées l'année précédente afin de permettre le rattrapage et d'arriver le plus aisément possible à la production de réponses adéquates aux problèmes posés. Une telle répétition du contenu sans élément de nouveauté dans la façon de l'aborder, accompagnée d'une prise de contrôle serrée de la part de l'enseignant, met un frein à l'émergence des questionnements qu'entraîne la résolution d'un problème et contribue au désengagement de l'élève face à la tâche à réaliser. Ainsi, paradoxalement, en lui fournissant les outils menant à la réussite, on prive en quelque sorte l'élève de l'investissement qui lui permettrait de les construire d'une façon plus personnelle.

1.1.4 Difficultés d'apprentissage et contrat didactique

Le contrat didactique, défini par Brousseau (1984), apporte des éléments intéressants permettant de mieux saisir la dynamique de l'enseignement aux élèves en difficulté et d'expliquer les conduites adoptées par l'ensemble des acteurs du système didactique. Le « contrat didactique » constitue l'ensemble des comportements attendus qui régissent les rapports entre l'élève et l'enseignant à propos du savoir. Le contrat établit le rôle que doit prendre chacun des acteurs du système didactique et définit, de manière largement implicite, les responsabilités dont chacun doit s'acquitter dans le rapport au savoir. A la distinction d'une entente contractuelle habituelle, le « contrat didactique » n'est pas clairement explicitable. L'enjeu du contrat et les clauses de ruptures ne peuvent pas être dévoilés à l'élève. C'est précisément la connaissance qui entrera en jeu lors de ruptures pour renégocier le contrat qui lie l'enseignant et l'enseigné.

Du point de vue de Brousseau, le travail de l'enseignant « consiste à proposer à l'élève une situation d'apprentissage afin que l'élève produise ses connaissances comme réponse personnelle à une question et les fasse fonctionner ou les modifie comme réponses aux exigences du milieu et non à un désir du maître » (1988, p.14). L'élève doit, quant à lui, accepter la responsabilité de résoudre le problème comme étant *son* problème à lui. Or, comme nous l'avons mentionné précédemment, les élèves en difficulté d'apprentissage adoptent bien souvent une attitude passive en classe, de leur propre chef ou en réponse à un enseignement qui les confine à une telle attitude. Ils sont loin de l'implication dans le contrat didactique au sens de Brousseau et de l'engagement volontaire[1] dans une résolution de problème. La «position d'attente» (Sensevy,1998, p.61) dans laquelle se place souvent l'élève en difficulté semble plutôt définir un système où l'élève ne se considère pas comme un acteur. Cette réaction peut, en partie, s'expliquer par le fait que bien des enseignants ont tendance à « épurer » le contenu à enseigner, c'est-à-dire à le réduire à ce qui est nécessaire de savoir pour être en mesure de répondre au problème posé et à omettre de le rattacher aux connaissances antérieures des élèves. Pourtant, les résultats de recherches de Blouin et Lemoyne (2002) «montrent l'importance qu'il y a à aborder l'enseignement d'un savoir spécifique en mathématiques par des

---

[1] Cet engagement volontaire réfère évidemment à la dévolution. Nous traiterons de ce concept lors de l'étude de l'algèbre.

situations suffisamment complexes, même pour des élèves en difficulté d'apprentissage» (p. 19).

Au terme de ce bref exposé sur la problématique des élèves en difficulté d'apprentissage, nous retenons que les activités d'enseignement qui leur sont proposées doivent présenter des éléments de nouveauté afin d'éviter la création d'un lien rapide avec un échec antérieur et de permettre l'établissement d'un contrat didactique efficace. En d'autres mots, le simple étalement des connaissances ne semble pas suffire et nous croyons qu'il faut aller au-delà de la modification du rythme pour offrir la possibilité d'un autre rapport avec le savoir. Il faut maintenir la négociation d'un contrat et concevoir des activités donnant l'occasion à l'apprenant de s'impliquer activement.

De plus, la conception de telles activités doit se faire en tenant compte des difficultés spécifiques à l'apprentissage d'un savoir donné, en l'occurrence l'algèbre. Nous nous attarderons donc à documenter celles-ci dans la prochaine section.

1.2 À PROPOS DE L'ENSEIGNEMENT DU DÉBUT DE L'ALGÈBRE

Le nombre d'études portant sur l'enseignement du début de l'algèbre est impressionnant. Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons particulièrement à certaines d'entre elles qui contribuent à mettre en évidence la transition de l'arithmétique à l'algèbre puisque les élèves auxquels notre expérimentation s'adresse sont au cœur de ce passage difficile.

Dans cette partie, nous décrivons brièvement la transition entre le raisonnement arithmétique et le raisonnement algébrique en insistant sur les causes d'erreurs connues lors de ce passage. Puis, nous nous attardons aux écueils que peut engendrer la mise en équation algébrique, élément-clé de notre étude. Ensuite, nous nous intéressons à la classification de la complexité des problèmes utilisée par Bednarz et Janvier (1994). Nous traitons, enfin, du rôle de la dévolution dans l'enseignement de l'algèbre.

1.2.1 Causes d'erreurs connues lors de la transition arithmétique-algèbre

Le passage inévitable et complexe de l'arithmétique à l'algèbre pour quiconque apprend les mathématiques est un sujet de préoccupation majeur pour les chercheurs en didactique. Les maintes difficultés que rencontrent les apprenants à ce stade du cursus scolaire sont au cœur d'un nombre imposant d'études réalisées au cours des dernières décennies.

Selon Causinille-Marmèche, Mathieu et Resnick (1987), « le problème est d'estimer quel sens les enfants, débutant en algèbre, accordent aux règles de réécriture et quelle est leur maîtrise de ces règles selon le contexte, numérique ou littéral, dans lequel elles sont appliquées » (p.42). La rupture entre l'arithmétique vue à l'école primaire et les notions algébriques qui peuvent sembler, aux yeux des élèves, être un regroupement de règles sans lien direct les unes avec les autres et bien ardues à comprendre, serait à l'origine, selon maintes recherches, de difficultés d'apprentissage de l'algèbre (Firth, 1975; Kieran, 1981, 1980, 1979; Kuchemann, 1978; Sleeman, 1982; Vance, 1998; Wagner, 1977).

En algèbre, les chaînes d'opérations ne sont plus considérées comme des procédures aboutissant à une réponse mais comme des objets, constitués de procédures certes, mais ayant un sens en eux-mêmes. On exigera des apprenants, lors de la transition arithmétique-algèbre, des réajustements importants de leur perception des mathématiques jusque-là bien ancrée dans l'arithmétique. L'inconnue ne constitue plus dans chaque problème le point ultime à élucider. Ce changement conceptuel occasionne des modifications quant à la manipulation des grandeurs et impose l'adoption d'une méthode différente de gestion des données. Les opérations, ne sont plus, comme dans le raisonnement arithmétique, liées au contexte. Une fois l'équation posée, les manipulations algébriques sont effectuées sans avoir à prendre en compte les grandeurs représentées par les variables.

Bednarz et Janvier (1991) estiment que le premier obstacle auquel les élèves ont à faire face lors de la transition arithmétique-algèbre est précisément le fait d'avoir à opérer sur une inconnue comme si on en connaissait la valeur.

Établir la distinction entre les expressions algébriques utilisées comme procédure ou comme résultat ne semble pas une mince affaire pour les élèves débutant en algèbre. Davis (1975) a donné le nom « process-product dilemna » à ce problème. Une telle confusion chez l'élève se remarque dans les situations où, par exemple, $a - b$ sera utilisé à la fois comme la procédure «soustraire b de a» et comme le résultat «différence entre a et b». Il est loin d'être évident pour les élèves qui en sont à leurs premiers contacts avec l'algèbre d'accepter que de telles expressions algébriques puissent servir de réponse à un problème. Dans une de leurs études en didactique de l'algèbre, Chalouh et Herscovics (1988) ont remarqué que bien des élèves ont tendance à vouloir compléter de telles expressions algébriques en leur ajoutant une égalité, par exemple : «aire = $2x + 5$» ou encore «$2x + 5$ = quelque chose».

Dans un chapitre de leur ouvrage consacré à la synthèse de plusieurs travaux en didactique de l'algèbre, Combier, Guillaume et Pressiat (1996) font état d'une autre difficulté constatée par L. Booth en 1984, la voici :

> « [...] concernant l'écriture correcte de réponses sous forme d'expressions algébriques. Par exemple, un rectangle dont la longueur est obtenue par la mise bout à bout des segments de longueur respective f et 3, sa largeur étant égale à 7, on demande aux élèves d'exprimer l'aire de ce rectangle. 42% des élèves de 13 ans écrivent $7 f 3$ ou $f 21$ ou $f + 21$, au lieu d'écrire $7 (f + 3)$. Dans les interviews d'élèves qui ont suivi, il est apparu, d'une part, que le fait de savoir décrire verbalement la méthode ne suffit pas pour savoir l'écrire symboliquement; d'autre part, que certains élèves savent interpréter correctement certaines notations ou conventions mais se révèlent incapables de distinguer les réponses correctes des réponses incorrectes.» (p.10).

Il apparaît donc que l'écriture de l'équation constitue un passage difficile que nous allons maintenant tenter de documenter.

1.2.2 Difficultés reliées à la mise en équation

Dans notre étude, nous nous intéressons particulièrement à la mise en équation algébrique à partir d'un énoncé, celle-ci constituant, selon notre expérience, une étape très sensible de l'apprentissage de la résolution de problèmes en algèbre. Nous mettons davantage l'accent sur la mathématisation de l'énoncé que sur la recherche de solution. Il nous apparaît, par conséquent, pertinent de nous pencher sur les divers problèmes que peut engendrer cette étape dans l'apprentissage de l'algèbre chez les élèves.

Nulle méthode générale, nul algorithme, nulle marche à suivre unique n'existent pour traduire l'énoncé d'un problème mathématique en équation. L'élève qui a la tâche de traduire en équation un énoncé sous forme de texte doit se poser une multitude de questions afin de dégager les éléments utiles du texte soumis : y a-t-il plusieurs inconnues? Sont-elles désignées de façon explicite? Une simple traduction des relations entre les inconnues est-elle suffisante? Un travail de reformulation est-il nécessaire? Etc. Les réponses à ces questions ne mènent toutefois pas directement à la réussite du problème. Le traitement des informations et la traduction adéquate en écriture mathématique donnent du fil à retordre au novice dans l'univers de l'algèbre. Selon MacGregor et Stacey (1993), plusieurs études (Clement, 1982; Clement, Lochhead & Monk, 1981; Clement, Narode & Rosnick, 1981; Kaput & Sims-Knight, 1983; Lochhead, 1980; MacGregor, 1991; Mestre, 1988; Rosnick, 1981; Rosnick & Clement, 1980; Sims-Knight & Kaput, 1983) révèlent que de simples équations linéaires à deux variables sont souvent formulées incorrectement.

Les avis des chercheurs sont partagés quant à l'origine des erreurs dans la mise en équation. Parmi les causes d'erreurs recensées dans les travaux ci-dessus, la traduction syntaxique, c'est-à-dire le remplacement de gauche à droite des mots par les symboles mathématiques correspondants serait l'une des principales (Clement, 1982; Mestre, 1988). Pourtant, dans leur étude sur les modèles cognitifs dans la formulation d'équations simples, Macgregor et Stacey (1993) remettent en doute cette traduction littérale comme source d'erreur fondamentale. En effet, dans leur publication, ils révèlent que « In test items designed so that syntactic translation would produce a correct equation, most students did not translate words to symbols sequentially from left to right but tried to express the meaning of the statement and wrote incorrect equations » (p. 217). Le désir d'exprimer le sens des énoncés en mots semble donc être une préoccupation mais ceci ne conduit pas nécessairement à la production d'une équation correcte. D'autres sources d'erreurs sont aussi bien documentées. On n'a qu'à penser à la signification du signe égal dans une équation (Kieran, 1988) qui est souvent perçue davantage comme une opération à effectuer que comme l'expression d'une relation d'équivalence, ou bien à la confusion entre les interprétations des lettres utilisées comme un objet ou comme une inconnue (Kuchemann, 1981) par exemple, 3P pour 3 pommes ou 3 fois le nombre de pommes.

Différentes approches peuvent être utilisées par les élèves pour procéder à la mise en équation d'un problème. Une des plus fréquentes est de tenter d'identifier la ou les inconnues et de leur assigner une lettre (ex : soit *x* : ..., soit y : ...) puis d'écrire l'équation. Bien souvent, ce cheminement ne les amène nulle part (Burton,1988). Les élèves se fient à l'équation qu'ils ont posée sans revenir au sens du texte qui leur était soumis. Une deuxième approche suggère de débuter par l'écriture d'une phrase résumant le problème dans la langue maternelle de l'élève (ex : valeur des 0, 25$ + valeur des 0,10$ = 5$) puis de terminer la traduction à l'aide d'expressions algébriques. Cette deuxième façon de faire conserverait, selon Burton (1988), la force sémantique de l'énoncé et augmenterait ainsi les chances que l'élève s'engage dans la résolution en se faisant guider par le sens du problème. Cette dernière façon est cependant peu employée et, conséquemment, son utilité peu testée.

L'inventaire des difficultés reliées à la mise en équation ne permet pas de trouver facilement de solutions pour surmonter le défi que présente cet objet d'enseignement. En effet, la difficulté à décrire les connaissances en jeu dans la mise en équation pose un réel problème didactique (René de Cotret, 2000).

Enfin, certains manuels scolaires présentent un grand nombre de problèmes qui ne requièrent pas de raisonnement algébrique. À titre d'exemple, Carrousel 2, consacre 75% de ses problèmes à des problèmes arithmétiques ou à des problèmes de comparaison à deux branches (c'est-à-dire présentant une seule relation de comparaison) qui sont assez aisés à résoudre pour des élèves de deuxième secondaire (Marchand, 1997). Or, la performance des élèves qui travaillent avec un tel outil peut être influencée puisque l'utilisation de l'algèbre perd son sens aux yeux des élèves. Il n'est donc pas surprenant que les mises en équations spontanées soient rares et que bon nombre d'élèves s'obstinent à résoudre les problèmes qu'on leur suggère arithmétiquement et voient ainsi leur démarche de résolution refusée par le correcteur. Il peut aussi arriver que le correcteur ne reconnaisse pas la pertinence du travail arithmétique ou algébrique de l'élève (Coulange, 2000). Vergnaud (1988) est d'avis que les problèmes de partage inégal devraient être suggérés dès les premières leçons d'algèbre puisque ceux-ci ne sont pas faciles à résoudre arithmétiquement.

1.2.3 Classification de la complexité des problèmes

Deux chercheures (Bednarz et Janvier, 1994) ont justement élaboré une grille permettant de distinguer les problèmes susceptibles de faire intervenir un raisonnement arithmétique des problèmes susceptibles de faire appel à un raisonnement algébrique. Leur analyse des problèmes s'est réalisée en se basant sur la classification des problèmes en termes de calculs relationnels élaborée par Vergnaud (1982) permettant de rendre compte de la complexité cognitive de la tâche pour l'élève. Il existerait trois classes de problèmes selon Bednarz et Janvier (1994) : les problèmes de comparaison, les problèmes de taux et les problèmes de transformation.

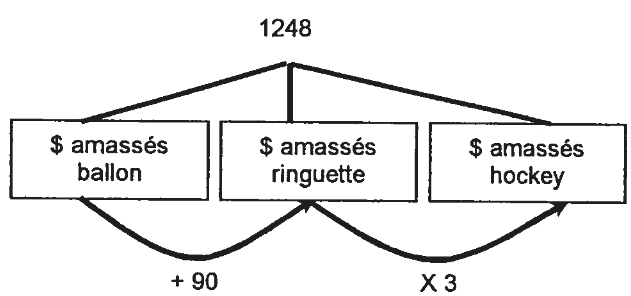
1.2.3.1 Problèmes de comparaison

Cette première catégorie de problèmes renferme ceux dans lesquels apparaissent des comparaisons additives (....3 de plus que... ou ...3 de moins que...) et/ou multiplicatives (...3 fois plus que... ou ...3 fois moins que...) entre des valeurs inconnues. Les valeurs inconnues des problèmes de cette catégorie ont également la caractéristique de se regrouper pour former un tout.

<u>Exemple d'un problème de comparaison</u>

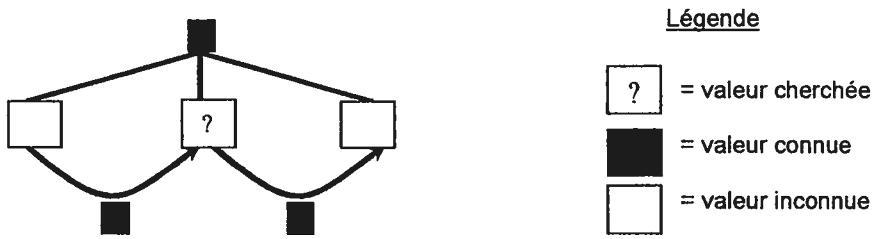
> *L'équipe de ringuette a recueilli 90$ de plus que l'équipe de ballon sur glace. Pour sa part, l'équipe de hockey a recueilli trois fois plus d'argent que l'équipe de ringuette. Ensemble ces trois équipes ont recueilli 1248$. Combien d'argent l'équipe de ringuette a-t-elle recueilli? (Scénarios 2, p. 55 c)).*

La schématisation de Bednarz et Janvier (1994) permet de visualiser ce problème.



La structure générale de ce problème de comparaison à trois branches est la suivante :

Figure 2 : Schéma d'un problème de comparaison à 3 branches



Dans ce schéma, les lignes courbes représentent les relations de comparaison entre les données. Les segments de droites relient le tout à chacune de ses parties. Les valeurs connues, cherchées et inconnues sont représentées par des boîtes différentes afin de bien les repérer d'un simple coup d'œil (Marchand, 1997).

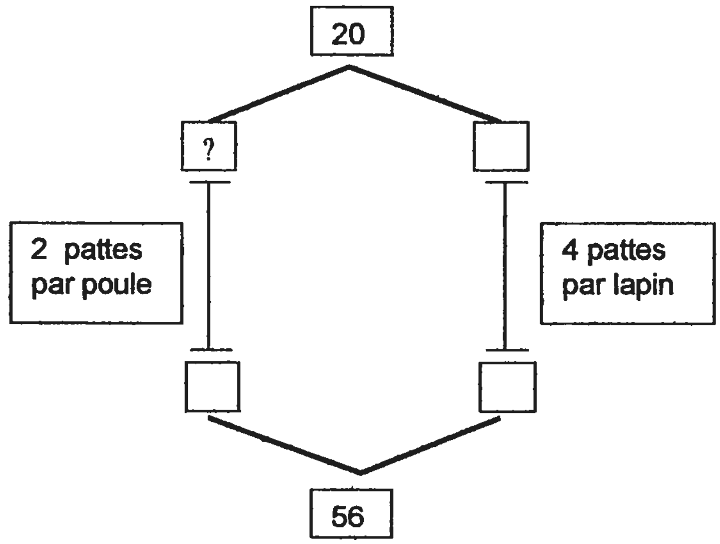
1.2.3.2 Problèmes de taux

La seconde catégorie est celle qui regroupe les problèmes dans lesquels un taux met en relation les données.

<u>Exemple d'un problème de taux</u>

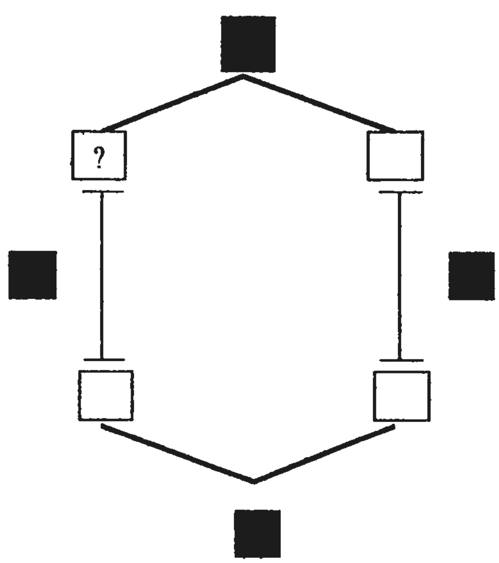
> *Un poulailler contient des poules et des lapins. On compte un total de 56 pattes et un total de 20 têtes. Combien y a-t-il de poules dans ce poulailler? (Essentiel mathématique 216, p.46, #14)*

Voici son schéma :



et la structure générale simplifiée de ce problème de taux :

Figure 3 : Schéma d'un problème de taux



Dans ces schémas, la relation de taux entre les données, c'est-à-dire le nombre de pattes par animal, est illustrée par un segment vertical limité par un petit segment horizontal à chacune de ses extrémités. La somme des parties est, comme précédemment, représentée par des segments liant ces parties au tout.

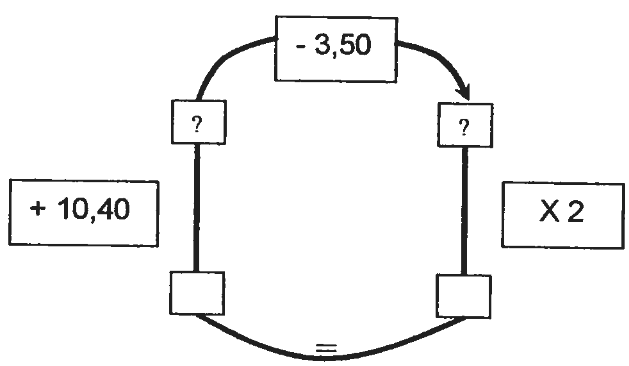
1.2.3.3 Problèmes de transformation

La troisième et dernière catégorie de problème englobe les problèmes dits « de transformation ». Dans ces derniers, une transformation est appliquée sur une quantité préalable afin d'obtenir un état nouveau.

Exemple d'un problème de transformation

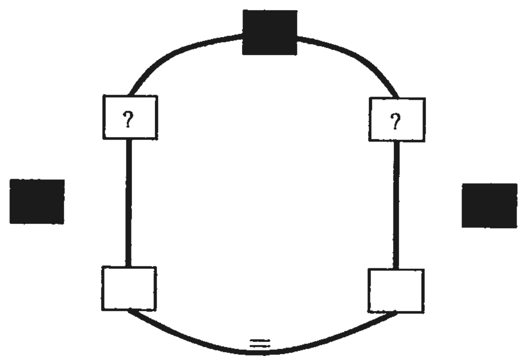
> *Hier, Christophe avait 3,50 $ de moins que Marie-Hélène. Aujourd'hui, il a doublé son montant tandis que Marie-Hélène a augmenté le sien de 10,40 $. Si les deux possèdent maintenant le même montant d'argent, quel montant chacun d'eux possédait-il hier? (Scénarios 2, p.183, #6)*

La schématisation de ce problème est la suivante :



Son schéma simplifié est celui-ci :

Figure 4 : Schéma d'un problème de transformation



Les structures des schémas conçus par Bednarz et Janvier permettent de voir aisément le type de liens qui existe entre les valeurs connues et inconnues des problèmes. On donne le nom de problèmes « déconnectés » aux problèmes pour lesquels les élèves ne sont pas en mesure d'établir de lien, ou de pont, entre les données connues permettant d'aboutir directement à la valeur cherchée. À l'opposé, on appelle problèmes « connectés » ceux pour lesquels il est possible de le faire. Ceux-ci sont donc des problèmes que l'on peut résoudre par le raisonnement arithmétique.

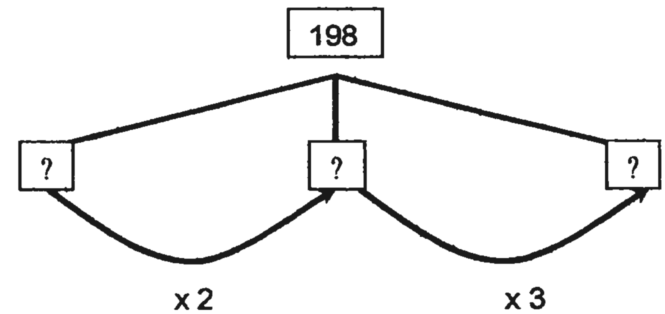
Pour saisir mieux ce concept, nous présentons un même problème en version déconnectée puis connectée.

<u>Exemple d'un problème déconnecté</u>

> *« Trois enfants jouent aux billes. Ils ont ensemble 198 billes. Georges a 2 fois plus de billes que Denis et Pierre a 3 fois plus de billes que Georges. Combien de billes possède chacun des enfants? » (Bednarz et Janvier, 1993, p.6)*

Ce problème est illustré ainsi :

Figure 5 : Schéma d'un problème déconnecté



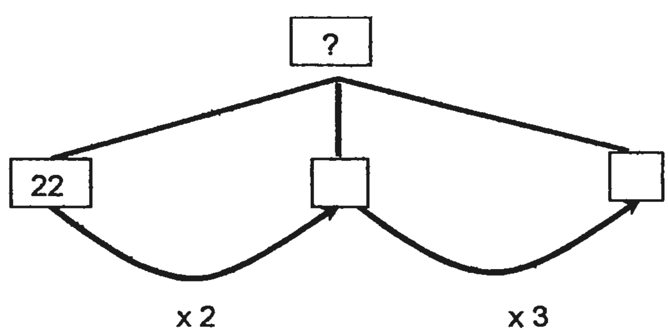
On dit de ce problème qu'il est déconnecté car on ne peut partir d'aucune des données connues pour faire des liens et aboutir aux données inconnues. Pour bien illustrer la distinction entre les problèmes connectés et les problèmes déconnectés, modifions ce problème et présentons-le en version connectée.

Exemple d'un problème connecté

> *Trois enfants jouent aux billes. Georges a 2 fois plus de billes que Denis et Pierre a 3 fois plus de billes que Georges. Sachant que Denis a 22 billes, combien de billes les trois enfants ont-ils ensemble?*

Ce problème est illustré ainsi :

Figure 6 : Schéma d'un problème connecté



On dit de ce problème qu'il est connecté puisqu'en connaissant le nombre de billes que possède Denis, il est possible de faire le lien avec les quantités de billes possédées par les deux autres enfants pour calculer le total de billes. En effet, on peut facilement calculer le nombre de billes de Georges en multipliant 22 par 2, ce qui donne 44. Puis, il est aisé de découvrir le nombre de billes de Pierre en multipliant 44 par 3, ce qui donne 132. Enfin, on arrive à un total de 198 en additionnant 22, 44 et 132.

La schématisation employée par les deux chercheures s'avère un outil fort utile pour trier les problèmes pouvant se résoudre algébriquement. Nous y ferons référence lors de la conception et l'analyse des résultats de notre expérimentation.

1.2.4 Dévolution et enseignement de l'algèbre

Les études consultées témoignent de la complexité de l'enseignement du début de l'algèbre. Nous cherchons à présent à savoir ce que révèlent les études quant à la façon d'introduire l'algèbre que doit préconiser l'école pour effectuer le plus adéquatement possible la transition arithmétique-algèbre.

Pour Yves Chevallard (1989), une lacune importante dans l'apprentissage de l'algèbre est le fait que les manipulations algébriques qu'ont à exécuter les élèves ne sortent nullement du cadre dans lequel elles sont enseignées. On n'invite pas les élèves à aller vers un but extérieur au calcul algébrique. Il devient alors difficile pour eux de reconnaître une utilité à leur apprentissage. En proposant des activités signifiantes pour les élèves, on augmente les chances de développer un intérêt chez l'apprenant et de lui donner la motivation nécessaire pour s'investir dans la tâche à faire. Il est donc important que les séquences proposées aux élèves soient préparées avec soin pour qu'elles soient susceptibles de soutenir la motivation des apprenants le plus possible mais surtout que les tâches soumises fassent intervenir le raisonnement algébrique et soutiennent le sens de l'algèbre.

L'enseignement magistral classique est bien populaire encore aujourd'hui dans les écoles. Les enseignants présentent le savoir en tant qu'objet à l'élève en omettant de lui donner l'opportunité de construire lui-même la connaissance comme étant une réponse à une situation plausible. Or, d'après Brousseau (1988), nous l'avons dit précédemment, il relève du travail du maître de « faire vivre la connaissance » (p.14) à l'élève. L'activité par laquelle l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité de résoudre un problème comme étant le sien en camouflant les présupposés didactiques est appelée « dévolution » (Brousseau ,1990). L'un des principaux buts visés par la dévolution est d'impliquer activement l'élève dans la recherche de solutions et ainsi lui éviter de se placer en position d'attente. Sensevy (1998) s'est inspiré des théories de Brousseau pour réaliser son étude sur la fabrication de problèmes de fractions par des élèves. Le processus de dévolution a été entraîné, dans ce travail, entre autres par la modification du contrat didactique dans lequel le rôle de l'élève était de réaliser une tâche généralement assumée par l'enseignant. En conséquence, donner la chance aux élèves de construire eux-mêmes les problèmes de mise en équation pourrait, selon nous, s'avérer une bonne façon de réaliser la dévolution.

À cette étape du travail, nous gardons donc à l'esprit la possibilité de modifier le contrat didactique en proposant aux élèves de prendre en quelque sorte le rôle de l'enseignant en composant des problèmes pour leurs pairs. Nous pensons qu'il peut être possible d'intervenir sur le système didactique pour changer le type de rapport au savoir, par exemple durant une période spécifique, celle de la révision en fin d'année.

Nous souhaitons trouver une solution de rechange à la répétition du contenu, solution souvent mise en place et qui, ne semble pas fonctionner efficacement avec une clientèle d'élèves en difficulté d'apprentissage. Suggérer aux élèves de créer eux-mêmes des problèmes de mise en équation pourrait s'avérer une bonne façon de changer leur rapport au savoir et de les impliquer dans la construction de leurs connaissances.

1.3 Retour sur le problème et les questions de recherche

Nous venons de documenter brièvement différentes facettes permettant de circonscrire notre problématique de recherche. Il convient à présent de rassembler les divers éléments qui nous intéressent et de les conjuguer afin de préciser la question d'étude que nous souhaitons approfondir dans les sections subséquentes de ce travail.

1.3.1 Retour sur les éléments du cadre conceptuel

Nous avons l'intention de travailler la mise en équation algébrique avec une clientèle d'élèves en difficulté d'apprentissage ayant un retard scolaire en mathématique. Or, nous savons que, de manière générale, le simple étalement ou la répétition d'un enseignement, exempt d'éléments de nouveauté, ne sont pas des stratégies efficaces pour donner le goût à l'élève de s'investir activement dans son apprentissage. Une tâche signifiante aux yeux des élèves pour aborder la mise en équation nous apparaît alors une bonne manière de les faire sortir de leur position d'attente et de les amener à délaisser certains comportements inefficaces qu'ils ont face aux exigences scolaires.

Nous suggérons donc une activité d'enseignement dans laquelle nous demandons à l'élève de prendre momentanément le rôle de l'enseignant et de composer des problèmes de mise en équation algébrique. Nous modifions le contrat didactique en apportant des changements à la dynamique des interactions enseignant-élève-savoir. L'intention d'enseigner se retrouve sous la responsabilité de l'élève. Nous désirons, ainsi, favoriser le processus de dévolution chez l'élève.

De plus, la tâche proposée est tout à fait nouvelle pour les élèves puisqu'elle requiert, comme nous le verrons un peu plus loin, l'utilisation d'un dispositif informatique encore peu connu. Nous croyons ainsi augmenter nos chances de déclencher l'implication de l'élève dans sa quête de connaissances.

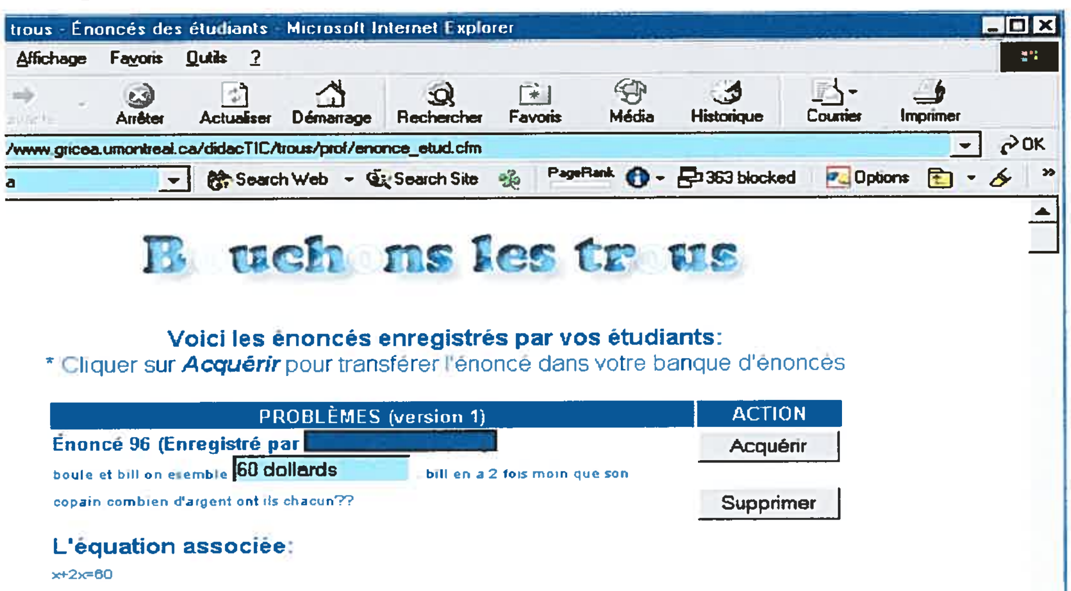
En effet, on trouve dans la littérature un grand nombre d'auteurs qui vantent l'intérêt de l'intégration des TIC dans l'enseignement. Selon certains d'entre eux, le recours aux médias joue sur l'estime de soi des élèves (Roblyer, Castine et King, 1988) et sur leur motivation (Bialo et Sivin, 1990; Grégoire, Bracewell et Lafrenière, 1996). D'autres recherches montrent que l'emploi des technologies peut jouer un rôle favorable dans la stimulation du développement de certaines habiletés intellectuelles (Grégoire, Bracewell et Lafrenière, 1996). Enfin, les travaux de Raskind, Herman et Torgesen (1995) soutiennent que l'emploi des technologies présente un intérêt particulier pour les élèves en difficulté d'apprentissage, ce qui nous conforte dans notre choix.

Au cours des dernières années, un groupe de chercheurs s'est penché sur l'utilisation des TIC dans l'enseignement des mathématiques. Ils ont construit puis expérimenté divers dispositifs informatiques dans des classes de 1ère et 2^{ième} secondaires (Lemoyne, René de Cotret et Brouillet, 2001a, 2000; Lemoyne, Gervais et Noël-

Gaudreault, 2001b; Lemoyne, René de Cotret et Coulange, 2002 ; Lemoyne, René de Cotret, Coulange, Brouillet et Famelart, inédit ; René de Cotret, 2002).

L'un de ces outils a été créé pour étudier les connaissances impliquées dans la validation de la mise en équation algébrique, il s'agit de *Bouchons les trous*. L'environnement *Bouchons les trous* permet d'exploiter la mise en équation. L'élève qui travaille dans cet environnement doit compléter des énoncés de problèmes ou des équations. Dans le premier cas, il dispose d'énoncés dans lesquels certains mots choisis ont été retirés. L'élève doit s'aider de l'équation associée fournie pour compléter le problème en mots. Dans le second cas, le problème en mots est présenté à l'élève accompagné d'une équation incomplète. L'élève a alors pour tâche de « boucher les trous dans l'équation » en se référant au problème. La figure 7 donne un aperçu de la présentation des items créés dans *Bouchons les trous*.

Figure 7 : Exemple d'un item créé par un élève avec *Bouchons les trous*



Source : http://www.gricea.umontreal.ca/didacTIC/trous/prof/enonce_etud.cfm

L'étude faite à partir de ce dispositif s'intéresse non seulement au passage du problème en équation mais aussi de l'équation au problème (Coulange et René de Cotret, 2004). Ce travail sur les problèmes à trous est susceptible de mettre davantage l'accent sur la validation en simultané avec le processus de mise en équation et ainsi éviter qu'elle ne se fasse qu'à la toute fin de la traduction du problème en équation.

Des essais menés avec cet outil informatique dans des classes de 2^{ième} secondaire ont permis de recueillir des commentaires positifs de la part des enseignants. L'un des enseignants l'ayant utilisé avec ses élèves estime que ce support permet de faire une comparaison par morceaux entre l'énoncé et l'équation plutôt que de la faire en un seul bloc. Il croit que les élèves ayant à effectuer une tâche de mise en équation classique seront portés à écrire dans une équation incomplète les données qu'ils connaissent de manière à pouvoir, par la suite, tenter de combler les trous. Ce même enseignant est aussi d'avis que *Bouchons les trous* permet un grand nombre d'allers-retours entre le problème en mots et l'équation correspondante. D'après lui, « c'est la seule façon peut-être d'essayer de passer du problème à l'équation, de l'équation au problème, du problème à l'équation... » (Coulange et René de Cotret, 2004, p.XIX-30). Les apprenants procèdent alors à plusieurs lectures du problème, ce qu'ils ne font pas, (ou beaucoup moins) lorsqu'ils sont dans l'environnement papier-crayon (idem).

Notre travail entre dans la poursuite de ces travaux mais présente une différence majeure. Nous conférons le rôle de créateur de problèmes et d'équations à l'élève. C'est à l'apprenant que revient la tâche de composer le problème et de bâtir l'équation correspondante puis de retirer une partie de l'un ou l'autre afin de recréer le jeu *Bouchons les trous* pour chaque énoncé.

Enfin, il nous apparaît pertinent de mentionner que l'expérimentation de notre activité d'enseignement se tiendra lors de la période de révision de la mise en équation qui aura lieu vers la fin de l'année scolaire. Puisque nous nous engageons à tester un nouveau type d'approche, nous ne procédons pas d'emblée à la construction d'une séquence complète d'enseignement. Il nous semble plus convenable d'intégrer notre activité à l'enseignement régulier d'une classe au moment de la révision et d'en observer les effets.

1.3.2 Objectifs de la recherche

À la lumière de tous les questionnements soulevés dans les parties précédentes, les principaux objectifs visés par la mise à l'essai de notre processus expérimental pourraient être formulés ainsi :

- améliorer la compréhension des problèmes d'enseignement/apprentissage des mathématiques dans les classes d'élèves du secondaire présentant des difficultés d'apprentissage ;

- favoriser l'engagement des élèves à risque dans la résolution de problèmes algébriques ;

- favoriser le passage arithmétique-algèbre chez ces élèves ;

- contribuer, modestement, à l'avancement des connaissances en ce qui concerne la didactique de l'algèbre.

1.3.3 Questions de recherche retenues

Afin de veiller à rencontrer les objectifs fixés, nous définissons maintenant une question de recherche qui nous guidera, lors des étapes subséquentes de cette étude. Des sous-questions précisant la question principale sont également présentées. Elles seront utiles pour mieux nous diriger lors de l'expérimentation.

Question de recherche principale

Quel est l'impact d'une approche jouant sur le rôle des élèves présentant des difficultés d'apprentissage en mathématiques au secondaire lors d'activités de révision portant sur la mise en équation algébrique ?

Sous-questions

- Quelles sont les conduites adoptées par les élèves face à ces nouvelles tâches impliquant des problèmes à trous? (position d'attente/de recherche)
- Quels sont les effets du changement de rôle de l'élève sur la dévolution?
- Quelles sont les difficultés rencontrées par les élèves dans cette approche différente pour aborder la mise en équation? Quelles sont les erreurs qui surviennent ?
- Quel degré de complexité attribuent-ils aux problèmes?
- À quelles procédures les élèves ont-ils recours pour fabriquer les problèmes?

- Quelle est l'efficacité du dispositif *Bouchons les trous* sur la révision de la mise en équation algébrique?

En somme, les sous-questions précédentes touchent deux volets. Les deux premières font référence à l'observation des comportements chez la clientèle d'élèves en difficulté. Nous cherchons alors à voir si les habitudes néfastes qui caractérisent ces apprenants sont modifiées et quels sont précisément les changements observés.

Puis, les autres sous-questions abordent l'appropriation du contenu mathématique en prenant en compte les procédures choisies par les élèves et les erreurs commises. Nous tentons ainsi d'identifier les difficultés rencontrées dans une tâche abordant la mise en équation algébrique d'une manière différente.

CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE

Ce deuxième chapitre porte sur la méthodologie de la recherche et se divise en deux parties. Dans la première, nous présentons l'expérimentation en donnant d'abord un aperçu des caractéristiques scolaires des élèves impliqués puis en exposant le déroulement de chacune des phases du processus expérimental. Dans la deuxième partie, nous soumettons l'analyse a priori dans laquelle nous précisons nos anticipations quant aux conduites, aux erreurs et aux procédures que risquent de manifester les élèves.

2.1 PRÉSENTATION DE L'EXPÉRIMENTATION

En premier lieu, une description des sujets auxquels sont proposées les activités est faite en insistant sur les particularités du groupe qui font en sorte que celui-ci se démarque des classes régulières. En deuxième lieu, le déroulement de l'expérimentation est précisé. Un tableau-synthèse permettant de se faire une idée générale des différentes étapes constituant l'expérimentation est présenté puis explicité.

2.1.1 Description des sujets

Nous nous intéressons, dans cette étude, à une clientèle d'élèves en difficulté d'apprentissage. L'échantillon ciblé est constitué de 20 jeunes inscrits en deuxième secondaire et faisant partie d'un groupe classé en adaptation scolaire. C'est plus précisément en CPFT (cheminement particulier de formation de type temporaire) que sont regroupés les élèves de cette classe de l'école secondaire Des Sources à Dollard-des-Ormeaux. Ces élèves accusent des retards importants (deux ans de retard) dans les deux matières de base (français et mathématique). Rappelons que s'ils parviennent à atteindre les objectifs du programme de deuxième secondaire à la fin de l'année scolaire en cours, les jeunes de ce groupe réintégreront les classes régulières. Dans le cas contraire, ils se dirigeront vers le cheminement de formation de type continu. La révision en fin d'année peut donc s'avérer leur ultime chance de se rattraper suffisamment pour regagner les classes régulières.

Tous les élèves du groupe sont considérés d'intelligence normale. Toutefois, plusieurs d'entre eux ont des troubles d'attention et ont déjà pris ou prennent encore du Ritalin.

Les élèves bénéficient d'un encadrement par une enseignante-titulaire. Cette dernière leur enseigne les deux matières de base, les mathématiques et le français, en plus de la morale et de l'informatique. Ce groupe d'élèves passe au total 24 périodes sur 36 par cycle de 9 jours avec leur titulaire. Un seul autre enseignant travaille avec ce groupe d'élève. Il a pour tâche l'enseignement de l'anglais, de l'histoire et de l'éducation physique.

L'enseignante-titutlaire qui œuvre auprès de ces élèves suit le programme d'étude d'enseignement des mathématiques du ministère de l'Éducation du Québec prévu pour les élèves du régulier. Elle donne un enseignement de reprise aux élèves en répétant les notions apprises l'année précédente. Une approche par enseignement magistral suivi d'une séance de pratique est préconisée. Elle dispose de 9 périodes de 75 minutes par cycle de 9 jours pour l'enseignement des mathématiques alors que les enseignants du régulier en ont 6. Les élèves de ce groupe sont évalués avec les mêmes examens que ceux auxquels sont soumis les élèves du régulier.

Cette enseignante sera elle aussi, en quelque sorte, partie prenante de notre recherche. En effet, puisque nous cherchons à placer les élèves dans un contexte où ils sont enseignants, le rôle de l'enseignante se trouve modifié. Ainsi, l'enseignante-titulaire, de même que l'expérimentatrice-chercheure et son assistante, devront intervenir en respectant le plus possible les enjeux des activités. Nous nous assurerons, tout au long du déroulement de l'expérimentation, d'observer également les comportements de ces intervenantes afin de repérer les sources de biais.

2.1.2 Déroulement de l'expérimentation et cueillette des données

La mise à l'essai de notre séquence didactique avec *Bouchons les trous* a été précédée de quelques rencontres avec le groupe et l'enseignante. Nous décrivons, en ordre chronologique, l'ensemble des étapes qui constituent cette expérimentation dans les paragraphes qui suivent, mais d'abord, nous présentons un tableau-synthèse, le tableau I (p. 44), offrant un aperçu du déroulement de l'expérimentation.

Une première cueillette de données a eu lieu en décembre, au moment où l'enseignante abordait le chapitre de l'algèbre avec ses élèves. Nous avons consulté le cahiers de notes de cours d'un élève (voir annexe A) ainsi que l'examen semestriel auxquels les élèves ont été soumis (voir annexe A). Même si nous nous intéressons à la révision de la mise en équation algébrique dans la présente étude, il nous apparaissait intéressant d'essayer de documenter[2] les pratiques d'enseignement choisies par l'enseignante pour traiter de l'algèbre et, plus précisément, d'identifier

---

[2] La portion d'analyse qui concerne les pratiques de l'enseignante ne se trouvera pas dans le chapitre de l'analyse des résultats mais bien à l'annexe B.

Tableau I : Synthèse du déroulement de l'expérimentation

Lieu	Date	Description des activités	But des activités
Classe	15-12-03	▪ Rencontre avec l'enseignante-titulaire	Cueillir des travaux d'élèves pour documenter l'enseignement de l'algèbre donné en octobre.
Classe (P0)	27-01- 04	▪ Distribution aux élèves d'un document contenant 6 problèmes ▪ Assignation par les élèves d'un degré de difficulté pour chaque problème (F-M-D)	Connaître la perception des élèves quant au degré de difficulté de problèmes algébriques.
Laboratoire informatique (P1)	18-05-04	▪ Démonstration par ordinateur de *Bouchons les trous* ▪ Attribution d'un mot de passe à chaque élève ▪ Exploration-résolution par les élèves ▪ Bref retour pour corriger les essais des élèves	Permettre aux élèves de se familiariser avec *Bouchons les trous.*
Laboratoire informatique (P2)	20-05-04	▪ Création d'équipes de 4 élèves puis de 2 dyades ▪ Création de 3 problèmes par chaque dyade ▪ Assignation par les élèves d'un degré de difficulté différent pour chaque problème	Amener les élèves à s'investir dans la révision de la mise en équation algébrique en ayant une tâche nouvelle et inhabituelle à accomplir. Favoriser la dévolution. Changer le rapport au savoir. Changer le rôle de l'élève.
Laboratoire informatique (P3)	20-05-04	▪ Échange et résolution des problèmes entre les deux dyades d'une même équipe. ▪ Assignation par les élèves d'un degré de difficulté pour chaque problème reçu ▪ Échange en groupe ▪ Production d'une « recette » pour construire un bon item	Rendre réaliste la simulation de l'adoption du rôle de l'enseignant par l'élève. Comparer les perceptions des degrés de difficulté des problèmes des deux dyades. Amener le partage de stratégies développées par les élèves.
Classe (P4)	28-05-04	▪ Distribution aux élèves d'un document contenant les 5 mêmes problèmes qu'à la première rencontre en groupe. ▪ Assignation par les élèves d'un degré de difficulté pour chaque problème (F-M-D)	Évaluer l'apprentissage réalisé en comparant les perceptions des degrés de difficulté des problèmes avant et après l'expérience avec *Bouchons les trous.*

quelles procédures ses élèves utilisent pour faire la mise en équation d'un problème à partir de son énoncé en mots.

Le déroulement de l'expérience s'insère dans la grille horaire normale de l'école en utilisant quelques périodes allouées à l'enseignement des mathématiques. Une première visite (P0) a été faite au groupe, au milieu du mois de janvier, dans leur classe habituelle. Lors de cette visite, une liste de 6 problèmes provenant de leur cahier d'exercices « Carrousel mathématique 2 » parmi ceux ayant déjà été faits en classe ou en devoir, a été soumise aux 20 élèves du groupe. Ces problèmes étaient des énoncés en mots et la tâche de l'élève consistait à assigner un niveau de difficulté, soit facile (F), moyen (M) ou difficile (D) à chacun d'eux. Le but de cet exercice était de nous renseigner sur la perception que les élèves ont quant aux difficultés que pose la mise en équation de ces problèmes. Nous souhaitions recueillir les premières impressions des élèves pour chaque énoncé. Nous avons choisi de ne pas forcer la résolution des problèmes pour que cette dernière n'intervienne pas dans le jugement du degré de complexité.

En ce qui a trait au choix des problèmes, nous nous sommes référée à la classification de Bednarz et Janvier (1994) et nous avons d'abord retenu un problème de chaque structure. Par la suite, nous avons ajouté trois problèmes de comparaison puisque ce type de problème est celui qui se retrouve en plus grand nombre dans les manuels de deuxième secondaire (Marchand, 1997) et que nous voulions que notre échantillon de problèmes soit constitué de problèmes familiers aux élèves. Enfin, nous désirions que la première rencontre avec le groupe ne dure pas plus qu'une vingtaine de minutes, c'est pourquoi nous avons arrêté notre choix à six problèmes seulement.

Une fois que ces problèmes ont été distribués aux élèves, ceux-ci avaient pour tâche d'apposer le niveau de difficulté qu'ils leur accordaient. Ils devaient, dans la marge de chaque énoncé, (voir annexe B) inscrire la lettre F si le problème leur apparaissait facile, M s'il leur apparaissait de difficulté moyenne et D s'ils estimaient être en présence d'un problème difficile. Même si les élèves avaient ces énoncés de problèmes dans leur cahier, nous leur avons remis les 5 exercices sur une nouvelle feuille. D'abord, nous avons modifié certaines formulations de problèmes, il nous était ainsi plus facile de les présenter sous leur nouvelle forme que de demander aux élèves de procéder aux modifications dans leur cahier. Mais également, nous voulions empêcher que certains ne voient les solutions de ces problèmes et ne se laissent influencer par ces traces pour évaluer le niveau de difficulté. Nous avions aussi prévu un espace blanc entre chaque problème pour que les élèves qui souhaitaient les résoudre avant de juger de leur degré de difficulté puissent le faire.

L'étape suivante (P 1) s'est tenue vers le milieu du mois de mai, c'est-à-dire au moment où avait lieu la révision de la mise en équation dans la classe de l'enseignante. Une première période de cours s'est déroulée au laboratoire d'informatique et avait pour objectif de familiariser les élèves avec l'outil didactique *Bouchons les trous.* Une démonstration par ordinateur a d'abord été présentée aux élèves pour leur montrer le chemin à parcourir pour accéder à *Bouchons les trous*. Lors de cette étape, chaque élève avait son poste de façon à ce que chacun ait un premier contact avec la disposition des énoncés de problèmes du logiciel et les diverses commandes qu'implique son utilisation. Un mot de passe a été, par conséquent, distribué à chaque élève.

Lorsque l'élève ouvrait son compte *Bouchons les trous,* il trouvait successivement une suite de neuf énoncés de problèmes en mots accompagnés d'une équation. Il s'agissait de la même liste de problèmes ayant été classés par degré de difficulté par les élèves quelques mois auparavant avec trois items ajoutés. Nous en avons décidé ainsi d'abord parce que le nombre de problèmes qu'elle contenait nous semblait raisonnable pour amener l'élève à se familiariser avec le dispositif sans se blaser, puis, parce que le degré de difficulté des problèmes nous apparaissait ainsi suffisamment varié pour occuper l'ensemble des élèves à la réalisation de la tâche. Des parties d'énoncés ou d'équations ont toutefois été retirées dans chaque problème. Dans le choix des trous et des équations, nous nous sommes assurée de mettre l'élève en contact avec des items *Bouchons* diversifiés (ex : un « pas » de transformation déjà fait dans l'équation proposée, $3x = 27$ plutôt que $x + 2x = 27$; trou dans l'énoncé ou dans l'équation, etc.). Un même problème pouvait être présenté avec des parties manquantes différentes. L'élève était alors invité à compléter les trous. Nous verrons en détail l'ensemble des critères qui ont mené au choix de ces problèmes dans la section suivante. À la fin de cette période, un temps était prévu pour faire un retour avec les élèves et corriger leurs réponses. Ce moment devait nous donner l'occasion de travailler en groupe à rendre un même problème plus difficile, puis plus facile, afin de donner aux élèves des pistes pour débuter la tâche ardue de composition qui leur était proposée à la période suivante.

Deux jours plus tard, une deuxième période (P2) se déroulait au laboratoire informatique. Cette fois, les élèves étaient regroupés en équipes de quatre élèves. Deux élèves de la même équipe devaient travailler au même ordinateur. Les deux dyades ont d'abord été créatrices de problèmes. Le travail en équipe des élèves a été enregistré sur cassette audio afin de conserver des traces des échanges qui ont eu lieu entre les membres des dyades en cours de création de problèmes. Ces échanges langagiers nous seront utiles pour tenter d'identifier les connaissances mises en jeu lors de la fabrication des énoncés et des équations associées. Une caméra vidéo était également installée dans le laboratoire. Le visionnement du vidéo a servi à observer plus attentivement les conduites des élèves lors de la réalisation de cette tâche.

Par cette tâche, nous cherchions à plonger l'élève dans un contexte nouveau, dans une situation où c'est à lui que revient le rôle d'enseignant. Chaque dyade devait donc composer 3 problèmes de degré de difficulté donné (un problème facile, un problème moyen et un problème difficile). Les élèves étaient autorisés à regarder dans leur manuel pour s'inspirer au besoin. Ils devaient, par la suite, ajouter un commentaire indiquant le degré de difficulté qu'ils assignaient à chaque item, dans l'espace prévu pour celui-ci à l'écran. Le fait que les élèves créateurs eux-mêmes admettent qu'un problème est difficile pouvait, en quelque sorte, leur donner le loisir de se tromper. Par conséquent, nous voulions voir, puisqu'il s'agit de « leur difficile » à eux en tant qu'enseignants, si entre autres, l'habitude chez ces élèves à demander l'aide de l'enseignant promptement serait retardée. Démontreraient-ils le réflexe de baisser un peu le niveau de difficulté du problème? Demanderaient-ils de l'aide afin de parvenir à le composer malgré tout? Nous comparerons les conduites observées chez les élèves, lors du premier cours avec *Bouchons*, où des problèmes de l'enseignant leur avait été proposés, avec celles adoptées devant les problèmes créés par d'autres élèves.

Il est important de mentionner que le rôle de l'intervenante-expérimentatrice et son assistante ne se limitait pas uniquement à la prise de notes pendant les périodes de création des problèmes. En effet, pour éviter que ce soit la formulation de phrases dans un français acceptable qui devienne la difficulté de la tâche de composition d'items *Bouchons*, nous avons autorisé les trois intervenantes à aider les élèves à rédiger les problèmes à partir de leur dictée. Nous sommes consciente que la tournure de phrase peut jouer grandement sur les relations entre les données du problème. Les interventions faites ont donc demandé beaucoup de doigté afin de respecter le plus possibles les intentions de l'élève et de ne pas, par exemple, favoriser une formulation plus algébrique.

La même journée, en fin d'avant-midi, se tenait au laboratoire informatique la troisième période d'expérimentation (P3). Lors de celle-ci, les mêmes dyades avaient comme mission de résoudre les problèmes créés lors de la période précédente par leur dyade associée. Une fois de plus, nous leur demandions de préciser lequel des problèmes était, selon eux le problème difficile, le problème facile et le problème moyen parmi ceux fabriqués par leurs camarades. Il ne leur était toutefois pas possible de voir le commentaire au sujet du degré de difficulté fait par le créateur. Cette mesure a été prise afin d'éviter de perturber la perception que les résolveurs se faisaient de l'item. Les commentaires étaient visibles uniquement au moment ultime de l'annonce des résultats. Ces données seront analysées afin de voir si les élèves ont la même vision du degré de difficulté d'un problème algébrique à mettre en équation lorsqu'ils les composent et lorsqu'ils les résolvent. Nous souhaitons comprendre davantage ce qui se passe chez l'apprenant en difficulté lors de l'apprentissage de la mise en équation algébrique et nous sommes d'avis qu'en tentant de savoir ce qui est considéré facile, difficile ou de degré moyen par l'apprenant, nous obtiendrons des renseignements utiles pour arriver à faire une meilleure description des connaissances mises en œuvre lors de la résolution de ce type de problèmes. Encore une fois, nous avons enregistré les discussions entre les membres d'une même dyade.

Puis, nous avons procédé à une discussion en groupe à la fin de cette période. Ce retour a permis de partager les diverses stratégies auxquelles les équipes ont eu recours pour créer puis résoudre les items *Bouchons*. Nous avons finalement demandé aux élèves de produire une « recette » de composition des problèmes. C'est-à-dire que nous leur avons demandé de rédiger en quelques lignes une marche à suivre qui pourrait être un bon outil pour aider une personne à qui on demanderait la même tâche. Avec cette production, nous tenterons d'identifier les difficultés rencontrées par les élèves de même que les procédures appliquées pour les contourner.

Quelques jours après la troisième rencontre, nous avons fait des entrevues avec quelques équipes. Nous avons interrogé un membre de deux binômes différents; soit un binôme ayant éprouvé beaucoup de difficulté à concevoir des items *Bouchons* et un binôme l'ayant fait avec facilité. Ces entrevues étaient inspirées des « entretiens d'explicitation » (Vermersch, 1994) et avaient pour but de mettre en évidence les façons de procéder utilisées lors de la réalisation de la tâche proposée de même que les difficultés rencontrées.

Enfin, pour compléter notre démarche expérimentale, nous avons rendu à nouveau visite (P4) au groupe au moins une semaine après la troisième rencontre. Lors de cette visite, nous avons demandé une dernière fois aux élèves d'apposer un niveau de difficulté sur la même liste de problèmes présentée lors de la première visite et travaillée en laboratoire. Nous désirions ainsi voir ce qui resterait de cette période de révision impliquant *Bouchons les trous*.

2.1.3 Description des neufs items de la période 1 et de leurs critères de choix

Neuf problèmes ont été présentés aux élèves lors de la période 1, afin de leur permettre de se familiariser avec *Bouchons les trous,* dispositif par l'entremise duquel ils auraient à créer des items à trous à la séance suivante. Le choix de ces neuf items se base sur douze critères élaborés par Coulange et René de Cotret (2002). Nous nous attardons, dans un premier temps, à décrire ces critères puis suivra une analyse des neuf items en fonction de ces critères.

2.1.3.1 Les douze critères de choix

A. L'existence de liens entre les données du problème.

En premier lieu, on détermine si le problème est connecté ou déconnecté. Rappelons qu'un problème est dit déconnecté s'il ne présente pas de liens entre les données connues et inconnues menant directement à la valeur cherchée.

B. La nature de l'inconnue

Ce deuxième critère classe l'inconnue dans l'une des quatre catégories suivantes : explicite, implicite, implicite désignée, camouflée.

Dans certains problèmes, la valeur cherchée est assignée d'emblée à une inconnue de l'équation dans l'énoncé. On y retrouvera alors une formulation du type « soit x ... ». Dans un tel cas, la nature de l'inconnue est dite explicite.

Dans d'autres problèmes, on laisse la tâche d'assignation d'une inconnue à la valeur cherchée au résolveur mais on fournit quelques indices dans la formulation de la question. À titre d'exemple, dans le problème suivant, on n'indique pas clairement quelle est l'inconnue mais on précise qu'on cherche à connaître les deux nombres :

> *Deux nombres ont une somme de 50. Si l'un des deux nombres est le triple de l'autre moins 2, quels sont les deux nombres?*

On dira, par conséquent, que l'inconnue est <u>implicite</u>.

Si dans l'exemple précédent, on avait opté pour la formulation « ... *quel est le plus grand nombre ?*», on aurait dit de l'inconnue qu'elle était <u>implicite désignée</u>. En effet, dans une telle présentation de la question, on désigne laquelle des données est l'inconnue.

Il est également possible que, dans un problème, la quantité inconnue recherchée selon la question ne corresponde pas à la quantité inconnue permettant de rédiger l'équation. L'inconnue est, dans ce cas, dite <u>camouflée</u>.

Exemple :

> *Julie doit ranger ses livres dans une bibliothèque comportant un certain nombre de rayons. Si elle en place 5 par rangée, il lui en reste 4. À 6 par rangée, il lui manque 2 livres pour compléter la dernière rangée. Combien de livres Julie possède-t-elle ?*

Dans cet exemple, l'inconnue conduisant à l'équation la plus simple est le nombre de rangées et elle est camouflée. En effet, elle ne correspond pas à l'élément posé dans la question. Trouver d'abord le nombre de rangées permet ensuite aisément de découvrir le nombre de livres que possède Julie.

C. La nature des relations entre les données

Ce troisième critère donne aux relations la caractéristique implicite ou explicite. On dira d'une relation qu'elle est explicite lorsqu'elle relève de la traduction littérale de mots français en une opération mathématique (ex : double -> x2, somme -> +). Alors qu'on qualifiera une relation d'implicite lorsqu'un calcul préalable est requis pour l'introduire correctement dans l'équation (ex : en tout -> +, partagé -> ÷).

D. Le nombre d'inconnues et le nombre d'équations

Pour ce critère, on fait le décompte du nombre d'équations et d'inconnues du problème.

E. La nature de l'équation

Ce cinquième critère indique si le problème se traduit par une équation du premier ou du second degré. On y précise de plus si la ou les inconnues sont d'un seul coté ou de part et d'autre de l'égalité et si l'équation, dans ce cas, a la forme $ax + b = cx + d$.

F. Le nombre de «pas» de transformation

Ce critère dénombre les transformations mathématiques nécessaires pour associer l'équation proposée à l'énoncé du problème. Lorsqu'une traduction littérale est effectuée, il n'y a pas de « pas » dans le problème. On pourrait dire en quelque sorte qu'on pose l'équation (ou le système) canonique du problème. Par contre, si les équations diffèrent des canoniques, c'est qu'il y a eu un ou des « pas » de transformation.

À titre d'exemple, analysons le libellé suivant :

> *Luc et Julie possèdent au total 42 billes ensemble. Luc a le double du nombre de billes de Julie. Combien de billes ont-ils chacun ?*

- Si les équations proposées sont $x + y = 42$ et $x = 2y$, nous dirons qu'il n'y a pas de « pas » de transformation.
- Si l'équation suggérée est $x + 2x = 42$, nous dirons qu'il y a un « pas » de transformation puisqu'une substitution est nécessaire pour passer de la traduction littérale à cette nouvelle forme d'équation.
- Si l'équation associée est $3x = 42$, nous dirons qu'il y a deux « pas » de transformation. En effet, une opération algébrique a été nécessaire pour passer de l'étape précédente à celle-ci.

Bien que les pas de transformation ne soient pas tous de même nature (substitution arithmétique, susbtitution algébrique, etc), nous ne nous attardons pas à en décrire les caractéristiques de façon détaillée. Nous nous intéressons davantage à la quantité de « pas » présents dans les problèmes.

G. Le nombre de trous

Il s'agit, pour répondre à ce critère, de dénombrer les trous insérés dans le problème.

H. Le lieu du ou des trous

Ce neuvième critère indique si le trou se trouve dans l'équation ou dans l'énoncé.

I. La nature du ou des trous

Par ce critère, on classe les composantes du ou des trous. La partie d'énoncé manquante peut être un opérateur, une donnée, un mot, une inconnue ou encore une combinaison de deux ou plusieurs de ces éléments.

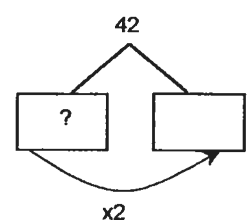
J. L'existence d'une équivalence entre l'énoncé du problème et l'équation

Pour décrire ce onzième critère, il peut être utile de faire appel à la classification par schéma (Bednarz et Janvier, 1994). Il s'agit de faire le schéma de l'énoncé puis celui de l'équation puis de vérifier si les deux schémas ont la même structure. Si oui, on dit qu'il y a équivalence.

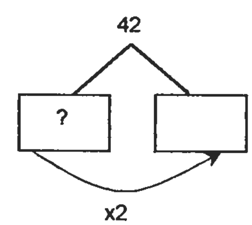
Prenons, en exemple, à nouveau le problème suivant :

Luc et Julie possèdent au total 42 billes ensemble. Luc a le double du nombre de billes de Julie. Combien de billes ont-ils chacun ?

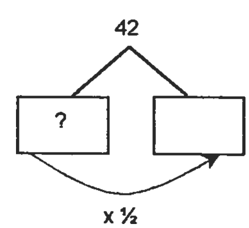
Le schéma du libellé est le suivant :



- Si l'équation proposée est $x + 2x = 42$, nous dirons qu'il y a correspondance parce que le schéma est le même.



- Si l'équation proposée est $x + ½x = 42$, nous dirons qu'il n'y a pas de correspondance parce que le schéma est différent de celui de l'énoncé.



K. Le domaine de définition de l'inconnue

Ce douzième critère définit l'ensemble ou l'intervalle de réponse dans lequel se trouve la valeur cherchée.

L. La correspondance entre l'inconnue et la question posée

Pour ce critère, nous nous intéressons au lien entre l'inconnue et ce qui est demandé dans la question. Parfois, trouver la valeur de l'inconnue suffit pour répondre à la question posée et ainsi résoudre le problème, comme dans le problème suivant :

> *Luc et Julie possèdent au total 42 billes ensemble. Luc a le double du nombre de billes de Julie. Combien de billes Luc a-t-il ?*

Nous dirons alors qu'il y a correspondance puisqu'en posant x comme étant la nombre de billes de Luc, il est possible de répondre directement à la question posée.

Dans d'autres problèmes, trouver la valeur de l'inconnue ne permet pas de répondre directement à la question posée dans le libellé, des relations supplémentaires entre les données étant requises. Par exemple, dans le problème suivant, il n'y a pas de correspondance :

> *Luc et Julie possèdent au total 42 billes ensemble. Luc a le double du nombre de billes de Julie. Combien de billes chacun a-t-il ?*

En effet, quel que soit le x posé, une fois sa valeur trouvée, il est nécessaire de faire une opération supplémentaire pour trouver la valeur de la deuxième inconnue.

2.1.3.2 Nos neufs items de la période 1 et leur analyse critériée

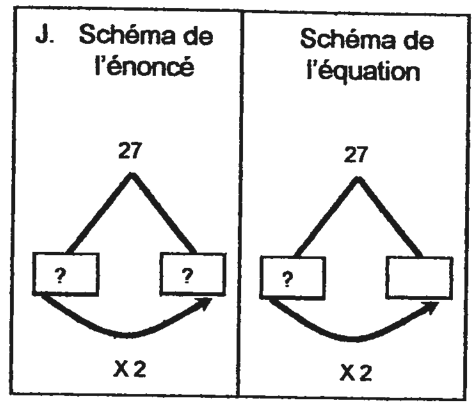
Analysons, à présent, les neufs items présentés aux élèves lors de la première période d'expérimentation en se référant aux douze critères que nous venons de décrire.

1. PROBLÈME DE COMPARAISON

La somme de deux nombres est 27. Sachant que l'un des nombres est [le double][3] de l'autre, quels sont les deux nombres? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.75, #5)

$$x + 2x = 27$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite
C. Relations explicites
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1^{er} degré ; inconnue d'un seul côté
F. 1 « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans problème
I. Opérateur et donnée
J. Équivalence énoncé-équation
K. |R
L. Non correspondance inconnue-question

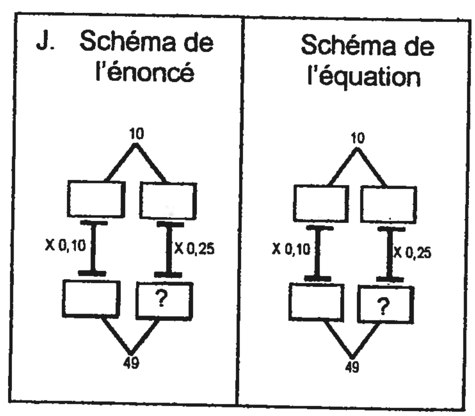


2. PROBLÈME DE TAUX

Roberto a 10 $ en pièces de 25 cents et de 10 cents. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents ? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.78, #29)

$$0{,}25\,x + 0{,}10\,[(49 - x)] = 10$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations implicites
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1^{er} degré ; inconnue d'un seul côté
F. 1 « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans équation
I. Inconnue, opérateur et donnée
J. Équivalence énoncé-équation
K. 0 ≤ inconnue ≤ 49
L. Correspondance inconnue-question



---

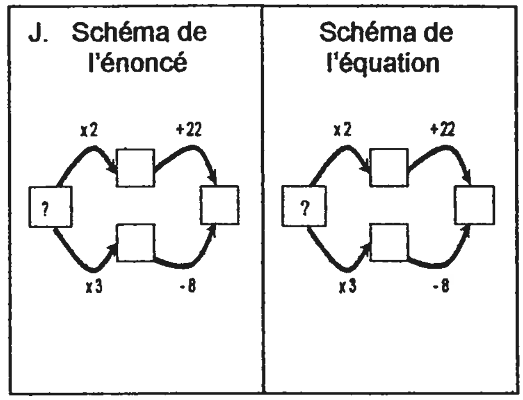
[3] Les crochets indiquent l'emplacement du trou dans l'item.

3. PROBLÈME DE TRANSFORMATION

Vingt-deux [de plus] que le double de l'âge de Stéphanie représente 3 fois son âge moins 8. Quel âge a-t-elle ? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.76, #10)

$$2x + 22 = 3x - 8$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations explicites ; traduction littérale
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1er degré ; forme ax + b = cx + d
F. Aucun « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans problème
I. Opérateur
J. Équivalence énoncé-équation
K. |R+
L. Correspondance inconnue-question

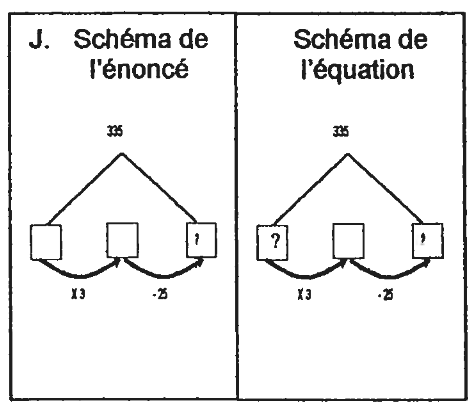


4. PROBLÈME DE COMPARAISON

Les skis de Sonia ont coûté 25$ de moins que le triple du coût des fixations. Sachant qu'elle a déboursé en tout 335$, combien les skis ont-ils coûté? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.76, numéro11)

$$3x\,[-\,25] = y$$
$$x + y = 335$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations explicites sauf pour « en tout »-> relation implicite
D. 2 inconnues, 2 équations
E. 1er degré ; inconnues de part et d'autre du signe « = » (1ière éq.) et inconnues d'un seul côté (2ième éq.)
F. Aucun « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans équation
I. Opérateur et donnée
J. Équivalence énoncé-équation
K. 0 ≤ inconnue ≤ 335
L. Non correspondance inconnue-question

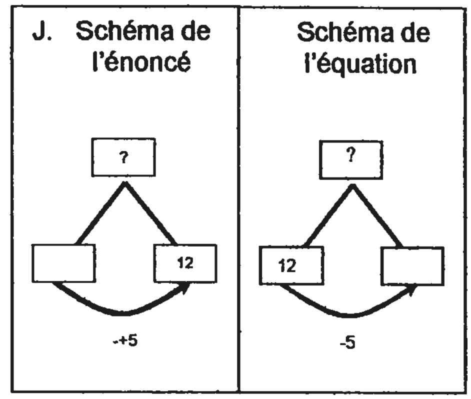


5. PROBLÈME CONNECTÉ

Un plateau contient des biscuits au chocolat et d'autres à l'érable. Il y a 5 biscuits au chocolat de plus que ceux à l'érable. Sachant qu'il y a 12 biscuits au chocolat, combien y a-t-il de biscuits en tout ?

$$x = 12 + [\,12 - 5\,]$$

A. Connecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations explicites
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1er degré ; inconnue d'un seul côté
F. 1 « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans équation
I. Opérateur et données
J. Équivalence énoncé-équation
K. |R
L. Correspondance inconnue-question

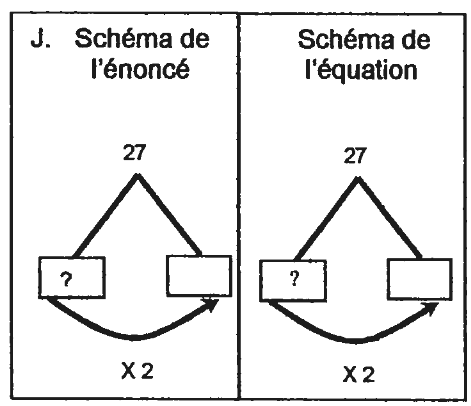


6. PROBLÈME DE COMPARAISON

Deux nombres ont une somme de 27. Si l'un des deux nombres est [le double] de l'autre, quel est le plus petit nombre ? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.75, #5)

$$x + 2x = 27$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations explicites
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1er degré ; inconnue d'un seul côté
F. 1 « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans problème
I. Opérateur et donnée
J. Équivalence énoncé-équation
K. |R
L. Correspondance inconnue-question

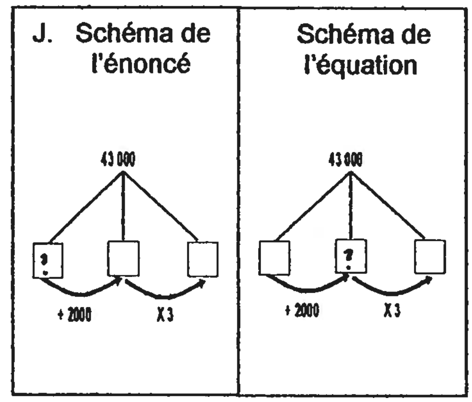


7. PROBLÈME DE COMPARAISON

Un héritage de 43 000$ a été partagé entre 3 frères : Jean, Daniel et Pascal. Jean a reçu le triple de Daniel. Daniel a reçu 2000 $ de plus que Pascal. Combien d'argent Pascal a-t-il reçu ? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.77, #11)

$$x + x + 2000 + 3x + [6000] = 43\,000$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations implicites (« partagé ») et explicites (« triple »)
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1[er] degré ; inconnue d'un seul côté
F. 3 « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans équation
I. Donnée et opérateur implicite, car une transformation a été effectuée
J. Équivalence énoncé-équation
K. 0 ≤ inconnue ≤ 43 000
L. Correspondance inconnue-question

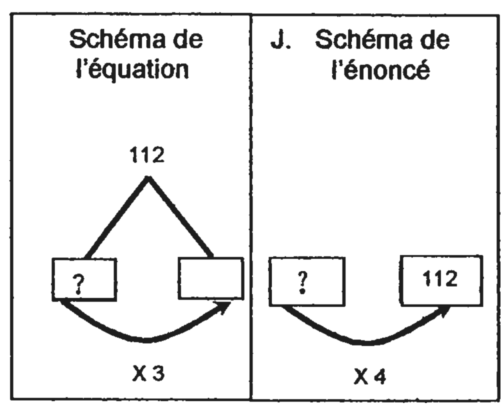


8. PROBLÈME DE COMPARAISON

L'âge de Marie-Anne est le [triple] de celui de Mélanie. Sachant que la somme de leur âge est 112 ans, trouve l'âge de Mélanie.

$$4x = 112$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations explicites
D. 1 inconnue, 1 équation
E. 1[er] degré ; inconnue d'un seul côté
F. 2 « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans problème
I. Opérateur et donnée
J. Non équivalence énoncé-équation
K. 0 ≤ inconnue ≤ 112
L. Correspondance inconnue-question

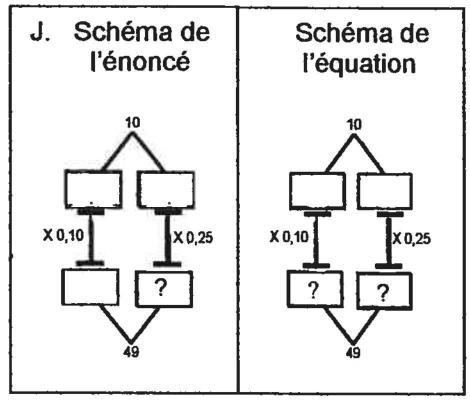


9. PROBLÈME DE TAUX

Roberto a 10 $ en pièces de 10 cents et de [25 cents]. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents ? (Carrousel mathématique 2, cahier d'exercices, p.78, #29)

$$x + y = 49$$
$$0{,}10\,x + 0{,}25\,y = 10$$

A. Déconnecté
B. Inconnue implicite désignée
C. Relations implicites
D. 2 inconnues, 2 équations
E. 1er degré ; inconnue d'un seul côté
F. aucun « pas »
G. 1 trou
H. Trou dans problème
I. Donnée
J. Équivalence énoncé-équation
K. 0 ≤ inconnue ≤ 49
L. Non correspondance inconnue-question



2.2 ANALYSE A PRIORI

Nous venons de décrire les tâches qui sont proposées aux élèves pendant notre expérimentation. Bien que nous ne sachions exactement de quelle façon réagiront les élèves face au travail demandé, nous avons certaines hypothèses quant aux erreurs qu'ils risquent de faire, aux difficultés qu'ils sont susceptibles d'éprouver ainsi qu'aux procédures auxquelles ils pourraient recourir. C'est ce dont nous discutons dans cette analyse a priori. Les éléments soumis à l'analyse pour les tâches de chacune des périodes d'expérimentation sont regroupés dans le tableau qui suit (tableau II, p.62).

Tableau II : Éléments traités lors de l'analyse a priori

Période	Tâches à réaliser par les élèves	Éléments soumis à l'analyse
1.	Résoudre des items *Bouchons*	• Choix des problèmes -Erreurs anticipées -Degrés de complexité anticipés • Conduites anticipées
2.	Créer des items *Bouchons* et assigner un degré de difficulté	• Procédures anticipées -Choix des problèmes -Choix des trous -Choix des relations -Choix des nombres -Difficultés anticipées -Erreurs anticipées • Conduites anticipées
3.	Résoudre les problèmes des autres dyades et assigner un degré de difficulté	• Difficultés anticipées et Erreurs anticipées • Conduites anticipées

2.2.1 Première période d'expérimentation (P1)

Attardons-nous d'abord à la première période d'expérimentation, c'est-à-dire la phase d'exploration du dispositif *Bouchons les trous* dans laquelle la tâche à réaliser consistait à résoudre neufs items[4]. Nous nous intéresserons, en premier lieu, au choix de ces items puis aux conduites anticipées, c'est-à-dire aux comportements des élèves auxquels nous nous attendons lors de la réalisation de cette première tâche.

[4] Afin de permettre au lecteur de suivre aisément la description, une liste des neuf problèmes est disponible à l'annexe D, sur une feuille dépliable.

- **Choix des 9 problèmes**

Des problèmes semblables

Nous traitons des problèmes 1 et 6 en même temps puisqu'ils sont presque identiques. La seule différence qui existe entre les deux est la formulation de la question qui n'oriente pas le choix de la variable. Nous avons choisi de soumettre ces deux problèmes aux élèves afin de voir si le fait de poser la question «Quels sont ces deux nombres?» (au numéro 1) au lieu d'opter pour «Quel est le plus petit nombre?» (au numéro 6) aurait un impact quelconque. Nous croyons que cette différence n'aura pas d'influence quant à la réponse donnée. Nous pensons qu'il s'agit d'un problème facile pour les élèves (Bednarz et Janvier, 1993) et que la plupart des élèves arrivera à combler le trou correctement sans trop de mal. Cependant, nous émettons l'hypothèse que cette différence aura un impact sur le degré de complexité assigné aux problèmes. Les élèves de cette classe semblent davantage familiers avec des problèmes dont la question est l'inconnue du problème, comme dans le cas du problème numéro 1. Ainsi, nous nous attendons à avoir, d'une part, plus d'élèves qui considèrent cet item comme facile et d'autre part, plus d'élèves qui considèrent que le problème est plus ardu dans le cas où la question demande de trouver les deux nombres, comme c'est le cas au numéro 6. Nous pensons également que certains élèves nous feront remarquer qu'il s'agit du même problème et qu'ils leur apposeront le même degré de difficulté.

Nous anticipons que les élèves combleront les trous avec une formulation différente de la nôtre, en utilisant davantage leurs mots à eux. Par exemple, au lieu du «double», nous nous attendons à des réponses du type «deux fois plus grand» même si cela provoque de petites erreurs de syntaxe dans le libellé. L'exercice d'une mise en équation où l'écriture de mots est requise est une tâche nouvelle pour les élèves et ceux-ci porteront peut-être plus d'attention à l'exactitude des relations entre les données qu'à la qualité syntaxique de leur réponse.

De même, deux autres problèmes sont très semblables. Il s'agit des problèmes numéro 2 et numéro 9 qui ont le même libellé mais dont l'équation associée diffère. Nous avons puisé ce libellé dans le cahier d'exercices des élèves mais nous avons modifié sa formulation. Nous avons donc pris l'initiative de changer l'énoncé du problème en remplaçant «... combien a-t-il de 25 cents et de 10 cents?» (au numéro 2) par «...combien a-t-il de pièces de 25 cents?» (au numéro 9). En demandant aux élèves de juger du degré de difficulté de ces problèmes, nous cherchons à voir si, comme nous, ils perçoivent le numéro 2 comme étant plus difficile que le numéro 9. Le numéro 2 contient un «pas de transformation» qui requiert une substitution algébrique. La présence de pas de transformation est, selon nous, un élément complexifiant dans la complétion de l'équation. Cependant, le numéro 2 est présenté avec un système à deux équations. Cette notion n'étant pas au programme de deuxième secondaire, peu d'élèves ont déjà vu ce type de système. Il nous apparaît donc intéressant de voir si la présence d'un tel élément aura un impact sur l'assignation du degré de difficulté.

Des pièges

Le problème numéro 5 est le seul problème connecté soumis aux élèves lors de cette période. Il est en soi un problème très facile à résoudre pour la plupart des élèves de deuxième secondaire. Cependant, le fait d'obliger les élèves à passer par une mise en équation algébrique pour traduire l'énoncé contribue, en quelque sorte, à alimenter la confusion concernant les liens qui existent entre les deux sortes de biscuits. Il s'agit donc d'un problème bien facile, pour des élèves de leur niveau, que nous avons travaillé à rendre un peu plus difficile de manière à pouvoir l'insérer dans notre liste.

Nous cherchons, ici, à savoir si les élèves décèlent l'existence des problèmes connectés (sans bien sûr les nommer ainsi) et s'ils les considèrent faciles.

Le numéro 8, quant à lui, est le problème qui, selon nous, suscitera le plus d'erreurs. Dans un contexte papier-crayon, nous croyons que les élèves arriveraient à traduire correctement le libellé en l'équation $x + 3x = 112$ et que ce problème serait bien réussi par la plupart. Cependant, l'équation fournie est plutôt $4x = 112$ et le mot à déduire est le *triple*. La présence du pas de transformation algébrique, ici, fait en sorte que nous nous attendons à observer la réponse le *quadruple* plus d'une fois. De plus, nous sommes d'avis que les élèves assigneront un degré de complexité faible à cet item puisqu'ils penseront avoir la bonne réponse en écrivant le *quadruple*.

<u>Les autres problèmes</u>

Pour cette période de familiarisation avec le dispositif *Bouchons les trous,* nous voulions soumettre un échantillon de problèmes de plusieurs types de structures (Bednarz et Janvier, 1994) de manière à ouvrir les yeux des élèves sur un vaste éventail de possibilités de problèmes à créer ou à modifier lors de la période suivante. Nous avons donc complété notre liste avec les problèmes numéros 3, 4 et 7 qui ont chacun au moins une caractéristique différente des problèmes précédents.

Le numéro 3 est un problème de transformation. Ce type de problème est réputé difficile à résoudre pour les élèves. En effet, la présence de la même inconnue de chaque côté de l'égalité contribue à rendre plus ardue la résolution. Cependant, la résolution n'est pas demandée dans le contexte de *Bouchons les trous.* Nous considérons que le degré de complexité est atténué par le fait que, dans l'item proposé, l'équation est déjà posée. Aussi, son interprétation en étudiant les relations entre les données donne lieu à une traduction directe assez simple. Nous avons traité, dans le chapitre précédent, de la controverse au sujet de la traduction syntaxique évoquée par certains chercheurs, notamment Macgregor et Stacey (1993) et nous sommes, par conséquent, curieuse de connaître la perception des élèves vis-à-vis ce type de problèmes. Pour notre part, nous assignons le degré de complexité moyen à cet item.

Le numéro 4 est un problème de comparaison traduit par un système à deux équations qui n'est présenté qu'une seule fois, contrairement au libellé des problèmes numéro 2 et numéro 9. Dans ce dernier cas, des liens entre les équations et le libellé ont pu être faits lors de la lecture du problème contenant une seule équation facilitant ainsi la compréhension du problème constitué du système à deux équations. Il nous apparaît donc pertinent de soumettre, seul, un problème à deux équations pour vérifier si les élèves parviennent à décortiquer les relations entre le libellé et ses équations associées. Aussi, ce problème contient une difficulté supplémentaire. Il s'agit du *25 de moins* que les élèves ont généralement tendance à traduire par *25 -*. Nous voulons voir s'ils percevront comme un obstacle, le fait que l'expression *25 –* soit invalidée par la forme de l'équation à trou et que cela les force à trouver autre chose pour combler l'espace vacant.

Le numéro 7 a subi à son tour quelques modifications. D'abord, nous avons choisi de demander uniquement le montant possédé par Pascal, et non, le montant de chacun des trois frères pour ne pas répéter les mêmes observations qu'aux numéros 1 et 6. En plus, dans la formulation initiale de ce problème, on retrouvait à nouveau le lien « ...de moins que... » entre deux inconnues. Nous avons donc décidé de remplacer celui-ci par « ...de plus que... » pour assurer une variété dans le choix des problèmes et de leurs difficultés respectives. Nous avons donc réorganisé l'énoncé en conséquence. Ce problème est un problème de comparaison à trois branches contenant un «pas» de transformation dans son équation. En effet, la distributivité a déjà été faite dans la traduction en équation du libellé (3(x +2000) est devenu 3x + 6000) et le trou à combler est le *6000*. Nous nous attendons à ce que les élèves répondent majoritairement *2000* oubliant ainsi de faire la distributivité. Il s'agit selon nous d'un problème moyen-difficile pour les élèves.

- **Les conduites anticipées**

L'activité proposée est nouvelle et inhabituelle pour les élèves. Nous croyons que cela contribuera à leur donner le goût de la mettre à l'essai. De plus, les élèves savent qu'ils devront utiliser ce dispositif afin de créer des items à la seconde période d'expérimentation. Ils profiteront donc, selon nous, de cette phase exploratoire pour faire des essais et tenter de s'approprier le plus possible les commandes.

Dès le début de l'activité, nous croyons que les élèves poseront un grand nombre de questions concernant les manipulations du dispositif informatique puisqu'ils en seront à leur tout premier contact avec *Bouchons les trous*.

Nous nous attendons, également, à ce que les élèves appellent rapidement à l'aide après avoir réalisé que la validation de leur réponse ne se fait pas après chaque problème par le dispositif. Nous pensons qu'ils accepteront toutefois de terminer la tâche lorsque nous les aurons avisés que la correction complète de leur travail leur sera présentée à la toute fin de cette première activité.

2.2.2 Deuxième période d'expérimentation (P2)

La deuxième période d'expérimentation est précisément celle où les élèves, en dyade, ont à camper le rôle de l'enseignant et procéder à la création de trois items avec le dispositif *Bouchons les trous*. Nous nous attarderons aux procédures anticipées quant à la fabrication des items ainsi qu'aux conduites anticipées.

- **Les procédures anticipées pour la composition de problèmes**

La tâche proposée aux élèves donne une grande liberté quant au type de problèmes à composer. Nous avons fourni une feuille (voir annexe E) comportant une liste d'exemples de libellés d'un côté et une liste d'exemples d'équations de l'autre pour remédier aux pannes d'idées. Or, bien que nous sachions qu'il est difficile de composer des problèmes, nous croyons que les élèves auront davantage envie de laisser aller leur imagination en s'inspirant de sujets qui les touchent plutôt que de s'occuper à modifier nos exemples. D'autre part, même si des élèves choisissaient de formuler des problèmes fort semblables à ceux suggérés, le travail de traduction de l'équation en énoncé (ou vice versa) resterait à faire puisque les équations et les énoncés proposés ne sont pas en lien les uns avec les autres sur la feuille fournie.

Quant à l'ordre de composition des trois items, nous croyons que la majorité des élèves débuteront par la composition de l'item facile et termineront par le problème difficile. Nous pensons que les élèves seront tentés d'adopter un même type de structure pour leurs trois problèmes, qu'ils en modifieront les objets en cause et qu'ils assureront la progression du degré de difficulté, le plus souvent, par l'insertion de nombre plus gros ou de fractions. Nous nous attendons à rencontrer davantage de problèmes de type comparaison puisque les élèves sont plus familiers avec ceux-ci. Peut-être les élèves complexifieront-ils aussi leurs items en augmentant le nombre de parties en cause (en ajoutant des branches, par exemple) dans leurs problèmes de comparaison et en ajoutant des relations entre les parties?

Nous anticipons également une présence plus fréquente de trous dans l'énoncé que dans l'équation puisque cela est un élément de nouveauté dans la tâche à réaliser qu'ils risquent d'avoir envie d'exploiter.

La seule contrainte reliée à la tâche proposée étant de devoir être en mesure de fournir l'équation associée au libellé, nous prévoyons que quelques élèves procéderont à la fabrication de leur problème difficile en commençant par composer l'énoncé et éprouveront, par la suite, de la difficulté à procéder à une bonne mise en équation. Nous croyons que si les élèves, en faisant la résolution de leur item, se rendent compte qu'il est déficient, ils tenteront de réduire un peu le niveau de difficulté que présente leur libellé.

- **Les conduites anticipées**

Nous nous attendons à ce que peu de dyades soient en panne d'idées dès le début de l'activité. Nous croyons que les appels à l'aide se feront davantage pour la validation des équations fournies. De plus, comme la tâche proposée n'impose pas de trouver une réponse précise, nous prévoyons que la majorité des dyades s'investiront dans le travail à réaliser mais ajusteront à leur niveau d'habileté les problèmes qu'ils créeront.

Cette liberté contribuera, selon nous, à faire baisser l'anxiété de l'échec chez ces élèves. Nous anticipons, par conséquent, un investissement important de la part des participants. Si nous leur demandons de composer des items, c'est que nous souhaitons qu'ils incarnent le rôle d'enseignant pour un moment. Nous croyons qu'ils entreront dans le jeu et qu'ils s'efforceront de créer des problèmes qu'ils considèrent vraiment difficiles.

Aussi, nous nous attendons à des questions d'ordre technique concernant la façon de créer des items avec *Bouchons les trous*. Même si une marche à suivre est donnée à chaque étape par le dispositif lui-même, nous pensons que les élèves auront besoin de se sécuriser sur la façon de procéder pour créer les trous à l'endroit voulu ou pour bien effectuer le retranchement de certaines parties de l'item.

2.2.3 Troisième période d'expérimentation (P3)

La troisième et dernière période d'expérimentation est la période d'échange des items fabriqués entre dyades. Nous nous attarderons principalement à décrire nos prévisions quant aux difficultés et aux erreurs qui pourraient survenir à ce moment ainsi qu'aux conduites anticipées.

- **Les difficultés et les erreurs anticipées**

La troisième période d'expérimentation est en soi une étape secondaire de notre processus expérimental. Elle a pour but de rendre réaliste la tâche principale, c'est-à-dire l'activité de composition d'items. Bien que nous ayons moins d'attentes lors de cette activité, nous considérons sa présence indispensable pour rendre la tâche signifiante aux yeux des élèves. En effet, si les élèves qui jouent aux profs n'ont pas d'élèves à qui proposer leurs problèmes, la tâche proposée perd son sens en grande partie.

Comme nous ne procédons pas à la correction des items avant que ceux-ci ne soient échangés entre les dyades, nous anticipons que les erreurs faites lors de la création provoqueront des erreurs ou des confusions lors de la troisième période d'expérimentation.

- **Les conduites anticipées**

Nous prévoyons que les élèves se sentiront suffisamment «expert dans la création d'items» pour procéder d'emblée à une critique des items reçus. Nous anticipons recueillir des commentaires suggérant des façons de corriger les items inadéquats pour qu'ils deviennent de bons items.

Nous anticipons également une baisse du nombre de questions reliées aux manipulations du dispositif puisque les élèves en seront à leur troisième période d'utilisation du même support informatique.

Finalement, nous souhaitons une diminution des questions concernant la tâche de résolution d'items à trous ou du moins une évolution dans le modèle des questions posées, ce qui démontrerait qu'un certain apprentissage a été fait au cours des activités proposées.

CHAPITRE 3 : TRAITEMENT ET ANALYSE DES RÉSULTATS

L'expérimentation faite auprès d'élèves en difficulté d'apprentissage nous a permis de rassembler un grand nombre de données en lien avec nos sous-questions de recherche exposées au chapitre précédent. De toute évidence, une multitude de voies auraient pu être empruntées pour procéder au traitement et à l'analyse des résultats. Nous avons, pour notre part, choisi de compiler d'abord en tableaux les éléments observés se rattachant à une même sous-question de recherche et de faire, par la suite, l'interprétation des résultats pour chacune des cinq premières sous-questions en tentant d'y répondre. Enfin, la sixième et dernière question, qui traite de l'efficacité du dispositif, passe brièvement en revue toutes les autres sous-questions abordées en s'intéressant précisément à faire ressortir les avantages et les inconvénients de l'utilisation de *Bouchons les trous* pour une telle tâche.

Dans les pages qui suivent, nous présentons les tableaux permettant d'avoir une vision d'ensemble des éléments d'analyse suivis de leur interprétation respective et ce, pour chacune des périodes d'expérimentation. Chaque section débute par un bref rappel de la sous-question de recherche traitée.

3.1 SOUS-QUESTION 1 ET 2 : DÉVOLUTION

Dans la section consacrée à l'élaboration des objectifs de recherche, en particulier dans la partie des questions de recherche retenues, nous avions énoncé les sous-questions 1 et 2 séparément de la façon suivante :

- Quelles sont les conduites adoptées par les élèves face à ces nouvelles tâches impliquant des problèmes à trous? (position d'attente/ de recherche)

- Quels sont les effets du changement de rôle de l'élève sur la dévolution ?

Or, en procédant au traitement des données, nous avons considéré ces 2 sous-questions comme étant étroitement liées l'une à l'autre. En effet, la deuxième sous-question traite de l'acceptation de la tâche par les élèves. Nous cherchons à savoir si, dans ce contexte où le rôle de l'élève est modifié, la dévolution se réalise ou non. Ce sont les conduites adoptées par les élèves face à cette nouvelle tâche, notamment leur position d'attente ou de recherche, qui nous permettra de conclure qu'ils acceptent ou non de s'investir activement dans l'activité proposée.

3.1.1 Période 1

Nous présentons, dans le tableau III (p. 75), l'ensemble des éléments relatifs aux deux premières sous-questions observées lors de la première période en classe.

Ce tableau regroupe divers éléments donnant des indices sur les conduites adoptées par les élèves lors de la première des trois périodes consacrées à notre expérimentation. La première colonne correspond aux élèves participant à l'activité de familiarisation avec *Bouchons les trous.* Notons que deux élèves portant la même lettre formeront une dyade lors des deux périodes subséquentes. La deuxième colonne, celle intitulée *Position attente/recherche*, fait état de la position adoptée par l'élève au cours de la tâche. Certaines conduites nous permettent de qualifier la position d'un participant. Par exemple, un élève qui fait des calculs, qui tient des échanges verbaux avec ses voisins ou qui vérifie ses réponses dans le but de résoudre correctement les items qu'on lui propose est considéré en position de recherche (R). Au contraire, un

Tableau III : Dévolution (période 1)

	Position Attente/recherche	Demandes d'aide	Taux de réussite	Modifications-Durée	Acharnement
A1	A-R-A	2 fois	4/7	5 Modifications-39 min	Oui
A2	-----	-----	3/9	0 Modification-24 min	-----
B1	R	2 fois	6/9	3 Modifications-24 min	Oui
B2	R	-----	7/9	0 Modification-13 min	Oui
C1	R	1 fois	6/9	0 Modification-28 min	Oui
C2	R-	0 fois	5/9	1 Modification-17 min	Non
D1	R	1 fois	4/9	1 Modification-21 min	Oui
D2	-----	-----	1/9	0 Modification-12 min	Non
E1	-----	-----	4/9	2 Modifications-27 min.	-----
F1	R	0 fois	8/9	0 Modification-30 min.	Oui
F2	R	0 fois	4/9	1 Modification-22 min.	Oui
G1	R	5 fois	3/9	0 Modification-29 min.	Oui
G2	-----	-----	5/9	0 Modification-21 min.	-----
H1	-----	-----	5/9	1 Modification-25 min.	-----
H2	A-R-A	3 fois	2/5	0 Modification-30 min.	Non

élève qui ne se soucie pas de donner une réponse juste, qui a des conversations anodines avec ses voisins ou qui se désintéresse carrément de la tâche est dit en *position d'attente* (A). Dans le cas où un même élève a des conduites relevant des deux types de position, nous avons alors utilisé une séquence de lettres notant les transitions dans le type de position (ex : A-R-A).

Les troisième et quatrième colonnes, quant à elles, nous renseignent respectivement sur le nombre d'appels à l'aide fait par l'élève et le taux de problèmes réussis sur le total de problèmes faits. Ainsi, un élève qui, dans la colonne intitulée *Taux de réussite* obtient 4/7, a eu 4 bonnes réponses sur les 7 problèmes pour lesquels il a tenté une réponse. La colonne *Modifications-Durée* nous informe sur le nombre de modifications effectuées par l'élève à ses réponses en plus de nous donner le nombre de minutes totales qu'il a consacrées au problème. Enfin, la dernière colonne, celle portant le titre *Acharnement*, se veut une appréciation globale de l'investissement mis par l'élève dans la tâche et se base sur l'ensemble des critères établis dans les autres colonnes. En effet, la position adoptée, le nombre d'appels à l'aide à l'enseignante, le nombre de problèmes faits puis le nombre de problèmes réussis au total, de même que le temps pris pour réaliser la tâche en comptant les modifications apportées nous permet de dire si oui ou non il y a eu acharnement à la tâche.

Il nous apparaît d'abord pertinent de mentionner la provenance des données puisqu'elles sont de sources distinctes et que cela contribue à expliquer la présence de cellules vides dans le tableau. Les données compilées dans les colonnes *Position attente/recherche* et *Demandes d'aide* proviennent des discussions enregistrées pendant la réalisation de l'activité. Cependant, n'ayant à notre disposition qu'un magnétophone pour deux élèves, nous n'avons pu consigner les paroles de tous les participants à l'activité et sommes donc dans l'impossibilité de nous prononcer sur la position d'attente et de recherche ainsi que sur le nombre de demandes d'aide des élèves A2, D2, E1, G2 et H1.

Les colonnes *Taux de réussite* et *Modifications-Durée* contiennent les données recueillies dans la section exposant les résultats des élèves dans *Bouchons les trous.* Nous trouvons dans cette rubrique du dispositif les réponses des élèves ainsi que l'heure précise à laquelle chaque problème et ses modifications ont été faits.

Premièrement, à la lumière discussions recueillies lors de la période de familiarisation avec le dispositif *Bouchons les trous*, nous concluons que 8 des 10 élèves enregistrés ont manifesté des conduites témoignant qu'ils sont en position de recherche pendant toute la durée de la tâche. À titre d'exemple, dans l'enregistrement de l'élève B1, nous percevons clairement que celui-ci fait des calculs afin de remplir le trou correctement. Il procède à la vérification de sa réponse puis en discute avec un compagnon avant de passer au problème suivant. Citons-les[5] :

...

83- B1: 8200 fois 3, ça fait 0...0...6.. 24 ça fait combien 24 600, après ça fait 8200 pis l'autre c'est quoi ? Daniel a reçu 2000 de plus que Pascal ça fait 10 200. Je l'ai 0...0...12...13... wouuuoh !...(il calcule) Ça me donne 43 400, moi !

84- SON VOISIN : Moi ça me donne 14 306... pis moi je ne suis pas cave, j'ai emprunté une calculatrice !

85- B1: Ah non man, c'est 10, ah je l'ai ! Madame? Madame ! Tchek ici 8000 yo je l'ai yo! C'est ça je l'ai, je l'ai tcheck! 8200 c'est Pascal ok. Si 8200 c'est Pascal, parce que tcheck là il faut que tu trouves le x, la valeur du x.

86- SON VOISIN : C'est quoi qui t'as donné le 8200?

87- B1: Ok la valeur du x, c'est 8200 ça c'est Pascal...Daniel a 2000 de plus, ça fait 10 200 ok ?

---

[5] Les verbatims complets en version informatique sont disponibles sur demande.

88- SON VOISIN : Oui, mais c'est où t'as trouvé le 8200 ?

89- B1 : 5, ya 5… ok 5x tu veux trouver le x pour que ça donne 43000.

90- SON VOISIN : 43000 moins 2000 ça fait 41000.

91- B1 : Exactement, 41000 divisé par 5.

92- SON VOISIN : Ça donne 8200?

93- B1 : Oui, ça donne 8200.

94- SON VOISIN : 8200 ouais ! Donc 8200 c'est le x !

95- B1: Oui pis là après fois 3 est égal à … tu comprends hein? Faique yo la réponse c'est 8200.

96- SON VOISIN : Oh ! Ben oui !

97- B1 : Yo je suis trop smart des fois!
…

Un autre élève, C1, est quant à lui beaucoup moins bavard pendant l'activité. Toutefois, à travers les quelques paroles qu'il laisse échapper, nous percevons qu'il travaille très minutieusement et que, même s'il ne connaît pas la réponse, il essaie de donner une réponse logique. Il demande une calculatrice pour s'aider.

…

19- C1 : Yo, je peux tu prendre ta calculatrice?

20- C1 : 40 pièces … je ne me souviens plus comment faire ça !

21- SON VOISIN : Straight up ! C'est les 25 sous parce que tcheck il donne l'équation. Ok pis ils disent Roberto a 10 $ en pièces de 10 cents et de … ils disent dans l'équation le nombre qu'il y a de 25 sous.

22- C1 : Yo on a même pas la même équation, tcheck, moi ça le dit.

23- SON VOISIN : Oh t'es au premier… moi je pensais que tu étais à la dernière…parce que c'est comme la même chose, sauf que au lieu faut que tu fasses l'équation, faut que tu répondes à la question.
…

Il manifeste également de la déception lorsqu'il découvre qu'il a échoué un problème.
…

26- SON VOISIN : C'était 49 – x.

27- C1 : C'était 49 – x ?... (juron)
...

L'élève C2, quant à lui, n'est pas en recherche active des réponses mais n'est pas non plus en position d'attente. C'est ce qui explique le R- dans le tableau. En effet, cet élève travaille très rapidement et affirme ne pas trop s'attarder à la validité de ses réponses.

...

9- SON VOISIN : Qu'est-ce t'as écrit ?

10- C2 : Je le laisse de même.

11- SON VOISIN : Je vais avoir 0 sur 20.

12- C2 : Moi aussi, j'écris n'importe quoi quasiment là. C'est la question je sais pas comment qui…je ne sais vraiment pas.
...

Malgré tout, C2 obtient plus de la moitié (5/9) de bonnes réponses comme l'indique la colonne *Taux de réussite*. Cet élève n'est donc pas, selon nous, en position d'attente. Si nous le comparons à l'élève A1 qui, lui aussi réussit un peu plus de la moitié (4/7) des problèmes qu'il fait, nous constatons une attitude bien différente. En effet, après quelques minutes à peine, il se dit déjà blasé et désire qu'on lui fournisse la réponse. Reprenons ces paroles :

...

17- A1 : Ok we are bored just tell us!

18- A1 : Why can't you just tell us?

19- UN AUTRE ÉLÈVE : It won't be fun!

20- A1 : Is it fun ? Tu trouves que c'est l'fun ça ?
...

L'élève H2 se conduit d'une manière semblable sauf que celui-ci se dit dans l'incapacité de faire la tâche.

...
47- H2 : I failed. I'm just not ready for this. I though it would be fun…

...

57- H2 : Madame, c'est trop dur je suis pas capable.

...

91- H2 : (il soupire)

92- H2 : Give me the answer.

...

110- H2 : Ok. I'm just pushing anything now for this question.

...

Toutefois, les élèves A1 et H2 ne sont pas en position d'attente pendant toute la durée de la période. Ils ont répondu respectivement à 7 et 5 des 9 problèmes. Nous indiquons donc A-R-A à leur position pour signifier qu'ils ont manifesté quelques comportements de recherche au cours de cette période d'expérimentation.

Par exemple, nous concluons que l'élève A1 a fait preuve d'acharnement lors de la période 1. En effet, bien qu'A1 ait manifesté des conduites laissant croire qu'il était en position d'attente pendant un moment, cet élève a tout de même apporté 5 modifications à ces réponses. Nous présumons donc que pendant les instants où il est en position de recherche, ce dernier travaille avec acharnement puisqu'il demande de l'aide à 2 reprises afin de s'assurer de bien comprendre la tâche à faire et procède maintes fois à des changements pour obtenir le plus possible de bonnes réponses. D'ailleurs, à 2 reprises ses modifications se sont avérées concluantes. Ici, les 39 minutes auraient pu être également un indice d'acharnement mais comme pendant un long moment A1 était en position d'attente nous ne nous fions pas à cet indice.

Au contraire, nous sommes d'avis que l'élève C2 n'a pas fait preuve d'acharnement dans la tâche proposée à la période 1. Cet élève, comme nous le rapportions plus haut, affirme répondre de façon plus ou moins aléatoire et effectue tout le travail en 17 minutes. De plus, il a recours à la fonction de modification des réponses une fois mais ne fait aucun changement finalement, conservant sa réponse erronée.

De même, l'élève D2 qui, tout comme C2, a complété la tâche en moins de 20 minutes en n'effectuant aucune modification et en ayant un taux de réussite d'environ 50% ou moins est considéré comme n'ayant pas travaillé de façon acharnée. Puis, H2 a été classé dans cette catégorie puisqu'il a mis 30 minutes à faire 5 des 9 problèmes et qu'il était en position d'attente une grande partie du temps.

Par ailleurs, sept élèves en plus de A1 ont été placés dans la catégorie des travailleurs acharnés puisqu'ils ont fait tous les problèmes minutieusement et sont demeurés dans une position de recherche. Il s'agit de B1, B2, C1, D1, F1, F2, et G1.

Soulignons la performance de B2, qui a obtenu un taux de réussite très élevé (7/9) en effectuant le travail en 13 minutes seulement. Nous pensons que la tâche était peut-être aisée pour lui et qu'il sera intéressant d'apprécier son acharnement dans l'activité de composition qui devrait représenter un défi plus grand pour lui.

Enfin, il est ardu de qualifier le travail des élèves A2, E1, G2, et H1 puisque ceux-ci n'ont pas été enregistrés. Leur temps de travail se situe entre 21 et 27 minutes et leur taux de réussite entre 3 et 5 sur 9. Ne sachant pas s'ils étaient en position de recherche ou d'attente, il nous est bien difficile de mesurer leur ardeur au travail.

L'interprétation de ce premier tableau devait mener à la réponse aux deux premières sous-questions de recherche et ce, pour la première activité proposée. Nous cherchions à caractériser les conduites des élèves lors de la période de familiarisation avec le dispositif *Bouchons les trous* en regard de l'investissement dans la tâche. Nous constatons, suite à cette première étape d'analyse, que 8 élèves sur 15 ont manifesté un acharnement lors de ce travail et ont en quelque sorte accepté de s'investir dans cette tâche inhabituelle que nous leur avons proposée. Ils sont peut-être plus susceptibles de réagir favorablement au changement de rôle qui s'annonce et de s'investir activement dans l'activité de composition qui suivra. C'est ce que nous allons voir maintenant.

3.1.2 Période 2

La deuxième période de l'expérimentation était celle où les élèves devaient, en dyade, incarner momentanément le rôle d'enseignant et composer des items *Bouchons* que d'autres élèves auraient à résoudre à la période suivante. Les observations recensées lors de cette activité et ayant un lien avec les deux premières sous-questions ont été classées dans le tableau IV qui suit.

Tableau IV : Dévolution (période 2)

	Position Attente/recherche	Demandes d'aide	Taux de problèmes vérifiés	Acharnement
A	R	1 fois	3/3	Elevé
B	R-P-R-P-R	1 fois	0/3	Moyen
C	R-R-A-R-A-R-A	1 fois	0/2	Faible
D	R-P-R	1 fois	0/3	Moyen
E	A-R-A-R-A	4 fois	0/2	Faible
F	R	7 fois	2/2	Elevé
G	R	7 fois	1/3	Moyen
H	R	3 fois	1/3	Moyen

La deuxième colonne nous permet de savoir, à l'instar de celle du tableau III, si les élèves sont en position de recherche (R) ou d'attente (A). Les équipes A, F, G et H sont en position de recherche et le demeurent tout au long de la période. Les équipes

B et l'équipe D sont, elles aussi, en position de recherche mais s'offrent de courtes pauses (P) sans toutefois tomber en position d'attente. Les élèves de l'équipe B s'accordent une courte pause chaque fois qu'ils terminent un item alors que l'équipe D se permet de s'arrêter après avoir composé leurs 2 premiers problèmes, soit le moyen et le facile dans l'ordre. Nous ne considérons pas ici les pauses comme des passages à une position d'attente. Les moments où les élèves sont considérés en position d'attente sont ceux où ils semblent décrocher de la tâche au beau milieu de l'accomplissement de la composition. C'est-à-dire sans avoir terminé un problème. Par exemple, l'équipe C met beaucoup de temps à composer son premier problème et les élèves passent des commentaires prouvant qu'ils se désintéressent de l'activité. Voici quelques extraits de leur dialogue :

...

124- C1 (parle au magnéto) : On fait pas ça à matin.... Chu trop fatigué !!

125- C2 :Ha ! Ha ! Ha !

... (ils disent des balivernes, ils parlent de faire l'école buissonnière à la dernière période de la journée)

148- C1 : How we do that ?

149- C2 : I'm so tired

150- C1: I'm confused

151- C2 (parle au magnéto): You confuse us! Ah! Ah!

152- C1 : Shut up !

...

De même, l'équipe E, qui, mentionnons-le, ne compte qu'un membre car l'autre était absent le matin de l'expérimentation, présente des conduites d'élève en position d'attente. Cette équipe est d'ailleurs la seule à commencer dans cette position :

...

2- E1: Madame, c'est parce que j'ai pas d'imagination...

3- E1 : Madame, j'ai pas d'idées...

4- INTERVENANTE-EXPÉRIMENTATRICE: T'as pas d'idées... ça (la feuille verte) c'est fait exprès pour t'aider à en avoir.

5- E1 : Tu peux taper un de ceux-là ?

6- INT : Ben tu peux le taper directement si tu veux mais c'est plus l'fun si tu les modifies un peu parce que faut que t'en fasses un facile, un moyen, un difficile.

7- E1: ok ouais
...

Puis, l'élève accepte de se mettre au travail :

...

14- INT : Je suis sûre tu vas te trouver des idées...

15- E1: Je vais essayer.
...

Mais retombe chaque fois dans son état premier :

...

73- E1: ben je le sais... tu veux tu voir comment j'ai pas d'idées !
...

Manifestement, les équipes qui sont en position de recherche dans cette activité, sont celles chez qui la dévolution risque de se réaliser. Rappelons que nous travaillons avec une clientèle d'élèves en difficulté d'apprentissage chez laquelle il est fréquent d'observer des signes de passivité en classe. Nous cherchons, par l'entremise de notre activité, à faire en sorte que les élèves acceptent d'entrer dans l'action en prenant le rôle de l'enseignant qui compose des problèmes pour ses élèves. Or, parmi les équipes ayant adopté la position de recherche, nous remarquons qu'il n'est pas systématique de voir apparaître des signes de dévolution. Cette fois, un nombre élevé d'appels à l'aide est perçu comme un indice que l'élève n'incarne pas parfaitement son rôle d'enseignant alors que dans la période antérieure, il s'agissait plutôt d'un indice que l'élève s'acharnait à tenter de bien se familiariser avec le nouveau dispositif et s'assurait d'en comprendre les subtilités. De plus, la colonne *taux* *de réussite* est ici remplacée par celle intitulée *taux de problèmes vérifiés.* Il s'agit là de voir si les membres d'une même équipe se sont préoccupés de vérifier que chaque problème composé soit fonctionnel tel que doit le faire un enseignant dans l'exercice de son travail. Nous trouvions inadéquat d'inscrire le taux de réussite des problèmes composés ne sachant pas si l'équipe était arrivée à bâtir un problème qui fonctionne par hasard. Nous inscrivons donc dans cette partie du tableau le nombre de problèmes qui non seulement sont des problèmes réussis en terme de fabrication mais qui, de surcroît, ont été vérifiés, c'est-à-dire résolu préalablement par leurs fabricants.

Enfin, l'acharnement est relatif à l'effort mis par une équipe à incarner le rôle de l'enseignant réalistement. Il est qualifié soit de faible, moyen ou élevé et la cote qui lui est assignée dépend des trois colonnes précédentes. Nous sommes également attentive aux indices montrant que les équipes voient comme un défi le fait de créer un problème difficile pour leurs compagnons puisque le fait de relever ce défi est, selon nous, un indice de plus que les élèves s'engagent activement dans le rôle qui leur est proposé.

Conséquemment, les équipes C et E, qui ont décroché maintes fois de la tâche à réaliser et qui n'ont produit aucun item *Bouchons* convenable ont obtenu la cote faible pour qualifier leur acharnement.

Par contre, les équipes A et F se sont mérité la cote *Élevé*. En effet, l'équipe A a composé 3 problèmes presque parfaits (nous traiterons des erreurs ultérieurement), qui sont résolvables et qu'ils ont pris soin de vérifier. Ceci nous indique qu'ils ont pris au sérieux leur rôle d'enseignant et qu'ils se sont impliqués efficacement dans l'activité. De plus, ils n'ont fait qu'un seul appel à l'aide au tout début de la période pour demander des précisions sur l'utilisation de la feuille proposant des exemples d'énoncés et d'équations. Pour sa part, l'équipe F, bien qu'ayant composé seulement deux problèmes, a campé son rôle avec ardeur. Ces élèves ont d'abord fait rapidement un problème facile puis se sont lancés avec acharnement dans la création d'un problème difficile et n'ont pas eu le temps d'en créer un troisième. Les deux membres de cette équipe ont effectivement pris un malin plaisir à fabriquer un problème qu'ils considéraient comme extrêmement difficile. Ils ont travaillé fort à le résoudre et ont fait conjointement plusieurs retouches à leur item afin de le rendre adéquat. Leurs conversations témoignent de leur enthousiasme, en voici des passages:

...

213- F1 : Ouais tcheck 32 divisé par 4 ça donne 8 mais c'est de la façon que je le dis... de la façon qu'on doit le dire ... le nombre de poules plus le nombre plus petit... le nombre de pattes de poules...

214- F2 : S'il y a 16 poules...

215- F1 : Le nombre de pattes de poules est égal ... est égal au $11^{\text{ième}}$ ...

216- F2 : Au $11^{\text{ième}}$. Ha ! Ha !

217- F1 : 88 divisé par ... le nombres de pattes de poules est égal au $11^{\text{ième}}$ des pattes de vaches fois 4.

218- F2 : Ha ! Ha ! Ha !

219- F1 : Ha ! Ha! Ha ! On l'a man...

220- F2 : Ha ! Ha ! Ha !

221- F1 : Le nombre de pattes de poules.

222- F2 : Le nombre de pattes de poules.

223- F1 : Est égal... est égal...

224- F2 : Ha ! Ha ! Ha !

225- F1 : Est égal au $11^{\text{ième}}$ des pattes de vaches... comment ça s'écrit $11^{\text{ième}}$? Attends ... le nombre de pattes de poules est égal au $11^{\text{ième}}$ des pattes de vaches... au $11^{\text{ième}}$ des pattes de vaches... multiplié par 4.

226- F1 : Yo, on a trouvé le problème le plus difficile au monde !

227- F2 : Yo tcheck écoute ça. Dans une ferme, nous avons des poules et des vaches. Nous avons 120 pattes en tout. Le nombre de pattes de poules est égal au 11ième des pattes de vaches fois 4. Combien y a-t-il de poules et de vaches en tout dans cette ferme ?

228- F1 : Ha ! Ha !

229- F2 : Ha ! Ha !
...

Et encore un peu plus loin :

...

251- F1 : Ils doivent forcer longtemps ...ils doivent forcer LONGTEMPS ! Ça doit être pensé là parce que tcheck on le sait déjà... le nombre de pattes de poules...
...

Cette équipe a fait plusieurs appels à l'aide mais précisons que les sept appels à l'enseignante n'ont pas été faits ici dans le but d'obtenir de l'aide pour la composition des problèmes mais plutôt pour être, en quelque sorte, complimenté. Ils ne sont donc pas considérés ici comme un signe de désengagement du rôle conféré. Voici quelques exemples de leurs demandes :

...

106- F2 : Madame... je vais vous expliquer voir si on est dans la bonne voie. Poules 4x ... égal 2 pattes vaches... x... 4 pattes 116 divisé par 4 ça fait 29 et 116 divisé par 2 ça fait 58 Si on ôte une vache ici... parce qu'il y a 4 fois plus de poules que de vaches, si on ôte une vache ici, il faut mettre 2 poules.

107- F1 : 2 poules ouais.

108- INT : Là il faut que si on enlève une vache ici il faudrait en rajouter 2 ici.

109- F1 : Ça arrive mais là ça prend un grand calcul de fou.

110- INT : Pis quand vous allez l'avoir trouvé, il va falloir que vous fassiez une équation avec ça.

111- F2 : Ouais

112- INT : Ok super

113- F2 : Je pense que c'est nous qui va avoir le meilleur travail...
...

138- F2 : À date est-ce qu'il y a quelque chose de meilleur?

139- INT : Non! Ah! Ah! Je trouve ça l'fun parce que vous travaillez fort dessus.

140- F2 : Ouais on rush dessus!
...

D'autres équipes se sont, elles aussi, investies efficacement dans l'activité mais ont obtenu la cote «moyen» pour leur acharnement. Nous parlons ici des équipes B, D, G et H. Parlons d'abord des équipes B et D qui ont manifesté des conduites semblables. Ces dyades n'ont fait qu'une demande d'aide chacune et les deux désiraient obtenir des pistes quant à la création de l'équation associée à un de leur énoncé. Ils n'ont pas obtenu de réponse précise mais sont tout de même parvenus à la composer. Ceci nous indique qu'ils ont en premier lieu tenté d'échapper à une tâche reliée à leur nouveau rôle d'enseignant mais se sont ravisés. Puis, ces équipes ont toutes deux omis de procéder systématiquement à la résolution des problèmes pour s'assurer de leur validité. Toutefois, elles ont, l'une et l'autre, à un moment dans la période, évoqué le désir de composer un problème difficile qui ferait forcer leurs compagnons. Citons quelques extraits des discussions de ces dyades :

Équipe B

...

167- B2 : Ils vont être tellement (juron) quand ils vont faire le problème ils vont être comme wouooo c'est quoi ça !
...

173- B1 : Les seules personnes qui vont réussir c'est comme Mathieu[6].

174- B2 : P't'être Mathieu va même pas le trouver. J'avoue que Mat est (juron) bright mais p't'être il va même pas le trouver.
...

180- B2 : Ils ne vont pas le trouver si on enlève le moins x...

---

[6] Mathieu est un nom fictif afin de conserver l'anonymat des participants. Il en sera de même pour tous les noms d'élèves utilisés dans le texte.

181- B1 : Ok ben on enlève le moins x.

182- B2 : Ha ! Ha !

183- B1 : Je m'en fous moi je ne veux pas qu'ils le trouvent… on mets tu un 2ième trou Ha ! Ha ! Ha !

184- B2 : Ben là…

185- B1 : On ôte le 29 !
…

Équipe D

…

76- D2 : (Il nomme un élève) il est tout seul. On va y faire un problème dur.
…

Les équipes G et H ont reçu aussi la mention «moyen» dans cette colonne du tableau mais pour des raisons différentes. L'équipe G a fourni un effort constant tout au long de l'activité mais a demandé de l'aide à 7 reprises en affirmant avoir des difficultés à accomplir le travail. Ces élèves ont finalement réussi à répondre eux-mêmes aux questions qu'ils posaient à l'enseignante et sont parvenus à composer trois problèmes. Ils n'ont cependant pas vérifié si leurs items étaient résolvables. Au contraire, l'équipe H a fait la vérification de deux des 3 problèmes qu'elle a créés mais a demandé des explications à trois reprises dont deux fois au sujet du trou dans le problème. Ceci nous porte à croire que cette équipe ne maîtrisait pas suffisamment le dispositif *Bouchons les trous* pour arriver à incarner à fond son rôle dans l'activité.

Lors de la deuxième période d'expérimentation, les élèves avaient à se mettre dans la peau d'un enseignant qui compose des problèmes pour ses élèves. Ce changement de rôle nous semble avoir été profitable pour la majorité des équipes puisque, à l'exception de 2 dyades, toutes se sont investies dans la réalisation de l'activité et ont manifesté des conduites laissant supposer que la dévolution se réalisait à un degré allant de moyen à élevé.

3.1.3 Période 3

L'investissement mesuré lors de la deuxième période ne semble pas s'être perpétué au cours de la troisième période de l'expérimentation. En effet, lors de cette troisième période, les élèves devaient reprendre leur rôle d'élève puisque la tâche demandée était de résoudre les problèmes envoyés par une autre dyade. Or, ils complètent le travail très rapidement (temps moyen de 12,75 minutes) et leurs commentaires vis-à-vis des problèmes reçus donnent lieu de penser qu'ils ne considèrent pas intéressant d'être élève d'un élève en difficulté. Lorsqu'ils réussissent les problèmes, la plupart des élèves n'en semblent pas fiers. À plusieurs reprises, les élèves qui reçoivent les problèmes disent à ceux qui les envoient que c'est trop facile. Nous remarquons que lorsqu'ils sont dans la position de résolveur de problèmes, les élèves tendent à déprécier le travail de leurs pairs plutôt que de se féliciter de réussir à le faire. Voici quelques exemples de commentaires entendus:

L'élève D2

...

1- D2 : (Juron) que c'est niaiseux !

2- D2 : Le triple d'un nombre diminué ...

3- D2 : (Il parle à G1 et G2) C'est trop niaiseux vos questions !

4- D2 : (Il lit dans *Bouchons* les trous) «Créé par G1 et G2 ce problème est difficile». C'est facile là !

5- D2 : Sont poches man!

...

L'élève H1

...

14- H1 : (Il appelle B1 à 2 reprises)

15- B1 : What?

16- H1 : All the problems are easy.
...

De même, certains élèves, lorsqu'ils n'arrivent pas à trouver la réponse, pensent tout de suite que c'est le fabricant du problème qui a commis une erreur.

L'équipe A

...

94- A1 : Mais leur problème il ne fait pas de sens. C'est pas à nous autres qu'il faut l'expliquer, c'est à eux-autres. C'est fait à la botche.

95- INT: Non mais moi je veux dire si tu avais à convaincre ceux qu'ils l'ont fait de dire ton problème ya pas de sens parce que...

96- A2: C'est n'importe quoi la question ne va pas avec l'équation.

97- INT : Ok ben ça c'en est une raison.

98- A1 : Show it show it ! Montre à Annie l'affaire!

99- A1 : Ils font n'importe quoi !

100- A2 : Regardez la réponse.

101- INT : Non, celui là il est correct !

102- A2 : Comment ça il est correct ? La petite étoile avec un x !

103- INT: Regarde c'est un « fois ». Ça veut dire « fois » oui. Au lieu de mettre un x, ils ont mis une petite étoile en voulant dire ...

104- A1 : Fois x ouais...
...

Ceci nous amène donc à penser que, bien qu'au départ, il nous semblait essentiel de procéder à l'échange des problèmes créés entre dyades afin de rendre l'activité de changement de rôle plus réaliste, la troisième période n'a pas contribué de façon générale à valoriser le travail accompli par les élèves. Il serait peut-être préférable de ne pas échanger les problèmes composés au sein d'une même classe puisque les élèves se connaissent bien et qu'ils posent des jugements sur la constitution des problèmes en fonction de la réussite académique des élèves desquels proviennent les problèmes. Le fait que les problèmes proviennent d'élèves inconnus ou encore qu'ils soient mélangés avec des problèmes composés par des enseignants pourrait peut-être enrayer ce type de conduites.

Par contre, nous avons remarqué des conduites différentes chez une équipe, l'équipe C. Celle-ci avait fait preuve d'un acharnement faible lors de la période 2 et n'avait composé qu'un problème. Pourtant, c'est la seule équipe, qui, après avoir résolu les problèmes envoyés par d'autres, s'est remise à la tâche de composition de son propre gré. Les deux élèves de cette équipe donnent l'impression de n'avoir saisi la façon de faire pour composer des problèmes qu'en résolvant ceux de leurs camarades de classe. Ils ont terminé un nouveau problème, lui ont assigné le niveau de difficulté moyen puis envoyé à leur dyade associée. Ils semblent fiers d'eux suite à cette réalisation :

...

72- C2 : On devrait juste marquer le double man.

73- C1 : Ça serait trop facile. Si toi t'as le triple du double... Si t'as le triple du double.

74- C2 : Juste écris l'équation là. Ok mais faut comme tu mettes un trou dans l'équation eux-autres faut qu'ils trouvent la réponse.

75- C1 : Ça là.

76- C2 : Ok là tu vas mettre un trou ou quelque chose. Ah le triple du... pis là on... Ok mais faut pas qu'on mette quelque chose?

77- C1 : No non c'est...

78- C2 : Le trou.

79- C2 : Ok là on comprend!

...

87- C2 : Hey (il parle à A2)! On t'a envoyé un autre problème !

...

Enfin, il convient de préciser que la troisième période d'expérimentation s'est déroulée dans la même journée que la deuxième. Les élèves ont donc consacré au total deux heures trente aux tâches de composition et de résolution avec *Bouchons les trous*, ce qui a semblé beaucoup. Leur intérêt ne semblait plus à son plus fort à la troisième période. De plus, aux dires de l'enseignante-titulaire de ce groupe, cette troisième période d'expérimentation a eu lieu au moment de la journée où son groupe manifeste en général le plus de difficulté à se concentrer, c'est-à-dire l'heure de cours juste avant l'heure du dîner.

3.1.4 La dévolution sous un autre angle

D'autre part, nous croyons pertinent de revoir brièvement ce qui s'est passé du point de vue de la dévolution de Brousseau (1986). Nous reprendrons ici les cinq étapes distinguant les composantes de la dévolution élaborées par cet auteur en faisant le parallèle avec notre expérimentation.

La première étape est « l'approche purement ludique ». À ce moment, les élèves sont conscients que leurs actions déclenchent un effet mais ne réalisent pas encore le but du jeu. C'est-à-dire qu'ils ne sont pas capables de discriminer les actions désirables de celles à éviter. Le simple fait de voir quelque chose se passer leur procure une certaine satisfaction. Au cours de notre processus expérimental, nous avons assisté à cette première étape lors de la période de familiarisation avec *Bouchons les trous*. En effet, certains élèves semblaient éprouver un certain plaisir à explorer le dispositif en comblant le trou avec une réponse non réfléchie puis en naviguant dans la page de modifications par la suite. D'autres tentaient de provoquer des effets en optant pour des commandes non valides.

La seconde étape consiste en la « dévolution d'une préférence ». Il s'agit de la prise de conscience par l'élève de l'effet escompté sans toutefois s'attribuer la moindre responsabilité. Le joueur prend plaisir à voir ce que réserve le hasard. Une fois de plus, nous pouvons faire un parallèle avec des conduites observées lors de la période 1. Les élèves comprenaient, ici qu'ils devaient combler les trous mais ne se souciaient pas des contraintes particulières qu'impose *Bouchons les trous*. Certains plaçaient la valeur de l'inconnue en chiffre dans le trou du libellé. Écrire quelque chose dans le trou, peu importe quoi, semblait les combler et ils éprouvaient une certaine satisfaction à pouvoir passer au numéro suivant.

La troisième étape, telle que décrite par Brousseau, est celle où les élèves réalisent que le jeu aurait pu se passer autrement. L'auteur la nomme «dévolution d'une responsabilité et d'une causalité». À cette étape, les joueurs se rendent compte du contrôle qui leur appartient. Bien qu'ils comprennent que l'action qu'ils posent pour obtenir un résultat en est une parmi plusieurs possibilités, ils ne sont pas encore conscients, à ce stade, qu'ils peuvent faire un meilleur choix. Cette étape de la dévolution correspond à la fin de la période 1 et au début de la période 2 de notre expérimentation. Au terme de la période 1, les élèves voient leurs résultats et comprennent alors que le déroulement de l'activité aurait pu être autre. Ils voient, après coup, qu'un meilleur résultat aurait pu se produire s'ils avaient agi autrement. De plus, au début de la période de composition des problèmes (période 2), certains élèves prennent des décisions, commencent à fabriquer leurs items sans trop être convaincus de la pertinence de leurs choix.

L'étape suivante est la « dévolution de l'anticipation ». Lors de cette quatrième étape, l'élève connaît le résultat auquel mèneront ses actions *avant* de les poser. Il fait des choix appropriés et en est conscient. Dans notre expérimentation, cette étape est précisément celle où les élèves doivent compléter la fabrication de leur item en trouvant la bonne équation associée et en faisant le choix du trou. Ils doivent alors anticiper les effets que produira leur problème sur un éventuel résolveur pour faire le choix adéquat du trou en fonction du degré de difficulté qu'ils désirent soumettre.

Enfin, la cinquième et dernière étape est la dévolution de la situation a-didactique. Il s'agit pour l'élève non seulement d'être en mesure d'anticiper les résultats que lui permettent d'obtenir ses actions mais il doit être en mesure de les reconduire dans de multiples circonstances. Cette étape est moins bien distinguable dans le déroulement de notre expérimentation avec les élèves. En effet, le seul moment où nous abordons le sujet d'une éventuelle utilisation du «jeu auquel ils viennent d'apprendre à jouer» est lorsqu'à la fin de la troisième période, celle de l'échange de items entre dyades, nous demandons aux élèves de faire une « recette » de composition d'items *Bouchons les trous.* Ce travail de rédaction permet à l'élève de nommer les éléments dont il juge important de se préoccuper, de même que les conditions favorisant une réussite dans la création de problème avec le dispositif. Comme l'élève n'a qu'à énoncer cette marche à suivre pour composer des items, et non à le faire de nouveau, il ne s'agit pas de la cinquième étape proprement dite mais bien d'un premier contact avec l'idée de reproduction des apprentissages faits.

Présenter une nouvelle activité, de nature semblable à notre approche, pourrait s'avérer un moyen de mesurer la dévolution concernée par cette cinquième étape.

En somme, c'est l'ensemble des critères de choix de la cote d'acharnement ainsi que le retour sur les composantes de la dévolution de Brousseau qui ont amené des éléments de réponses aux premières sous-questions de recherche que nous avions énoncées. Ils correspondent aux effets sur la dévolution que nous avons observés en modifiant le rôle de l'élève.

3.2 SOUS-QUESTION 3 : ERREURS ET DIFFICULTÉS

La troisième sous-question de recherche à laquelle nous nous intéressons concerne les erreurs et les difficultés rencontrées par les élèves au cours des trois périodes du processus expérimental. Dans notre analyse, nous tentons donc de répondre à la question suivante : quelles sont les erreurs qui surviennent dans cette approche différente pour aborder la mise en équation ? De plus, pour la deuxième période d'expérimentation, celle où les dyades doivent composer des problèmes, nous nous attardons également à cette question : quelles sont les difficultés rencontrées par les élèves dans la tâche de composition?

Nous présentons, pour chaque période d'expérimentation, un tableau contenant une liste concise des erreurs survenues lors de la réalisation de la tâche. Chaque tableau est suivi d'un texte explicatif dans lequel nous exposons les éléments d'interprétation menant à des pistes de réponse à notre troisième sous-question de recherche.

3.2.1 Période 1

La première période d'expérimentation avait pour but de permettre aux élèves de se familiariser avec le dispositif *Bouchons les trous.* Notre classification des erreurs survenues pendant cette partie se fait selon deux rubriques, soit *caractéristiques du dispositif* et *réalisation de la tâche*. La première regroupe les erreurs qui mettent en cause l'utilisation du dispositif *Bouchons les trous.* Nous y plaçons les erreurs imputables au fait que l'utilisation du support informatique soit exigée. Nous nous intéressons, dans ce cas, aux erreurs qui ne se produiraient pas dans l'environnement papier-crayon. La seconde rubrique regroupe l'ensemble des erreurs qui concernent les activités présentées dans *Bouchons les trous* et qui sont cette fois liées au type de tâches. Ces dernières sont davantage en lien avec les connaissances algébriques.

Erreurs liées aux caractéristiques du dispositif

Le répertoire des erreurs de la première rubrique est présenté dans le tableau V (p.98). Mentionnons d'emblée que l'objectif de notre interprétation n'est pas de traiter de toutes les erreurs ayant pu survenir au cours de l'expérimentation mais plutôt de nous concentrer sur celles dont nous sommes à peu près certaine de l'existence. À titre d'exemple, prenons les erreurs intitulées «bonne réponse dans le trou de l'énoncé», «bonne réponse dans le trou de l'équation», «mauvaise réponse dans le trou de l'énoncé» et «mauvaise réponse dans trou de l'équation». Il s'agit des cas où l'élève a trouvé une réponse exacte ou non au problème et est allé placer cette valeur à l'endroit vacant de l'item. Ici, l'élève résiste aux changements qu'occasionne ce nouveau type de tâche puisqu'il ne cherche pas à remplir le trou à partir d'un travail de

Tableau V : Erreurs concernant les caractéristiques du dispositif (période 1)

<table>
<tr><th colspan="2">TYPE D'ERREUR</th><th>FRÉQUENCE PAR PROBLÈME</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Inscription d'un résultat dans le trou</td><td>Bonne réponse dans le trou de l'énoncé</td><td>#1 : A1, D1
#3 : A1
#6 : D1</td></tr>
<tr><td>Mauvaise réponse dans le trou de l'énoncé</td><td>#1 : C1, G1, D2
#3 : C1, G1, D2
#6 : D2
#8 : D2
#9 : D2</td></tr>
<tr><td>Bonne réponse dans le trou de l'équation</td><td>#1 : H2
#5 : B1</td></tr>
<tr><td>Mauvaise réponse dans le trou de l'équation</td><td>#2 : A1, A2, D2, F2, G2, H2
#4 : A1, D1, D2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inscription d'une opération menant au résultat dans le trou</td><td>#5 : E1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Erreur de syntaxe</td><td>#3 : H2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Correspondance terme à terme entre l'équation et l'énoncé</td><td>#2 : B1, B2, C1, C2, D1,F1,H1
#5 : D2, H1
#7 : B2,
#8 : A1, A2, B1, E1,F2, G1, G2, H1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inscription de la solution à l'équation trouée dans le trou</td><td>#7 : A2, B1, D1(donnée mal copiée en plus), E1, F2, G1, G2, H1,</td></tr>
</table>

mise en équation mais s'adonne à la résolution complète du problème et utilise le trou comme endroit où placer la réponse. Dans le cas où la résolution est exacte, l'erreur est reliée directement à la mauvaise compréhension par l'élève du principe de *Bouchons les trous*. En effet, le fait que l'élève arrive à résoudre correctement le problème nous indique que, dans le contexte habituel, cet élève aurait réussi. Il utilise à bon escient ses connaissances algébriques. Dans le cas où l'élève écrit une valeur inexacte de réponse dans le trou de l'énoncé ou de l'équation, nous ne sommes pas toujours en mesure d'identifier la nature précise de l'erreur ou des erreurs dans la résolution ayant mené à la réponse fausse. Toutefois, nous pouvons mesurer qu'il y a eu une difficulté sur le plan algébrique qui pourra, s'il y a lieu, être traitée dans la seconde rubrique.

Débutons l'analyse avec les erreurs en lien avec les caractéristiques du dispositif. L'insertion par l'élève de la bonne ou la mauvaise réponse dans le trou de l'item *Bouchons* est l'erreur la plus fréquente. Nous dénombrons 24 erreurs de cette nature sur un total de 52 erreurs sous cette rubrique. Il nous semble évident de constater l'effet du contrat habituel dans l'apparition à plusieurs reprises de cette erreur. Au départ, la majorité des élèves ne semblent pas comprendre que la tâche présentée s'arrête à la mise en équation et que nous ne leur demandons pas d'écrire la réponse. Ils ont l'habitude d'avoir à donner la réponse à un problème. Ils agissent donc comme s'il n'y avait aucune partie manquante à l'item, trouvent la réponse à la question posée et remplissent le trou avec celle-ci peu importe l'endroit où il se trouve. Les deux tiers des erreurs de ce type surviennent dans les trois premiers items *Bouchons* alors que leur fréquence diminue substantiellement à mesure que les élèves s'exercent à résoudre des items. C'est donc dire que, bien qu'au départ les élèves conservent la manière de résoudre des problèmes qui leur est familière, ils finissent par accepter le nouveau contrat qu'on leur propose (ils vont même jusqu'à développer des techniques pour trouver la partie manquante, nous y reviendrons plus loin). Ils manifestent également un certain malaise à devoir écrire des mots. Ils n'en ont pas l'habitude. Ce type de réponse est un élément de nouveauté pour eux. Il n'est pas rare d'entendre des discussions semblables à celle-ci entre les élèves A1 et H2 :

...

76- A1 : I understand... you have to answer in words!

77- H2 : What? I have to write a word?

...

Il est également fréquent de percevoir des réactions comme celle de B1 qui nous laissent croire que l'élève vient de comprendre la tâche à réaliser après avoir fait quelques numéros :

...

59- B1 : Yo là je viens de catcher ce qu'ils veulent avoir man!

...

Un seul élève, D2, conserve cette méthode erronée de résolution d'items *Bouchons* pendant toute la durée de l'activité. Toutes ses réponses, sauf une, sont fausses. C'est donc dire que non seulement cet élève connaît des difficultés en lien avec les caractéristiques du dispositif mais en plus, ses conduites témoignent de difficultés en algèbre ou d'un manque d'intérêt si on se réfère au temps d'exécution de la tâche plutôt bref pour l'ensemble des items.

Une autre erreur constatée est celle où l'opération menant au résultat est placée dans le trou. Il convient d'en parler maintenant puisqu'elle est très semblable à celle qui vient d'être décrite. À l'instar du cas précédent, l'élève E1 ne tente pas de boucher le trou correctement en se préoccupant du lien énoncé-équation. Il fait donc une erreur en lien avec les caractéristiques du dispositif. La seule différence réside dans le fait que ce n'est pas la bonne réponse qu'il insère dans le trou mais bien la bonne solution. Concrètement, pour aboutir à la réponse du problème, il aurait fallu faire 12 + 7, qui donne 19. Or, ce n'est pas 19 que l'on retrouve dans le trou mais bien la solution 12 + 7. Cette erreur n'a été repérée qu'une seule fois et dans le cinquième problème résolu par l'élève. Ce qui est étonnant c'est que cet élève est l'un des trois élèves à n'avoir jamais fait l'erreur précédente. Dès le premier item *Bouchons*, il avait déjà compris qu'il devait avoir recours à des mots pour compléter l'endroit vacant du problème. Puis au problème numéro 4, le premier où le trou se trouvait dans l'équation, il a comblé le trou correctement. Ainsi, contrairement à plusieurs de ses collègues, E1 n'avait pas commis ce type d'erreur avant d'arriver au numéro 5, le deuxième item avec un trou dans l'équation. Ceci nous amène à penser que, bien que le fait de remplir le trou avec la solution soit une erreur en rapport avec les caractéristiques de *Bouchons les trous,* la formulation de cet item a pu contribuer à provoquer une erreur comme nous le reverrons lorsque nous aborderons les erreurs concernant la réalisation de la tâche.

Un autre type d'erreur a été repéré. Il s'agit de *l'erreur de syntaxe* qui a été commise par un seul élève. Ce type d'erreur consiste en une erreur de syntaxe dans la façon de remplir avec des mots le trou dans l'énoncé. Voici le problème où cette erreur a été constatée :

No. 3 *Vingt-deux [de plus] que le double de l'âge de Stéphanie représente 3 fois son âge moins 8. Quel âge a-t-elle ?*

$$2x + 22 = 3x - 8$$

L'élève a écrit «plus» dans le trou au lieu de «de plus». Cette erreur est directement reliée aux caractéristiques du dispositif puisqu'il demande aux élèves d'exprimer leur idée de réponse en faisant un usage correct de la langue française et d'écrire en mots les réponses, ce qui est tout à fait inhabituel pour eux en algèbre.

Une autre erreur de cette rubrique se nomme *correspondance terme à terme entre l'équation et l'énoncé* et a été observée fréquemment. Notons que l'utilisation de cette stratégie de résolution directement en relation avec le dispositif *Bouchons les trous* n'entraîne pas systématiquement une erreur. Elle peut s'avérer efficace pour résoudre certains problèmes. Cependant, lors de la période 1, treize des quinze élèves y ont eu recours de façon inappropriée au moins une fois. L'élève qui utilise la stratégie de correspondance terme à terme entre l'équation et l'énoncé effectue, pas à pas, la lecture de l'énoncé et vérifie si la correspondance en langage mathématique de chaque terme lu figure dans l'équation. Lorsqu'il identifie un terme pour lequel il n'existe pas de correspondance, il l'associe immédiatement à la réponse cherchée. Ainsi, il écrit la traduction manquante dans l'énoncé ou l'équation, selon le cas, à la place du trou de l'item. Nous sommes parvenues facilement à identifier ce type d'erreur particulièrement grâce au numéro 8. Voici cet item :

No. 8 *L'âge de Marie-Anne est le [triple] de celui de Mélanie. Sachant que la somme de leur âge est 112 ans, trouve l'âge de Mélanie.*

$$4x = 112$$

Un grand nombre d'élèves ont inséré le mot *quadruple* dans le trou au lieu de *triple*. Ils se sont donc fiés au 4 figurant dans l'équation et n'y ont pas trouvé de correspondant. Ils ont effectué la traduction en mot, c'est-à-dire quadruple, et l'ont placée dans le trou. Les problèmes présentant un ou des «pas» de transformation rendent généralement inadéquate l'utilisation de cette technique. Cependant, le fait que les items *Bouchons* présentent d'emblée l'énoncé et son équation associée facilite grandement le recours à cette stratégie augmentant ainsi le danger qu'un élève soit tenté d'écrire de façon précipitée le terme pour lequel il manque la correspondance sans trop se poser de questions sur son exactitude.

Précisons que ce dernier type d'erreur se trouve à mi-chemin entre les erreurs reliées au dispositif et celles de nature algébrique classées dans les erreurs reliées à la réalisation de tâche. Nous en parlerons à nouveau dès le début de la section suivante en traitant des réponses données par les élèves au numéro 2.

Enfin, la dernière erreur porte le nom *Inscription de la solution à l'équation trouée dans le trou,* et a quant à elle, été observée chez 8 des 15[7] élèves pour le

[7] Quelques élèves étaient absents lors de l'expérimentation. C'est ce qui explique que le nombre d'élèves analysés ici diffère du nombre total d'élèves dans le groupe.

problème numéro 7 seulement. Nulle part ailleurs cette erreur n'apparaît. Attardons-nous à ce problème :

> No. 7 *Un héritage de 43 000$ a été partagé entre 3 frères : Jean, Daniel et Pascal. Jean a reçu le triple de Daniel. Daniel a reçu 2000$ de plus que Pascal. Combien d'argent Pascal a-t-il reçu ?*

$$x + x + 2000 + 3x + [6000] = 43\,000$$

Les huit élèves ont écrit 8200 dans l'espace libre au lieu de 6000. Ils sont arrivés à cette réponse en trouvant la solution de l'équation dont le trou est demeuré vide, c'est-à-dire de l'équation $x + x + 2000 + 3x = 43\,000$.

Nous nous interrogeons également sur la possibilité que les élèves ayant obtenu 8200 aient eu recours à la technique de correspondance terme à terme. En effet, en lisant l'énoncé, on retrouve d'abord le 43 000 dans l'énoncé puis dans l'équation. Puis, dans la suite de l'énoncé apparaît Jean qui a le triple de Daniel, ce qui correspond au 3x de l'équation. Enfin, les deux premiers frères ont respectivement les montants correspondants aux termes x et x + 2000. L'équation apparaît donc complète puisque chaque terme du libellé trouve sa correspondance dans l'équation. Puis, ne voyant quoi faire d'autre avec cette équation qui lui semblait complète, un élève aurait choisi de combler le trou avec la réponse. Ceci revient à dire qu'il a fait l'erreur *mauvaise réponse dans le trou de l'équation*, l'erreur la plus fréquemment rencontrée lors de cette période.

En somme, bien que cette erreur puisse s'apparenter avec celle d'inscription d'un résultat dans le trou, nous la considérons comme un cas spécial et refusons de l'inclure simplement dans cette catégorie. Dans le cas présent, un grand nombre d'élèves avaient donné des réponses prouvant qu'ils saisissaient la tâche de *boucher le* *trou* avant de s'attaquer au numéro 7. Il s'agit donc, selon nous, d'une ultime réponse à la suite d'essais infructueux. Nous nous basons également sur le temps mis, en moyenne, par les élèves pour résoudre ce problème qui est plutôt long (6,46 min.) et qui peut être un indice de la mise en œuvre de plus d'une stratégie avant d'écrire une réponse.

Erreurs liées à la réalisation de la tâche

Poursuivons notre analyse avec les erreurs concernant la réalisation de la tâche, c'est-à-dire non directement liées au dispositif. Elles sont regroupées dans le tableau qui suit (tableau VI) :

Tableau VI : Erreurs concernant la réalisation de la tâche (période 1)

TYPE D'ERREUR	FRÉQUENCE PAR PROBLÈME
Erreur algébrique	#1 : D2 #2 : A1, A2, B1,C2, E1, F2, G1, G2, H1 #3 : E1 #4 : D1, D2 #5 : A2, F2, G1, G2, H1 #7 : C2
Partie de résolution intégrée dans le trou du système d'équations	#4 : A2, C2, F2
Réponse incomplète	#1 : A2
Ose avouer qu'il « ne sait pas »	#2 : E1

Les erreurs dites *d'algèbre* sont celles s'étant répétées le plus souvent. En particulier, nous avons attribué cette mention à toutes les réponses des élèves au numéro 2. Rappelons qu'aucun élève n'a réussi ce problème. Revoyons-le :

No. 2 Roberto a 10 $ en pièces de 25 cents et de 10 cents. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents ?

$$0{,}25\,x + 0{,}10\,[\,(49 - x)] = 10$$

Dans ce problème, les élèves qui ont utilisé la technique de correspondance terme à terme ont écrit 49 à la place de 49 - x. Nous sommes d'avis qu'une erreur algébrique se cache sous cette réponse. Pourtant, au numéro 8 traité dans la section précédente, nous ne considérions pas comme une erreur d'algèbre le fait d'avoir répondu *quadruple* au lieu de *triple* en ayant eu recours à cette même stratégie de correspondance. Deux raisons nous poussent à faire une telle distinction entre ces deux problèmes qui ont été résolus avec la même technique : le degré de complexité assigné par les élèves et le temps mis, en moyenne, pour résoudre le problème. En effet, la plupart des élèves considèrent le problème numéro 8 facile. Ils auraient probablement pour la plupart, dans une résolution papier-crayon, fourni l'équation x + 3x = 112 sans trop de difficulté. Par contre, les élèves qui ont recours à la même stratégie pour résoudre le numéro 2 lui assigne, un degré de difficulté supérieur (moyen ou difficile). Ceci nous porte à croire que l'élève doute de sa réponse pour ce problème. C'est pourquoi nous insistons sur la présence d'une erreur algébrique ici. De plus, le temps mis en moyenne pour résoudre le numéro 8 est beaucoup plus court que pour le numéro 2. La présence d'un «pas» de transformation dans l'équation présentée au numéro 8, c'est-à-dire 4x=112, a probablement poussé les élèves à se lancer rapidement dans la résolution à l'aide de la stratégie de correspondance en se laissant prendre au piège. Au contraire, la complexité de l'équation du numéro 2 a demandé un temps de résolution plus long et les élèves ont semblé utiliser la stratégie de correspondance comme ultime recours.

D'autres erreurs d'algèbre se sont glissées lors de la résolution par les élèves. Voyons le numéro 5 :

No. 5 Un plateau contient des biscuits au chocolat et d'autres à l'érable. Il y a 5 biscuits au chocolat de *plus que ceux à l'érable. Sachant qu'il y a 12 biscuits au chocolat, combien y a-t-il de biscuits en tout ?*

$$x = 12 + [\ 12 - 5\ ]$$

Ici, nous avons observé trois réponses erronées différentes soit x + 5 (à 3 reprises), x ± 5 et 5x + y (à une reprise chacune) au lieu de 12 - 5. Ces trois types d'erreurs ont pu être provoquées à notre avis par le fait que le x n'est pas identifié dans l'énoncé et que l'équation proposée impose à l'élève d'utiliser l'algèbre alors qu'il serait bien plus facile de résoudre ce problème arithmétiquement. L'entrevue avec une élève nous a démontré qu'elle a clairement développé l'idée qu'on doit toujours identifier par x la valeur pour laquelle on détient le moins d'informations dans un problème, idée qui a également pu être développée par d'autres élèves de la classe. Or, dans le présent problème, un élève qui a une telle conception aurait posé le nombre de biscuits à l'érable comme étant x. Puis, à nouveau par correspondance, on retrouve la quantité de 12 biscuits et le x dans l'équation. Il manque alors x + 5, c'est-à-dire le nombre de biscuits au chocolat qui sont 5 de plus que ceux à l'érable, ce que trois élèves ont placé dans le trou. Ainsi, l'erreur d'algèbre relevée ici repose sur l'identification du x puisque l'équation fournie impose de poser x comme étant le nombre total de biscuits et non la quantité avec le moins d'informations, ce qui est inhabituel pour ces élèves. Les deux autres erreurs, soit x ± 5 et 5x + y, semblent provenir d'un raisonnement semblable mais dans lequel des erreurs supplémentaires (ex : 5x pour signifier 5 de plus) de relations entre les données sont présentes. Peut-être témoignent-elles du fait qu'on ne sait pas ce que représente le x ?

Le numéro 4 a également engendré un type d'erreur qui est apparu à plus d'une reprise. Nous nommons cette erreur *Partie de résolution intégrée dans le trou du système d'équations*. Le problème 4 contenait, en effet, un système à deux équations.

Étrangement, trois élèves ont commencé la résolution du problème et sont allés écrire une partie de cette résolution dans l'espace vacant. Revoyons d'abord le problème 4, suivi de quelques réponses d'élèves :

> *No. 4 Les skis de Sonia ont coûté 25$ de moins que le triple du coût des fixations. Sachant qu'elle a déboursé en tout 335$, combien les skis ont-ils coûté?*
>
> *3x [- 25] = y*
> *x + y = 335*

Les élèves A2 et F2 ont écrit -25+310 alors que l'élève C2 a répondu 335-25. Nous supposons que ces trois élèves cherchent à inclure l'ensemble des données du libellé uniquement dans la première équation du système en mettant de côté la deuxième. Cette erreur peut être survenue parce que les élèves ne sont pas familiers avec les systèmes d'équations et qu'ils ont simplement essayé, comme à leur habitude, de rédiger une seule équation.

Enfin, deux autres erreurs ont été remarquées. L'élève A2 a fait une erreur que nous avons nommée *Réponse incomplète* dans le premier problème présenté. Revoyons-le :

> *No. 1 La somme de deux nombres est 27. Sachant que l'un des nombres est [le double] de l'autre, quels sont les deux nombres?*
>
> *x + 2x = 27*

L'élève a écrit *plus grand* dans le trou alors qu'une réponse attendue était *le double ou deux fois plus grand*. Il s'agit selon nous d'une erreur au sens d'un manque de précision des relations entre les données. Cet élève n'a pas écrit une réponse complètement fausse mais a omis de préciser combien de fois plus grand alors qu'il était possible de fournir ce détail à l'aide de l'équation associée.

Puis, terminons avec l'erreur de l'élève E1 que nous avons nommée *Ose avouer qu'il «ne sait pas».* Ce n'est pas une erreur en soi puisque l'élève n'a pas tenté de répondre. Nous classons tout de même sa réponse dans le tableau des erreurs dans le sens où il n'a pas été en mesure de combler convenablement le trou. L'item dont il est question ici est le suivant :

No. 2 Roberto a 10 $ en pièces de 25 cents et de 10 cents. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents ?

$$0{,}25\,x + 0{,}10\,[\,(49 - x)] = 10$$

Rappelons que cet item, qui a déjà été abordé antérieurement, a été manqué par tous les élèves. Nous trouvons donc intéressant le fait que E1 ait préféré admettre qu'il ne savait pas comment faire plutôt que d'écrire n'importe quelle réponse ou encore d'utiliser la correspondance terme à terme entre l'équation et l'énoncé alors que cette stratégie est inadéquate dans ce cas. Ceci démontre, selon nous, que cet élève possède des connaissances algébriques même s'il n'arrive pas à donner la bonne réponse. En effet, ses connaissances lui ont permis d'invalider les procédés qu'il a tenté de mettre en œuvre sans toutefois lui permettre de le conduire à une réponse qu'il trouvait convenable.

3.2.2 Période 2

La seconde période d'expérimentation devait permettre un changement de rôle pour l'élève afin qu'il procède à la composition d'items à résoudre par ses camarades. Dans cette partie, nous avons conservé les mêmes rubriques que celles de la période 1 pour classer les erreurs dans le tableau. Mais, en plus d'aborder les erreurs survenues, nous traitons de certaines difficultés reliées à la tâche de composition que nous avons décelées. Deux tableaux par rubriques sont, par conséquent, présentés : l'un concernant les difficultés et l'autre les erreurs. Mentionnons que ces difficultés perçues n'engendrent pas, à tout coup, des erreurs.

Difficultés liées aux caractéristiques du dispositif

Nous présentons d'abord les difficultés qu'ont rencontrées les élèves en ce qui concerne les caractéristiques du dispositif dans le tableau VII puis nous en discutons dans les lignes qui suivent.

Tableau VII : Difficultés concernant les caractéristiques du dispositif (période 2)

TYPE DE DIFFICULTE	FREQUENCE
Manière de débuter	A, D, E, H
Choix du trou	F
Tâche incomprise	C

Au tout début de l'activité, la moitié des équipes ont éprouvé des difficultés à se lancer dans la tâche de composition. Les deux élèves de l'équipe A lisent l'exemple présenté dans *Bouchons les trous* d'eux-mêmes puis, signalent rapidement à l'enseignante-expérimentatrice qu'ils sont «un peu mélangés». De même, l'équipe D désire commencer par écrire une équation mais demande rapidement de l'aide : «Madame? Comment on fait pour trouver l'équation?». Ces deux équipes ne parviennent donc pas de façon autonome à s'engager dans le travail mais comprennent vite ce qu'ils doivent faire, après que l'enseignante ait lu un exemple avec eux. L'équipe E, pour sa part, affirme manquer d'inspiration pour composer un item. Rappelons que cette équipe ne compte qu'un membre et que ce dernier a manifesté le désir de se joindre à une autre dyade, ce qui lui a été refusé. Cet élève a toutefois débloqué rapidement lorsque l'enseignante-expérimentatrice lui a rappelé qu'il avait en sa possession une feuille comprenant une liste d'exemples desquels il pouvait s'inspirer. Finalement, l'équipe H a, elle aussi, fait un appel à l'aide avant de débuter. Par contre, cette équipe savait quoi faire et n'avait besoin que de faire approuver ses premières intuitions.

Une autre difficulté a été rencontrée (par l'équipe F). Il s'agit du choix du trou. Ces élèves discutent d'abord ensemble, pendant un moment, de l'endroit où ils vont placer le trou. Puis, visiblement ils doutent de leur choix d'emplacement puisqu'ils font venir l'enseignante pour valider leur choix.

Enfin, nous avons inclus dans la catégorie des difficultés, l'incompréhension de la tâche par l'équipe C pendant toute la durée de la période 2. En effet, ils ont mis plus d'une heure à créer un item *Bouchons* déficient à plusieurs niveaux. Cette équipe a saisi ce qu'elle devait faire uniquement lors de la troisième période alors qu'elle résolvait les problèmes créés par ses pairs comme nous l'avons vu plus tôt. En nous référant à leurs échanges verbaux lors de la troisième période, nous percevons que c'est à ce moment qu'ils ont compris.

Erreurs liées aux caractéristiques du dispositif

En second lieu, intéressons-nous aux erreurs qui sont regroupées dans le tableau de la page suivante (tableau VIII).

Tableau VIII : Erreurs concernant les caractéristiques du dispositif (période 2)

TYPE D'ERREUR	FREQUENCE
Omission de l'un des 2 éléments (énoncé ou équation) permettant de combler l'autre ou omission du trou	A, C, E, H
Présence d'un indice fort ou de la réponse	A, F

L'erreur *Omission de l'un des 2 éléments permettant de combler l'autre ou omission du trou* s'est produite à quatre reprises pendant l'activité. Nous référons à ce type d'erreur lorsque les élèves ne semblent pas voir l'importance de fournir les deux membres d'un item, soit l'énoncé et son équation associée :

...

121- A1 : Madame je peux-tu juste mettre une équation pis pas de question?

122- INT : Non ça marchera pas parce qu'il faut vraiment que la personne lise et essaie de trouver le trou faique elle a besoin de l'énoncé aussi.

123- A2 : Faique faut la mise en situation?

124- INT : ouais.

...

Ou encore, nous y référons lorsqu'ils demandent s'ils ont l'obligation de mettre un trou :

...

12- F1 (à l'intervenante): On doit tu mettre un trou dans l'équation?

...

Nous y référons aussi s'ils n'en mettent tout simplement pas. Nous voyons, dans ce cas, une erreur majeure quant à l'utilisation du dispositif qui sert spécialement à exercer la mise en équation d'un énoncé en effectuant des allers-retours de l'un à l'autre.

Trois équipes ont commis une autre erreur liée à la divulgation de la réponse en s'éloignant momentanément de leur rôle d'enseignant. Ces dyades ont fourni ou voulu fournir la réponse avec l'item. L'équipe A, a, en effet, donné les réponses dans les endroits réservés aux indices, tandis que l'équipe D a donné un indice digne de l'effet

Topaze (Brousseau, 1998)! Elle donne l'indice *«De plus» nous nous nommons Léa et Carl* alors que le trou doit être comblé par [de plus]. Les élèves de l'équipe F, quant à eux, demandent à l'enseignante s'ils peuvent écrire la réponse en dessous du problème. Or, nous considérons que ceci est un écart vis-à-vis du changement de rôle. En effet, un élève qui campe le rôle d'un enseignant avec justesse comprend que le fait de fournir la réponse avec le problème a pour effet d'inhiber tout le travail de réflexion chez le résolveur. Toutefois, peut-être cet élève campe-t-il le rôle d'un enseignant oeuvrant auprès d'une clientèle en difficulté qui aide trop ses élèves ? Nous plaçons tout de même cette erreur dans la catégorie des erreurs attribuables à l'utilisation du dispositif ; nous pensons que la suggestion que fait le logiciel de donner un indice pour les items a pu contribuer à donner aux élèves le goût de guider fortement vers la réponse ou carrément de la donner.

Difficultés liées à la réalisation de la tâche

Attardons-nous, à présent, aux difficultés reliées à la réalisation de la tâche en examinant le tableau IX.

Tableau IX : Difficultés concernant la réalisation de la tâche (période 2)

TYPE DE DIFFICULTE	FREQUENCE
Composition de l'équation de leur problème « difficile »	B, F
Doute face à leur problème	G-1

La première difficulté perçue a été celle que deux équipes ont dû surmonter quant à la création de l'équation associée à l'énoncé de leur problème difficile. En effet, les dyades B et F se sont lancées le défi de faire un problème qui leur paraissait extrêmement difficile. Elles ont toutes deux commencé par émettre l'énoncé puis se sont mises à travailler avec acharnement pour produire l'équation associée. Cette difficulté a été traversée avec succès par les membres de l'équipe F qui ont conçu un item *Bouchons* complexe et valide. L'équipe B, pour sa part, a réussi à produire une équation qui fonctionne mais qui est spécifique aux données de cet énoncé. Nous y reviendrons lorsque nous traiterons des erreurs un peu plus loin.

La seconde et dernière difficulté est celle intitulée *Doute face au problème.* C'est l'équipe G (G-1, signifie ici que la difficulté survient dans le premier problème qu'ils composent) qui mentionne clairement éprouver des difficultés :

...

11- G1 : Madame?

12- G2 : Madame?

13- G2 : Je ne sais pas si on l'a.

16- INT : Oui Mélanie!

17- G1 : On a des difficultés.

18- INT : Ok, le triple d'un nombre diminué de 2 est égal à 80.

19- G1 : Je sais pas si ca fait du sens.

20- INT : C'est parfait ça, est égal...Mets est égal à 80.

...

Dans ce cas, la demande d'aide semble davantage être une demande de validation qu'un véritable déblocage. Les élèves avaient déjà presque terminé leur problème numéro 1 mais avant d'entamer le prochain, ils ont voulu s'assurer qu'ils avaient fait un bon item.

Erreurs liées à la réalisation de la tâche

Poursuivons avec les erreurs survenues lors de la réalisation de la tâche soumise à la deuxième période d'expérimentation et qui sont classées dans le tableau suivant (tableau X, p.114) :

Tableau X : Erreurs concernant la réalisation de la tâche (période 2)

TYPE D'ERREUR	FREQUENCE
Formulation de l'énoncé	A-2, B-1-2, D, E
Incompatibilité domaine/réponse	B, G
Équations inappropriées	B, C-1, D-3, E
Erreur d'algèbre	C-2, H-2
Donnée manquante	A-3
Erreur de syntaxe	H

À 5 reprises, nous avons observé des erreurs de formulation dans les énoncés des élèves. Mentionnons d'abord les deux erreurs de formulation qui consistent en la transformation des objets en cours de route dans un énoncé. A titre d'exemple, l'équipe E commence son problème avec «On a placé 44 cartes dans une boîte ...» mais termine en posant la question : «combien y a-t-il de billes bleues dans la boîte?». L'équipe D agit de même en interchangeant des pièces de monnaie et des billes. Cette erreur est bien mineure puisqu'elle n'empêche pas de résoudre le problème. La personne qui résout est aisément capable de faire abstraction de cette erreur d'inattention et de compléter le trou. La feuille d'exemples d'énoncés et d'équations de laquelle les élèves pouvaient s'inspirer pour composer leurs problèmes a peut-être contribué à provoquer ces erreurs. Visiblement, l'équipe E s'est basée sur l'énoncé numéro 1 de cette feuille commençant par «On a placé 43 billes dans une boîte...» mais a voulu changer un peu les données. Dans les deux cas où ces erreurs surviennent, les élèves débutent l'énoncé avec des objets de nouvelle nature mais omettent de conserver celle-ci jusqu'à la fin du problème. Peut-être sont-ils trop occupés à penser aux relations entre les données et à l'équation qu'ils devront fournir?

Sans aucun doute, ce type d'erreur aurait pu faire partie de la rubrique des erreurs reliées aux caractéristiques du dispositif puisque c'est son utilisation qui requiert l'emploi de mots et peut engendrer des erreurs de formulation. Cependant, nous traitons de ces erreurs dans la présente section parce que sous certaines de ces erreurs de formulation se cachent des erreurs d'algèbre. En particulier, l'erreur de l'équipe A qui a composé l'item que voici :

> *Un petit nerd va à la bibli. Il se prend [ ] séries de romans et 7 BD. En tout, il prend 17 livres ? Combien a-t-il de romans ?*
>
> $$2x + 7 = 17$$

Dans l'indice, la réponse «2 séries de 5 romans» apparaît. C'est donc dire que, si nous nous fions à ce dernier, la question que voulait poser l'équipe A était peut-être «Combien y a-t-il de romans par série?». Il y aurait donc une erreur de formulation au sens où, si la question demeure telle quelle, la réponse obtenue risque d'être «10» plutôt que «2 séries de 5 romans».

De même, les élèves de l'équipe B font des erreurs semblables dans deux de leurs énoncés. Dans le premier problème, ils débutent en disant : «Le double [du triple d'un nombre diminué de 5] est égal à 6 fois un nombre divisé par 2.». Ils font une erreur de formulation puisque, de la façon dont il est posé, ce problème pourrait faire intervenir 2 inconnues (voire variables) alors que ce n'est pas ce que les créateurs désirent. Ils auraient plutôt dû opter pour une formulation du genre « ...est égal à <u>ce même nombre</u> divisé par 2 » pour n'avoir qu'une inconnue, soit le nombre cherché. Aussi, dans leur problème suivant, ils font allusion à un total de 130 billes que se séparent deux garçons. Or, à la fin de l'énoncé ils posent la : «Combien de billes ont-ils ensemble?». Ils voulaient sûrement écrire «chacun» au lieu d'«ensemble» sinon poser une équation devient inutile. Le fait que le dispositif informatique impose aux élèves de travailler l'amalgame énoncé-équation alors qu'ils ont surtout l'habitude de travailler à produire l'équation a pu engendrer ces erreurs. Nous croyons qu'il aurait été intéressant de faire un retour avec les élèves ayant eu à résoudre ces problèmes lors de la période 3. Il aurait été pertinent de savoir si ceux-ci ont remarqué ces erreurs et si elles ont été un obstacle à la compréhension de l'item.

L'erreur *incompatibilité réponse-domaine* est, quant à elle, apparue quelquefois. Dans le contexte de *Bouchons les trous,* cette erreur n'empêche pas la réalisation de l'item, c'est-à-dire qu'on peut encore combler le trou sans rencontrer l'erreur. Cependant, il s'agit quand même d'une erreur vis-à-vis de la tâche à réaliser dans le contexte où l'élève prend le rôle de l'enseignant et qu'il ne procède plus à la vérification de l'item en faisant sa résolution. Nous obtenons alors, par exemple, pour l'équipe B, une réponse fractionnaire, $21,\overline{6}$ billes, alors que la réponse devaient être un nombre entier et pour l'équipe G, 4,224806…$, alors que la réponse devrait être un nombre à deux décimales.

Quatre autres erreurs ont été regroupées sous un même type. Il s'agit des erreurs se trouvant dans l'équation inappropriée d'un problème pour les équipes B, C, D et H. L'équipe B d'abord, a créé l'item suivant :

> *Georges a 58 ans. Sa fille a présentement 29 ans. Dans combien d'années l'âge du père sera-t-il le double de celui de sa fille ?*
>
> *58 - 29 = 29 - [x]*

Leur équation ne fonctionne qu'avec les données spécifiques de leur problème. C'est-à-dire qu'ils ne se servent pas de l'algèbre pour généraliser le contexte. Ces deux élèves ont travaillé fort lors de la création de cet item. Il ont fait un grand nombre d'essais et d'erreurs pour arriver à trouver une situation où l'écart entre l'âge du père coïncidait avec le double de la fille dans l'équation mais n'y sont pas parvenus autrement qu'en posant les âges dans cette relation ramenant ainsi le nombre d'années dans lequel se produirait la situation à zéro. Le problème perd donc, ici, toute sa complexité algébrique. Pourtant, leurs échanges verbaux donnent l'impression qu'ils cherchaient plutôt à obtenir une équation plus complexe puisqu'ils ne s'imposaient pas dès le départ que l'âge du père soit 58 ans et celui de la fille 29 ans.

...

51- B2 : Il faut trouver dans combien d'années.

52- B1 : Dans 30 ans.

53- B2 : Ok ben dans 30 ans.

54- B1 : Sais-tu pourquoi je peux te dire ça ? Parce que tcheck dans 10 son père va avoir 50 pis la fille va avoir peut-être 25... c'est impossible you know ? C'est dans les 60 for sure...exactement.

55- B2 : Là tcheck ça marche à une année par une année lui y va avoir 49 elle a va avoir 15 lui y va avoir 50 elle va avoir 16 jusqu'à temps que ça fasse le double jusqu'à temps que lui ait le double de sa fille.

56- B1 : 51

57- B2 : 16

58- B1 : 52

59- B2 : 17

60- B1 : 53

61- B2 : 18

62- B1 : 54

63- B2 : 19

64- B2 : 55

65- B1 : 20, plus 5...60 l'autre a 25,...65... 30...

66- B2 : Il a toujours plus que la fille.

67- B2 : Ya une grosse différence 48 et 14 ans. Yo quand tu y penses fais-le à la calculatrice, moi je vais essayer dans ta tête tu calcules la fille elle a un an de plus.

...

On voit qu'ils ne contrôlent pas les relations de manière générale et qu'ils cherchaient à trouver un nombre d'années différent de zéro mais qu'ils n'y sont pas parvenus.

L'équipe C fait également une erreur d'algèbre dans l'équation de son deuxième problème. Le voici :

> *Éva et Maxime échangent des cartes Pokémon. Éva a le triple du [double] de Max. Si Éva et Max ont ensemble 352 cartes, combien de cartes Éva a-t-elle ?*

$$3(2x) = 352$$

L'équation associée à l'énoncé présente une erreur d'algèbre puisqu'ils oublient d'inclure le nombre de cartes d'Éva. En effet, la bonne équation serait $x + 3(2x) = 352$. Nous pensons que les élèves de cette équipe étaient tellement occupés à insérer correctement la difficulté de leur problème qu'ils ont omis une relation.

L'équipe H crée un item très semblable à celui de l'équipe C avec, entre autres, une erreur similaire. Leur problème, qu'ils ont qualifié de moyen, est le suivant :

> *Mélissa a placé 54 billes dans une boîte. Plusieurs d'eux sont rouges, d'autres sont blancs (sic). On compte 12 billes rouges de plus que le triple des billes blancs. [ ]*

$$3x + 12 = 30$$

Nous croyons qu'une fois de plus l'ajout du x dans l'équation a pu être oublié, ce qui aurait donné l'équation $x + 3x + 12 = 54$. Or, ce n'est pas 54 que l'on retrouve à droite du signe d'égalité mais bien 30. Il s'agit, selon nous, d'une erreur d'inattention cette fois. En effet, nous nous interrogions au départ sur la possibilité que ces élèves aient placé volontairement le nombre de billes rouges uniquement dans l'équation. Nous rejetons finalement cette idée d'un « pas » de transformation dans l'équation parce que les données ne correspondent pas. En effet, si x = 24 (par 54-30) alors $3x + 12 \neq 30$.

Enfin, une autre erreur d'algèbre s'est glissée dans un problème créé par l'équipe D. Contrairement aux autres cependant, le trou, sous lequel se cachait la partie de l'équation erronée, a permis de camoufler l'erreur jusqu'au moment de l'annonce des résultats par *Bouchons les trous*. Leur problème était celui-ci :

> *Si j'ai au total 1 000 000 pommes dans des caisses. J'ai des pommes rouges et jaunes. Si j'ai le (sic) demi de pommes rouges combien j'ai de pommes rouges ?*
>
> *[x + x + ½] = 1 000 0000*

L'erreur que l'équipe a commise dans ce cas-ci, mise à part l'erreur d'inattention du million de pommes qui se transforme en dix millions, en est une de mauvaise traduction des liens entre les données. La fraction semble être l'obstacle qui empêche la bonne traduction de l'énoncé. On aurait dû voir apparaître l'équation x + x = 1 000 000 si on conserve l'énoncé tel quel. Cependant, il se peut que la volonté des élèves était plutôt de poser la question « Si j'ai la demi de pommes rouges de plus que de pommes jaunes, combien ai-je de pommes rouges ? ». Dans ce cas, l'erreur de relation entre les données persiste (on aurait dû voir l'équation $x + (x + ½x) = 1\ 000\ 000$ apparaître) mais l'allure de l'équation semble davantage se rapprocher de celle qu'ils ont fournie.

Mentionnons, d'autre part, que deux équipes semblent éprouver des difficultés majeures avec la signification du signe d'égalité. Dans tous leurs problèmes de la période 2, effectivement, l'équipe C et l'équipe E inscrivent, à la place de l'équation, les étapes de la résolution du problème, l'une à la suite de l'autre en les séparant de signes « = ». L'équipe C, par contre, a remédié à cette erreur, pendant la troisième période d'expérimentation, en se remettant à la tâche de composition. Elle a produit un item dont l'équation, bien que comportant une erreur dont nous avons traité antérieurement, n'était plus la résolution du problème mais bel et bien une tentative de traduction de l'énoncé en utilisant l'algèbre.

Finalement, terminons la description des erreurs perçues pendant la deuxième période d'expérimentation en relevant deux erreurs mineures. La première, faite par l'équipe A, consiste en l'oubli d'inscrire dans l'énoncé le montant total d'argent séparé entre trois frères alors qu'il figure dans l'équation. Il s'agit là, à nos yeux, d'une erreur d'inattention. Puis, la seconde erreur en est une de syntaxe faite par l'équipe H. L'élève de cette équipe qui a composé le problème est une élève dont le français n'est pas la langue maternelle. Elle est partie de l'équation 10 x +10 = 5x + 50 et a tenté de créer un énoncé pour accompagner cette dernière. Voici ce qu'elle a produit :

> *Michel a 10 fois d'argent de plus que Maria plus dix est égale 5 fois plus 50 (sic). [Quelle somme d'argent a Maria ?]*

Considérant que cette élève a fait l'effort de bâtir un contexte autour de l'équation, ce qui était en soi déjà difficile pour un problème de transformation, et qu'elle est arrivée à bien établir les liens entre les données, nous considérons que cette erreur est mineure.

3.2.3 Période 3

La troisième et dernière période d'expérimentation était consacrée à l'échange des problèmes créés entre les dyades afin de procéder à leur résolution et de rendre plus réaliste le changement de rôle de l'élève. Nous classifions à nouveau les erreurs survenues selon les deux mêmes rubriques que pour les périodes précédentes en reprenant des types d'erreur semblables. Cependant, à notre grand étonnement, aucune erreur liée à la réalisation de la tâche n'est apparue. Nous présentons d'abord les erreurs en lien avec les caractéristiques du dispositif dans le tableau XI puis tentons une explication de l'absence d'erreur de l'autre type.

<u>Erreurs liées aux caractéristiques du dispositif</u>

Tableau XI : Erreurs concernant les caractéristiques du dispositif (période 3)

Correspondance terme à terme entre l'équation et l'énoncé	B-3 : C, F, H	
Inscription d'un résultat dans le trou	Bonne réponse dans l'énoncé	H-1 : B H-2 : B
	Mauvaise réponse dans l'énoncé	
	Bonne réponse dans l'équation	G-3 : A, F
	Mauvaise réponse dans l'équation	G-3 : D F-2 : G
Erreur de syntaxe (Réponse incomplète)	H-3 : E	

D'abord, la stratégie de résolution par correspondance a engendré, à nouveau, des erreurs dans la résolution d'un problème en particulier. Les réponses de trois dyades laissent présumer qu'elles ont eu recours à cette technique pour le problème numéro 3 de l'équipe B. Nous avons d'ailleurs traité précédemment de cet item pour d'autres raisons. Citons-le à nouveau:

> *Georges a 58 ans. Sa fille a présentement 29 ans. Dans combien d'années l'âge du père sera-t-il le double de celui de sa fille ?*
>
> *58 - 29 = 29 - [x]*

À trois reprises, donc, nous retrouvons dans le trou la réponse « x 2 » qui est fausse mais qui est logique dans le contexte de la stratégie de correspondance terme à terme. Ce problème est le seul où nous avons retrouvé ce type d'erreur.

La présence fréquente d'une erreur d'une autre nature a cependant attiré notre attention. En effet, nous avons été surprise de constater la réapparition d'une erreur survenue plusieurs fois au tout début de la période 1. Il s'agit des erreurs de type bonne ou mauvaise réponse dans le trou de l'énoncé ou de l'équation. Rappelons que ces erreurs avaient diminué de façon notable à mesure que les élèves se familiarisaient avec le dispositif informatique. Étrangement, nous avons constaté que la moitié des erreurs rencontrées, à la période 3, étaient de ce type. Nous nous expliquons difficilement la réapparition de ces erreurs à ce stade de l'expérimentation. Peut-être les élèves se sentent-ils obligés de donner une réponse sous l'effet du contrat usuel de classe ? Revoyons le travail de l'équipe A1 concernant le problème suivant :

> *Lors d'une journée de projection de film, Georges c'est fait 1090$. Combien un billet vaut t-il si il a vendu 258 billets ?*
>
> *258 [ ] = 1090*

Ces élèves qui avaient pourtant créé des items *Bouchons* de qualité placent à présent la bonne réponse, c'est-à-dire 4,224802... dans le trou au lieu de le combler en faisant la traduction de l'énoncé. Après avoir vu la réponse [*x], ils font venir l'enseignante. Reprenons une partie de l'extrait cité dans la section précédente (p.89) en y ajoutant quelques lignes qui dévoilent d'autres aspects du raisonnement de l'élève :

...

100- A2 : Regardez la réponse.

101- INT : Non, celui-là il est correct !

102- A2 : Comment ça il est correct ? La petite étoile avec un x!

103- INT: Regarde c'est un fois. Ça veut dire fois oui. Au lieu de mettre un x ils ont mis une petite étoile en voulant dire ...

104- A1 : Fois x ouais mais ils veulent savoir combien ça vaut un billet.

105- INT : C'est ça. Regarde, t'as 258 fois le nombre de billet qui est égal à 1090. Faique si t'as un billet de vendu tu vois que ça ne marche pas.

106- A1 : Ouais faique tu fais 1090 divisé par 258.

107- INT : Ouais là ça va te donner.

108- A1 : Ben c'est ça ! C'est pas 258 fois x !

109- INT(2): Ouais mais ça c'est pour trouver la réponse. Nous-autres on veut juste une équation qui résolvent dans leur problème.

110- INT : C'est ça

111- A1 : Ouais mais c'est pas ça qu'ils demandaient. Eux-autres leur question c'est : « combien un billet vaut-il ? ». Un billet tu fais 1090 divisé par 258. C'est ça leur question. Ils veulent savoir la valeur de x.

112- INT(2) : Non mais ça c'est la réponse.

113- A1 : Ouais

114- INT(2) : Mais nous autres on veut une expression qui te permet que quand tu vas résoudre l'expression ici. Ce que tu fais c'est que pour résoudre ça tu fais divisé par 258 à gauche, divisé par 258 à droite

115- A1 : Ouais mais ils auraient dû mettre «Résous l'équation» ou quelque chose ...

116- INT(2) : Ouais mais c'est ça on a pas besoin de la résoudre.

117- A1 : Ben mais quelque chose dans le genre fais l'équation.

118- INT(2) : Ben toi tu peux dire que tu aurais aimé mieux ça.

119- A1 : Parce qu'on sait pas qu'est-ce qu'ils veulent. C'est quand même pas précisé qu'est-ce qu'ils veulent qu'on fasse.

120- A2 : Ben parce que quand la réponse c'est n'importe quoi, on...

121- INT(2) : Pourquoi tu dis que c'est n'importe quoi ?

122- A2 : La réponse que ça donne c'est 4,224802...

...

Dans cet échange, nous percevons que l'élève A1 semble, à présent, être confus en ce qui a trait au concept de *Bouchons les trous*. Il insiste sur le fait que les créateurs ne sont pas clairs dans leur demande. Il dit qu'il aurait préféré qu'on lui dise que ce qu'il avait à faire c'était de compléter l'équation. Pourtant, ses propres items ne donnent pas ce type de précision.

Comme deux autres équipes (F, bonne réponse dans le trou et D, mauvaise réponse dans le trou) ont commis une erreur semblable dans le même item, nous sommes tentée de croire que la formulation de l'équation est peut-être à l'origine de ces confusions. En effet, il n'y a aucune inconnue dans l'équation à trou. Lorsque les élèves la complète par un nombre, ils obtiennent une équation arithmétique complète. Il est alors possible qu'ils ne voient pas l'utilité de faire intervenir le [*x] exigé par le créateur.

La dernière erreur que nous avons repérée s'est produite dans un item présentant une erreur de syntaxe dont nous avons déjà parlé. L'équipe E devait compléter l'énoncé de l'item suivant :

> *Michel a 10 fois d'argent de plus que Maria plus dix est égale 5 fois plus 50 (sic). [Quelle somme d'argent a Maria ?]*

$$10x + 10 = 5x + 50$$

L'élève E a répondu [d'argent]. Il a de toute évidence tenté de combler le trou en conservant le contexte. Or, le fait que toute la question soit le trou ici complexifie la tâche du résolveur. En plus, l'item est déficient syntaxiquement alors il devenait bien difficile d'arriver à la réponse désirée par l'auteur.

Erreurs liées à la réalisation de la tâche

Nous sommes étonnée de ne voir apparaître aucune erreur dans la catégorie *Réalisation de la tâche*. Nous croyons que bien des erreurs ont pu être évitées par le fait que la plupart des items *Bouchons* créés par les dyades se résolvaient aisément par la stratégie de correspondance terme à terme entre l'énoncé et l'équation. En effet, même les items considérés les plus difficiles par les créateurs étaient formulés d'une façon telle que la stratégie de correspondance devenait une stratégie de réussite qui contournait les subtilités du problème. A titre d'exemple, prenons le deuxième problème de l'équipe F :

> *Dans une ferme, nous avons des poules et des vaches. Nous avons 120 pattes en tout. Le nombre de pattes de poules est égal au 11ième des pattes de vaches fois 4. Combien a-t-il de poules et de vaches en tout dans cette ferme ?*

a : 11 [x 4] = 32

Ce problème a été résolu par deux équipes et réussi par l'une des deux du premier coup. Par l'autre, il a d'abord été manqué puis modifié correctement. Cet item a été le fruit d'un travail considérable de l'équipe F. Leur équation renferme un grand nombre de « pas » de transformation qui justifient l'apparition du 32 comme étant le nombre total de pattes poules. Or, en utilisant la technique de correspondance dans la partie « onzième des pattes de vaches fois 4 » un élève qui décide de choisir « fois 4» comme étant le terme qui ne possède pas de terme correspondant, obtient la bonne réponse sans saisir toutes les relations impliquées dans les « pas de transformation ». Nous croyons que ce type de démarche a peut-être été utilisé dans plus d'un cas et ainsi a contribué à laisser paraître un moins grand nombre d'erreurs.

En résumé, nous concluons que les erreurs qui surviennent dans cette façon inhabituelle d'aborder la mise en équation sont d'une part, engendrées par l'utilisation d'un matériel nouveau ayant des caractéristiques particulières et sont, d'autre part, dues à la complexité de la tâche de mise en équation algébrique.

En particulier, la naissance de stratégies telles que la *correspondance terme à terme* peut constituer un danger. Nous constatons qu'à mesure que l'activité progresse, le recours à cette méthode devient plus fréquent. Bien que dans la majorité des problèmes cette dernière n'ait pas occasionné d'erreurs, nous croyons qu'un retour critique sur l'utilisation de cette stratégie serait à prévoir dans le cas où une tâche semblable serait à nouveau présentée à des élèves. Nous retenons également que les erreurs commises pendant la période 2, c'est-à-dire pendant la fabrication des problèmes, ont une incidence directe sur la performance des résolveurs à la période 3.

D'autre part, les principales difficultés rencontrées par les élèves au cours de la composition de problèmes, ont résidé en la façon de débuter le travail. La nouveauté de la tâche semble avoir eu pour effet de ralentir le départ sans néanmoins empêcher la réalisation d'items de qualité par la plupart des élèves du groupe.

3.3 SOUS-QUESTION 4 : DEGRÉ DE COMPLEXITÉ DES PROBLÈMES

La quatrième question de recherche à laquelle nous allons répondre est la suivante : «Quel degré de complexité les élèves attribuent-ils aux problèmes?». Nous mettons en lumière les caractéristiques des problèmes classés facile, moyen ou difficile par les élèves lors de la première et troisième période d'expérimentation. Nous traiterons des degrés de complexité des problèmes de la deuxième période dans la section suivante qui est réservée à la cinquième sous-question de recherche et qui consiste en l'étude approfondie des procédures mises en oeuvre dans la tâche de composition. Nous présentons d'abord un tableau, le tableau XII (p.129), dans lequel figurent les caractéristiques des neuf problèmes de la période 1. Dans ce tableau, figurent également les assignations des degrés de complexité par chaque élève pour chacun de ces problèmes ainsi que notre propre assignation telle qu'expliquée dans l'analyse a priori. Lorsqu'un degré de difficulté est mis en rouge, cela signifie que l'élève a réussi le problème. Nous faisons une présentation des observations qui émergent à première vue du regroupement de ces données. Puis, nous nous penchons sur la cohérence dont les élèves font preuve lorsqu'ils apposent des degrés de difficulté aux problèmes des périodes 1 et 3. Plus précisément, nous cherchons à établir une cote révélant la capacité de chaque élève à bien évaluer la complexité d'un problème par rapport à son habileté à le résoudre. Par exemple, un élève qui dirait de tous les problèmes qu'ils sont faciles mais qui n'en réussirait aucun se verrait attribuer une cote de jugement *mauvais.* Ensuite, nous mettons en évidence la correspondance entre l'opinion des créateurs versus celle des résolveurs en ce qui concerne le degré de complexité des problèmes échangés pour la période 3. Puis, nous terminons en présentant une comparaison entre les degrés de difficulté attribués par les élèves aux 6 problèmes des périodes 0 et 4.

Commençons avec certains faits qui ressortent du tableau XII (p.129). Attardons-nous à la réussite ou l'échec des neuf problèmes ainsi qu'au degré de difficulté que les élèves leur ont attribué.

<u>Des problèmes semblables</u>

D'abord, les numéros 1 et 6, étaient constitués du même item avec le trou au même endroit mais n'ont pas été jugés de la même façon par les élèves. La seule différence entre ces deux items résidait dans le fait que l'un demandait «Quel est ce nombre?» alors que l'autre posait la question «Quels sont les deux nombres?». Cette différence, qui pourtant ne touche en rien la mise en équation, a eu un effet étonnant. Le premier, qui demandait les deux nombres, a été manqué par 7 élèves sur 15, alors que le second a été manqué par 2 élèves seulement sur 14. Un écart aussi marqué est peut-être dû à l'élément de nouveauté qui a eu son effet lors de la résolution du premier problème pour ensuite laisser place à une familiarisation grandissante avec le dispositif. En ce qui a trait au jugement de difficulté, le numéro 1 («Quels sont les deux nombres?») a recueilli cinq cotes « difficile » pour seulement une pour le numéro 6 («Quel est ce nombre?»). Le changement dans la question pourrait peut-être expliquer en partie cette différence. Toutefois, nous pensons qu'une fois de plus la nouveauté de combler un énoncé s'est avérée un facteur de difficulté important. Le degré de difficulté attribué au numéro 3, qui a lui aussi un trou dans l'énoncé, nous permet de poser cette hypothèse. En effet, cet item que nous considérons plus ardu que le numéro1 a reçu 3 cotes difficiles de moins. De plus, dans les échanges verbaux des participants, on entend, après quelques minutes de travail, des remarques signalant qu'un déblocage vient de se faire concernant l'écriture de mots en guise de réponse.

Les numéros 2 et 9 avaient, pour leur part, le même énoncé mais des équations différentes. Le problème numéro 2, le plus difficile de la série selon nous, a été manqué par tous les élèves et a été coté « problème difficile » par la majorité d'entre eux. Il s'agit d'un problème de structure *taux* dont le trou était situé dans l'équation et dont la mise en équation demandait à l'élève de faire un « pas » de transformation. Le

Tableau XII : Degrés de complexité des problèmes (période 1)

	5	1	6	9	3	4	7	8	2
Connecté (C) / Déconnecté (Dc) Structure	C Comparaison	Dc Comparaison	Dc Comparaison	Dc Taux	Dc Transformatio n	Dc Comparaison	Dc Comparaison	Dc Comparaison	Dc Taux
numéro d'inconnues - numéro d'équations	1-1	1-1	1-1	2-2	1-1	2-2	1-1	1-1	1-1
numéro « pas » de transformation	O	1	1	0	0	0	3	2	1
Lieu du trou	Enoncé	Enoncé	Énoncé	Énoncé	Énoncé	Équation	Equation	Énoncé	Équation
Nature du trou	Opérateur + donnée	Opérateur + Donnée	Opérateur + donnée	Donnée	Opérateur	Opérateur + donnée	Opérateur + donnée	Opérateur + donnée	Inconnue + opérateur + donnée
A1	F	F	F		M	M	M	F	D
A2	F	F	F	F	F	M	M	F	D
B1	M	D	F	D	F	M	F	M	D
B2	F	F	F	M	F	M	M	F	M
C1	F	M	M	F	M	F	F	F	F
C2	F	M	M	M	M	D	M	M	D
D1	F	F	M	M	F	M	M	F	D
D2	D	F	F	F	F	D	F	F	D
E1	M	F	F	M	M	D	D	M	D
F1	F	F	F	F	F	F	M	F	M
F2	F	M	M	F	M	F	M	F	M
G1	M	D	M	M	M	M	M	D	D
G2	F	D	F	D	M	F	F	M	M
H1	M	D	D	F	D	F	M	F	D
H2	M	D			D	D			D
NOUS	F	F	F	F	M	M	M	D	D

même libellé, le numéro 9, accompagné cette fois d'un système canonique, a été réussi par tous les élèves sauf un et a été coté «problème facile» par la plupart. Dans ce cas, le trou à combler était [25 cents] et comme 0,25 apparaissait dans l'équation, les élèves ont trouvé la réponse sans trop de mal.

Dans notre questionnaire, deux problèmes présentaient un système à deux équations. Il s'agit du numéro 9 que nous venons de voir et du numéro 4. Attardons-nous un peu plus en détail à ces deux problèmes qui ont été fortement réussis par les élèves. Le numéro 9 a obtenu le taux de réussite le plus élevé (12/13) de tous les problèmes, suivi de près par le numéro 4 (10/15). Lorsqu'un libellé s'accompagne d'un système à deux équations, ces dernières sont généralement plus proches d'une traduction directe, ce qui simplifie l'étude du lien libellé/équation. Ainsi, comme la stratégie de correspondance terme à terme fonctionne bien pour ces deux items, les élèves y ayant eu recours sont parvenus à combler le trou correctement. Cependant, même si ces items ont été particulièrement bien réussis, l'attribution des degrés de difficulté demeure plutôt diversifiée. Pour le numéro 9, 6 élèves ont écrit « facile », 5 élèves ont choisi « moyen » et 2 élèves ont opté pour « difficile ». De même, au numéro 4, nous avons compté 5 « facile », 6 « moyen » et 4 « difficile ». Nous croyons qu'il se peut que le fait que les élèves n'aient pas l'habitude de travailler avec des systèmes à deux équations a pu les faire douter davantage de leur réponse et ainsi les inciter à jouer de prudence dans l'attribution du degré de difficulté.

<u>Des pièges</u>

Le numéro 8 est le seul problème pour lequel le degré de complexité comptant le plus de «votes» ne coïncidait pas avec celui que nous avions assigné lors de l'analyse a priori. Le cas spécial du numéro 8 a été traité antérieurement. Rappelons seulement que le «pas» de transformation présent dans l'équation a induit les élèves en erreur.

En ce qui concerne le numéro 5, le seul problème connecté du lot, les élèves l'ont pour la plupart, identifié comme étant «facile». Cependant, les efforts que nous avions mis à rendre un peu plus complexe ce problème afin qu'il s'intègre mieux dans notre banque d'items, c'est-à-dire qu'il ne soit pas «trop» facile pour le niveau des élèves, semble avoir porté fruit. Le taux de réussite est 7/15 alors que 9/15 le considère «facile». Le fait que ce problème se résolvent bien plus aisément en arithmétique a pu contribuer à semer la confusion chez ses élèves à qui une équation algébrique était imposée. Un autre élément a pu joué : l'inconnue n'était pas désignée.

<u>Les autres problèmes</u>

Pour sa part, le numéro 3 a été très bien réussi par les élèves (10/15). Nous avions émis l'hypothèse qu'étant donné la présence de l'inconnue de part et d'autre du signe d'égalité, le degré de difficulté attribué à cet item serait «moyen». Pas «difficile» puisque la résolution n'était pas requise, non plus que «facile», même si une traduction directe conduisait à la réponse, parce que l'équation est assez complexe. Il semble que le jugement de plusieurs élèves soit allé dans ce sens. 6 élèves ont toutefois dit de ce problème qu'il était facile et 5 d'entre eux l'ont réussi.

Le problème numéro 7 a été jugé comme étant un problème «moyen» par 7 élèves sur 14. Parmi ceux-là, 6 ont donné la réponse 8200 dont nous avons discuté précédemment. C'est donc dire qu'ils ne sont pas certains de leur réponse. Peut-être est-ce l'insertion d'un «pas » de transformation dans l'équation qui rend la résolution plus ardue aux yeux des élèves? Le fait qu'ils aient recours à plus d'une stratégie nous laissent présumer qu'ils sont conscients que ce problème contient des difficultés.

Soulignons, enfin, que pour aucun problème il n'y a de correspondance parfaite entre le jugement et l'exécution. C'est-à-dire que nul problème n'a été réussi dans tous les cas où la cote « facile » lui a été assignée. De même, les problèmes ratés, ne portent pas tous la mention « difficile ». Cependant, dans l'ensemble, les performances sont assez correspondantes avec les jugements.

Jugements des élèves

Il nous semble, à présent, pertinent de s'intéresser aux réussites et aux échecs des élèves dans la résolution des problèmes et à leur opinion sur leur degré de complexité pour les périodes 1 et 3 de l'expérimentation. Nous présenterons les taux de réussite ou d'échecs de chaque élève (chaque équipe pour la période 3) dans les problèmes de chacune des catégories *faciles, moyens et difficiles*. Le nombre de problèmes présents dans chaque catégorie varie d'un élève à un autre puisque c'est l'élève lui-même qui assigne le niveau de difficulté d'un problème. Les tableaux des périodes 1 et 3 (tableaux XIII, p.134 et XIV, p.136) se composent de 5 colonnes. La première colonne comprend la liste des élèves. Les trois suivantes concernent les problèmes faciles, les problèmes moyens et les problèmes difficiles. Pour la colonne des problèmes faciles, nous nous intéressons au nombre de problèmes réussis sur le nombre total de problèmes que cet élève jugeait faciles. Au contraire, pour la colonne des problèmes moyens ou difficiles, nous nous attardons au nombre de problèmes manqués sur le total des problèmes que l'élève jugeait moyens ou difficiles.

La dernière colonne contient la cote de jugement. Notre appréciation du jugement se base sur l'ensemble de ces critères pour chaque élève (ou équipe pour P3). En termes clairs, nous apposons la cote «bon jugement» à un élève qui a une correspondance parfaite pour les problèmes faciles et difficiles, c'est-à-dire qui réussit tous les problèmes qu'il juge faciles et qui échoue tous les problèmes qu'il juge difficiles. Lorsque l'erreur de jugement se situe uniquement dans les problèmes jugés moyens, cela n'altère pas la cote de «bon jugement». Nous optons pour la cote de jugement «mauvais» dans le cas où l'élève (ou l'équipe) rate plus de 50% des problèmes qu'il considérait faciles et, pour la cote de jugement «mitigé», lorsque le nombre de problèmes faciles réussis ou le nombre de problèmes difficiles manqués se situe entre 50% et 100% exclusivement.

Les cas où l'on retrouve **exactement** 50% des problèmes faciles réussis sont classés soit dans la catégorie «mauvais jugement» ou dans celle de «jugement mitigé». Le classement se fait en se basant sur le nombre de problèmes identifiés moyens par les élèves et ayant été manqués. Nous stipulons qu'un élève qui classe un problème dans la catégorie des «moyens» le fait parce qu'il doute de sa réponse, c'est pourquoi nous regardons le nombre de numéros manqués. Or, il se peut aussi qu'un élève qui croit avoir la bonne réponse le classe ainsi parce qu'il a éprouvé de la difficulté à résoudre le problème. Nous nous fions donc d'emblée aux problèmes identifiés faciles ou difficiles pour assigner la cote «bon jugement» et nous avons recours au nombre de problèmes ratés dans les moyens pour départager entre un jugement mitigé ou mauvais. À titre d'exemple, un élève ayant réussis 2 problèmes sur 4 qu'ils jugent faciles et ayant 1/3 (1 problème manqué sur 3) pour ses problèmes moyens se verrait attribué une cote de jugement «mauvais». En effet, celui-ci réussit autant de problèmes faciles que de moyens. C'est donc dire qu'il ne sait pas bien faire la différence entre ces deux degrés de difficulté.

3.3.1 Période 1

Débutons avec le recensement des problèmes réussis ou manqués lors de la période 1. Le tableau XIII présente ces résultats.

Tableau XIII : Cote de jugement (période 1)

	F	M	D	
	# réussis/total	# manqués/total	# manqués/total	Jugement
A1	2/4	1/3	1/1	Mauvais
A2	3/6	2/2	1/1	Mitigé
B1	5/5	2/3	2/2	Bon
B2	5/5	2/4	0/0	Bon
C1	5/6	2/3	0/0	Mitigé
C2	1/1	2/6	2/2	Bon
D1	3/4	2/4	1/1	Mitigé
D2	1/6	0/0	2/2	Mauvais
E1	2/2	3/4	2/3	Mitigé
F1	7/7	1/2	0/0	Bon
F2	1/4	2/5	0/0	Mauvais
G1	0/0	3/6	3/3	Bon
G2	2/4	2/3	1/2	Mauvais
H1	2/3	2/2	2/4	Mitigé
H2	0/0	1/1	3/4	Mitigé

Lors de cette première période d'expérimentation, nous remarquons que les jugements portés par les élèves en regard du degré de difficulté des problèmes sont partagés. Quatre élèves ont reçu la cote «mauvais», six la cote «mitigé» et quatre la cote «bon» jugement. Comme nous allons le voir, ces cotes témoignent, en quelque sorte, de l'habileté des élèves à juger de la validité de leur travail et donc de la mise en oeuvre ou non de connaissances algébriques[8] utiles à ce jugement.

[8] Évidemment, il est possible que les difficultés lexicales ou autres aient influencé le jugement des élèves. Nous avons toutefois présumé que ce sont les connaissances algébriques qui présidaient au classement.

Les élèves B1, B2, C2 et F1 ont reçu la cote de «bon jugement». Ceux-ci ont réussi tous les problèmes qu'ils affirment trouver faciles. On peut donc dire qu'ils ont bien validé leurs réponses correctes. De même, ils ont manqué tous les problèmes qu'ils ont jugés difficiles. À nouveau, il y a cohérence entre la performance au problème (échec) et sa cote, ce qui nous porte à croire que ces élèves possèdent les connaissances nécessaires pour se prononcer adéquatement sur la validité de leurs réponses.

D'autres élèves ont été classés dans «jugement mitigé». Prenons par exemple l'élève E1. Il a réussi les deux problèmes qu'il jugeait faciles mais il a également réussi l'un des trois problèmes qu'il jugeait difficiles. Il est possible, entre autres, que cet élève ait écrit « difficile » au problème qu'il a réussi parce qu'il a mis beaucoup d'efforts pour arriver à la réponse mais il se peut aussi qu'il ait écrit cela parce qu'il croyait que sa réponse était incorrecte. En conséquence, nous pouvons établir que cet élève met en œuvre des connaissances utiles à la validation et ce, de manière générale.

Les autres élèves ont été placés dans la catégorie «jugement mauvais». F2, par exemple, a jugé 4 problèmes « faciles » mais parmi ceux-ci, il n'en réussit qu'un. Par ailleurs, il estime que 5 problèmes sont moyens mais n'en rate que deux parmi eux. Les habiletés de cet élève à juger de la validité de son travail sont pauvres.

Les élèves G1 et H2 sont des cas particuliers. Ils n'ont jugé aucun problème comme étant faciles. L'élève G1 a manqué tous les problèmes jugés difficiles et a manqué la moitié des problèmes jugés moyens. Il s'est donc mérité la cote «bon jugement». L'élève H2 a manqué tous les problèmes sauf un «difficile» et a donc reçu la cote «jugement mitigé». Ces deux élèves semblent donc trouver la tâche difficile mais ils sont relativement bons pour juger de la validité de leur production.

3.3.2 Période 3

Enchaînons avec le répertoire des échecs et des réussites survenus lors de la période 3 du processus expérimental présenté dans le tableau XIV.

Tableau XIV : Cote de jugement (période 3)

	F	M	D	
	# réussis/total	# manqués/total	# manqués/total	Jugement
A	2/2	1/1	0/0	Bon
B	0/3	0/0	0/1	Mauvais
C	2/2	0/1	1/1	Bon
D	3/3	0/0	0/1	Mitigé
E	1 /2	0/0	0/0	Mitigé
F	4/5	0/1	0/0	Mitigé
G	1/1	0/2	1/1	Bon
H	1/1	0/1	1/1	Bon

Les élèves ont eu dans l'ensemble un meilleur jugement lors de cette troisième période. Quatre équipes ont reçu la cote «bon», trois équipes la cote «mitigé» et une seule équipe la cote «mauvais». Mentionnons toutefois que la faible quantité de problèmes résolus par chaque équipe a pu contribuer à l'obtention de tels résultats. Nous ne mettons quand même pas de côté la possibilité que les équipes aient fait certains apprentissages lors de l'expérimentation et que leurs habiletés en validation soient meilleures au terme de cette troisième période.

3.3.3 Période 0 et période 4

Pour terminer cette portion d'analyse, revenons sur les périodes 0 et 4, c'est-à-dire les visites en classe avant (P0) et après (P4) les trois périodes d'activités avec *Bouchons les trous*. Rappelons que lors de ces rencontres, nous remettions à chaque élève une feuille comportant six énoncés auxquels il devait assigner un degré de difficulté (F-M-D). Le but visé par ces visites était d'évaluer l'apprentissage réalisé en comparant les perceptions des degrés de difficulté des problèmes avant et après l'expérience avec *Bouchons les trous*. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau XV.

Tableau XV : Degrés de difficulté des problèmes des périodes 0 et 4

	1	2	3	4	5	6	+	=	-
A1	+	-	=	=	+	+	3	2	1
A2	+	+	=	=	-	=	2	3	1
B2	+	=	+	=	-	+	3	2	1
C2	+	+	-	=	-	+	3	1	2
D1	-	+	-	=	-	-	1	1	4
E1	-	=	=	-	=	-	0	3	3
F2	=	+	=	=	=	+	2	4	0
G1	-	+	=	=	=	=	1	4	1
H1	=	-	+	+	+	+	4	1	1
H2	+	+	+	+	=	=	4	2	0
Abs1	+	+	+	+	+	-	5	0	1
Abs2	-	+	-	=	+	=	2	2	2
Tot	6-2-4	8-2-2	4-5-3	3-8-1	4-4-4	5-4-3	30	25	17

Dans la première colonne, se trouvent d'abord la liste des élèves[9]. Cette liste contient 2 élèves de plus (Abs1 et Abs 2) que celle des périodes 1 et 3. Ces 2 élèves étaient absents lors de l'expérimentation faite en laboratoire informatique. Dans les six colonnes suivantes, nous établissons une comparaison entre le degré de difficulté

[9] Quelques élèves n'apparaîssent pas dans la liste, il s'agit de B1, C1, D2, F1 et G2. C'est qu'ils ont omis d'écrire leur noms à l'une ou l'autre des périodes ce qui rendait impossible la comparaison.

assigné à chacun des six problèmes pour les périodes 0 et 4. Lorsqu'un « + » apparaît, c'est que l'élève est d'avis que ce problème est plus facile à faire après l'expérimentation. Au contraire, lorsqu'un «-» figure au tableau, c'est que l'élève accorde, au même problème, un degré de difficulté moins grand avant de se soumettre à notre expérimentation. Si un « = » apparaît, c'est que le degré de difficulté du problème est le même avant et après l'expérimentation. Les trois dernières colonnes, quant à elles, présentent les totaux des comparaisons des colonnes précédentes pour un même élève. Enfin, la dernière ligne du tableau permet de voir le total des « + », « = » et «-», dans l'ordre, pour un même problème.

Cette comparaison ne nous permet pas de mesurer une quelconque tendance, ni par élève, ni par problème. En fait, elle nous mène à peu de résultats sinon que 30 assignations sur 72 accordent au même problème un degré de complexité plus faible après l'expérimentation. Rien ne nous permet de dire si cela est dû à l'évolution normale ou à l'incidence du travail proposé par notre processus expérimental.

En somme, nous constatons que de manière générale, les élèves ont attribué un degré de difficulté équivalent à celui que nous avions posé dans l'analyse a priori. Nous remarquons toutefois que, comme nous l'avions prévu, la présence de « pas » de transformation dans l'équation d'un item peut contribuer, comme c'était le cas au numéro 8, à amener une non-concordance entre le jugement et la réussite.

De plus, nous avons constaté que les problèmes avec un système à deux équations ont été particulièrement réussis sans toutefois recueillir un nombre remarquable de mentions « facile » pour autant. Les stratégies qu'ils mettent en œuvre pour combler les trous d'items de la sorte est adéquate de manière générale mais les élèves semblent douter de la validité de leur réponse.

Finalement, nous apercevons une habileté chez les élèves à discerner les éléments complexifiant des items qui leur sont soumis. Ils semblent posséder des connaissances algébriques qui leur permettent de poser un jugement approprié sur le degré de difficulté des problèmes que nous leur proposons.

3.4 SOUS-QUESTION 5 : PROCÉDURES DE CRÉATION DES PROBLÈMES

Notre cinquième sous-question de recherche traite des procédures utilisées par les élèves pour composer les items *Bouchons les trous.* Elle concerne spécifiquement la deuxième période d'expérimentation, celle où les élèves devaient, en dyade, fabriquer trois items de degrés de complexité différents (un facile, un moyen, un difficile). Dans notre analyse, nous tâchons de mettre en évidence les moyens pris par les élèves pour débuter leur composition puis nous nous penchons sur la nature des éléments qui assurent une progression du degré de complexité des problèmes. Plus précisément, dans le tableau XVI (p.140), nous présentons, pour chaque problème de chacune des huit équipes les éléments suivants : l'endroit et la nature du trou, l'équation du problème, le problème sur lequel s'est basé l'élève pour la fabrication, s'il y a lieu, ainsi que la nature des changements apportés à celui-ci, le degré de difficulté assigné et enfin la structure du problème.

En observant ce tableau, nous remarquons d'abord que, comme nous l'avions prévu, toutes les dyades ont procédé à la fabrication de leur problème difficile en dernier. Parmi eux, la plupart a mis le trou dans l'équation. Ceci va cependant à

Tableau XVI : Procédures de fabrication des items (période 2)

	A	B	C	D	E	F	G	H
Endroit du trou	énoncé	énoncé	aucun trou	Enoncé (2 trous)	énoncé	équation	équation	énoncé
Nature du trou	donnée et mot	mots, donnée, opérateurs	Ont dit vouloir mettre une donnée	Donnée et opérateur	donnée	donnée et unités	donnée, opérateur	question
Équation	$2a+3b+9=53$	$2(3x-5)=\frac{6x}{2}$	$3/3 = 1 \times 30 = 30+3 = 10 \times 5{,}37 = 53{,}70$	$x+(x+700)=4500$	$500-250=250$	$x+2x=\boxed{60}$	$3x\boxed{-2}=80$	$2x+7=39$
Pb. initiateur	inventé	Enoncé #3	inventé	Equation #1	inventé	Equation #1	Enoncé #3	Equation #1
Changements apportés	--------	opérateurs et nombres	--------	opérateur et nombres	--------	nombres	contexte, nombres opérateur	nombres
Degré de diff.	M	M	M	M	F	F	M	F
Structure	Taux	Transformation	Connecté	Comparaison	Connecté comparaison	Comparaison	Connecté Transf.	Comparaison
Endroit du trou	Enoncé	Equation	énoncé	équation	équation	équation	énoncé	énoncé
Nature du trou	Donnée	donnée et opérateur	donnée et opérateur	donnée	réponse à la fin de résolution	Donnée	donnée et opérateur	question
Équation	$2x+7=17$	$x+\boxed{5x}=130$	$3(2x)=52$	$x+(x+7)=\boxed{13}$	$44-6=38, 38+2=19$	$a \div 11 \times \boxed{4} = 32$	$4x=y$	$3x+12=30$
Pb. initiateur	inventé	Bouchons	inventé	Bouchons	Énoncé # 1	inventé	Équation #1	Énoncé #1
Changements apportés	--------	Opérateur et nombres	--------	Nombres	Nombres	--------	Nombres et opérateur	Opérateurs, mots et nombres
Degré de diff.	F	F	M	F	F	D	F	M
Structure	Comparaison	Comparaison	Comparaison	Comparaison	Comparaison	Comparaison Avec « pas »	Connecté Transf.	Comparaison
Endroit du trou	Enoncé	Equation		équation			équation	énoncé
Nature du trou	Donnée et opérateur	Opérateur et inconnue		Opérateur, donnée et inconnue			Opérateur et inconnue	question
Équation	$h+2h+(2h-20)=37{,}5$	$58-29=29\boxed{-x}$		$\boxed{x+\left(x+\frac{1}{2}\right)}=10^7$			$256\boxed{\cdot x}=1090$	$10x+10=5x+50$
Pb. initiateur	Equation #6	Enoncé #11		Bouchons			Énoncé #9	Equation #4
Changements apportés	Coefficients et constantes	nombres		nombres			Question et nombres	nombre
Degré de diff.	D	D		D			D	D
Structure	Comparaison	Transformation		Comparaison			Connecté taux	Transformation

l'encontre de nos intuitions de départ. Avant d'entamer l'expérimentation, nous avons cru que les élèves placeraient le trou dans l'énoncé lorsqu'il s'agirait d'un problème difficile parce que combler le trou dans un libellé ajoute un élément de nouveauté pour eux. Or, cet élément de nouveauté a plutôt été placé dans l'énoncé de leur premier problème. Les élèves ont exploité d'autres aspects pour augmenter la complexité des problèmes.

Au total, nous repérons trois façons utilisées par les élèves pour rendre plus complexes leurs items. Il s'agit de la modification de la nature du trou, de l'apport de changements dans les éléments qui composent l'équation et de l'ajout de «pas» de transformation. L'équipe G a eu recours au changement de la nature du trou pour assurer une progression dans le degré de complexité des problèmes qu'elle a composés. Celle-ci a composé un problème facile dont le trou est une donnée et un opérateur (- 2), un problème moyen ayant comme trou une donnée et un opérateur à donner en mots (quadruple) et un problème difficile dont le trou est constitué d'un opérateur et d'une inconnue (* *x*).

Les équipes A, B et H, quant à elles, assurent une progression du niveau de difficulté de leurs problèmes en complexifiant les éléments qui composent leurs équations. L'équipe A présente l'équation $2x + 7 = 17$ pour son problème facile, équation à une seule variable. Puis, cette équipe propose une équation à deux variables pour son problème moyen, soit l'équation $2a + 3b + 9 = 53$. Ce problème semble, à première vue, beaucoup plus complexe que le premier, voire plus complexe même que le suivant considéré difficile mais rappelons que seule la mise en équation est exigée et qu'en effectuant la traduction littérale du libellé, on y arrive assez aisément. Enfin, elle soumet l'équation $h + 2h + (2h\text{-}20) = 37{,}5$ pour son problème difficile. Cette équation implique deux substitutions arithmétiques et requiert, par conséquent, une habileté à établir plusieurs relations entre les données de la part du résolveur.

L'équipe B, propose, dans l'ordre, les équations $x + 5x = 30$, $2(3x-5)= 6x/2$ puis[10] $58 - 29 = 29 – x$ pour ses problèmes facile, moyen et difficile. Les relations entre les données augmentent donc en nombre et en complexité dans ses trois équations. De même, l'équipe H présente des équations dont la complexité augmente du problème facile au problème difficile. Leurs problèmes facile et moyen ont respectivement comme équation $2x + x = 39$ et[11] $3x + 12 = 30$ qui sont sensiblement d'un même degré de complexité. L'équation de leur problème difficile, soit l'équation $10x +10 = 5x + 50$ est cependant beaucoup plus complexe puisqu'elle contient des inconnues de part et d'autre de son signe d'égalité.

L'équipe F a été la seule à insérer « un pas » de transformation dans son équation pour en augmenter la complexité. Ces élèves ont, en effet, travaillé fort sur leur item des poules et des vaches dont nous avons traité précédemment.

Une équipe a eu recours à une combinaison des options précédentes pour augmenter le degré de difficulté de ses items. Il s'agit de l'équipe D. Cette dernière a choisi pour le trou de son problème facile, une donnée uniquement (13), pour le trou de son problème moyen une donnée et un opérateur (700 de plus) et pour le trou de son problème difficile un opérateur, une donnée et des inconnues ($[x + (x + ½)]$). Mais en plus de jouer sur la nature du trou, cette équipe offre des équations dont la complexité

---

[10] Rappelons que, comme nous en avons discuté dans une section précédente, l'équation présente des erreurs et aurait peut-être dû être $58 + x = 2(29+x)$.

[11] Rappelons que, comme nous en avons discuté dans une section précédente, l'équation présente des erreurs et aurait peut-être dû être $x + 3x +12 = 52$.

augmente du problème facile jusqu'au problème difficile. Les équations de leurs problèmes facile, moyen et difficile sont respectivement $x + (x + 7) = 13$, $x + (x+700) = 4500$ et $x + x + ½ = 10000000$. Nous remarquons une progression quant à la grandeur des nombres entre le problème facile et le problème moyen ainsi que l'ajout d'une fraction pour le problème difficile.

Les équipes C et E ne sont pas impliquées dans cette portion d'analyse puisqu'elles présentent toutes deux des problèmes d'une même catégorie, c'est-à-dire deux problèmes moyens pour l'équipe C et deux problèmes faciles pour l'équipe E. Il est donc impossible de percevoir de progression du degré de difficulté pour les problèmes de ces deux dyades.

Nous avons également remarqué qu'aucun trou n'est constitué de données inintéressantes, c'est-à-dire n'ayant en fait qu'une valeur disons «cosmétique» dans le problème. Les choix des éléments figurant dans les trous témoignent d'une habileté à identifier les données importantes d'un problème chez les élèves. De plus, dans la grande majorité des cas, lorsqu'un problème initiateur est utilisé pour démarrer la fabrication, les changements apportés par les élèves sont faits sur des éléments piliers des libellés et ne se résument pas en une simple modification de billes en gommes, par exemple.

Les problèmes initiateurs ont semblé bien populaires auprès des élèves. Une seule dyade, la C, a inventé tous ses problèmes laissant ainsi de côté la feuille d'énoncés et d'équations que nous avions fournie à toutes les équipes. Par ailleurs, 4 équipes se sont servies de la feuille pour créer tous leurs problèmes. Nous avions choisi de rendre disponibles des exemples de problèmes de diverses natures afin de faciliter la réalisation de l'activité et nous avons pu constater que la consultation de ces exemples a permis à plusieurs équipes de démarrer plus aisément la tâche de composition. Les élèves ont utilisé la feuille d'exemples de problèmes pour s'approvisionner en idées. Il est également à noter que toutes les équipes, sauf une, ont consulté la feuille lors de la création de leur problème difficile. Il s'agit pour nous d'un indice supplémentaire en ce qui concerne l'utilité de la feuille pour rassurer les élèves et leur permettre d'avancer dans le travail à faire. Mentionnons, toutefois, qu'il n'y a pas un problème de la feuille en particulier qui a été davantage utilisé pour la fabrication de ces problèmes difficiles. Le choix du problème générateur est varié de même que les changements apportés.

Aucune autre contrainte que celle de varier le degré de complexité n'avait été imposée pour les problèmes à composer. Cependant, nous remarquons que la majorité des équipes ont tenté de fabriquer des items présentant des différences marquées. Par exemple, plus de la moitié des équipes ont placé au moins un trou dans l'énoncé puis un autre dans l'équation. De plus, cinq équipes sur huit ont fabriqué des problèmes ayant des structures différentes. Une équipe a créé, quant à elle, deux problèmes de comparaison ayant tous deux leur trou dans l'équation mais a tout de même réussi à fabriquer des items peu semblables, puisque l'un d'eux s'apparente à un problème de taux et est constitué d'un pas de transformation ; il s'agit de l'équipe F.

A l'instar de ce que l'on retrouve dans les manuels scolaires, les problèmes de type «comparaison» sont apparus le plus souvent lors de la création des problèmes. Au total, 13 problèmes sur 21 étaient de ce type. Les élèves semblent donc davantage familiers avec cette structure de problème. Tous les problèmes faciles sont d'ailleurs des problèmes de comparaison (à l'exception d'un problème de taux mais connecté).

Le lieu où les élèves ont placé le trou de leurs problèmes est, quant à lui, presque aussi fréquent dans l'équation que dans l'énoncé. Nous comptons onze problèmes avec un trou dans l'énoncé, contre neuf problèmes avec un trou dans l'équation. Sur les huit problèmes faciles créés, 4 ont leur trou dans l'équation et le même nombre affiche leur trou dans l'énoncé. Toutefois, nous remarquons que le trou dans l'énoncé est moins populaire lors de la création d'énoncés difficiles. De même, le trou dans l'équation est moins prisé lors de la création des items classés moyens.

Une dyade, l'équipe H, s'est démarquée par sa manière singulière de composer des items *Bouchons*. En effet, cette équipe a créé trois problèmes dans lesquels toute la question du problème est placée dans le trou. Ces élèves ont suivi la même procédure pour la fabrication de tous leurs items. Ils ont d'abord écrit la partie du libellé nécessaire à la mise en équation, puis ont placé dans le trou la question du problème. Selon eux, il n'est autre réponse possible, pour combler le trou, qu'une question portant sur la valeur de l'inconnue sur laquelle l'énoncé fournit le moins d'informations, en l'occurrence le x posé. À titre d'exemple, voyons le premier problème composé par cette équipe :

> *La somme de l'âge de deux frères est 39. L'âge de Daniel est 2 fois l'âge de Jean. [Quel est l'âge de Jean ?].*
>
> $$2x + x = 39$$

Il est intéressant de voir que pour les deux élèves de cette équipe, il n'y a d'autres façons de remplir le trou que de mettre «Quel est l'âge de Jean?». L'entrevue avec l'une des élèves de cette dyade nous a permis de recueillir des propos confirmant cette idée :

...

14- INT : Ok mais si on regarde précisément le premier problème que tu avais fait. C'est celui-là, ceux qui sont en bleu c'est les tiens. Donc la somme de l'âge de deux frères est 39. L'âge de Daniel est 2 fois l'âge de Jean. Et là tu nous demandais, on devait trouver le x... « Quel est l'âge de ... ? » et là tu voulais qu'ils terminent en disant... qu'est-ce que tu voulais donc ?... Est-ce que tu t'en souviens ? L'âge de Daniel est 2 fois l'âge de Jean...

15- H1 : 2 fois l'âge de Jean, quel est l'âge **de**... (le «de» est accentué) celui qui a le moins d'informations... donc c'est l'âge de Jean.

16- INT : Ok faique dans ce problème là , toi tu voulais que ce soit celui pour lequel on avait pas d'information, moins d'informations. Ok tu voulais que ce soit Jean.

17- H1 : Non parce qu'on a des informations, ils disent l'âge de Daniel est 2 fois l'âge de Jean faique on a plus d'informations sur Daniel que de Jean.

18- INT: Ok sauf qu'à partir de la réponse, à la limite, quelqu'un aurait pu dire ouais mais moi c'est dans la 5^{ième} étape que je veux aller décider faique lui il aurait pu s'obstiner avec toi mais toi tu aurais gardé ton point en disant moi c'était celui avec le moins...

19- H1 : Ouais.

20- INT : Faique dans la question tu veux que ça soit lui qui est le x.

21- H1 : Oui

22- INT : Ok pis quand t'es arrivée pour écrire ton commentaire ici, tu as marqué c'est un problème facile. Toi, à quoi est-ce que tu es capable de me dire que c'est un problème facile celui là ?

23- H1 : Parce qu'on a toutes les informations la somme de l'âge des 2 frères est 39, on sait déjà la somme de leur âge pis si l'âge de Daniel est 2 fois l'âge de Jean. C'est qu'on sait que Jean x faique on fait 2x + x = 39 on a juste à faire l'équation.

24- INT : Ouais, ok, faique c'est dans ce sens là que tu trouves qu'il est facile parfait. Puis le choix du trou comment tu t'y es prise pour faire ça?

25- H1 : Je veux savoir si eux il sait de qui je parle, de Daniel ou de Jean. Comme parce que moi je sais que toujours x c'est celui qu a le moins d'informations je veux voir si...

26- INT : S'ils ont appris cette leçon là et s'ils sont capables de la mettre en pratique. Ok excellent ça. Après ça là je vous avais demander d'en faire d'autres faique toi, à quoi tu as décidé ok ben là celui-là moi je l'ai fini ?

27- H1: Après que j'ai fait l'équation.

28- INT : Ok donc tu as fait l'équation si je comprends bien pis après ça tu as tout de suite changé ?

29- H1 : Oui.

...

Les élèves de cette classe manifestent l'habitude d'identifier par x la quantité inconnue pour laquelle ils ont le moins d'informations. Or, visiblement, ils maîtrisent bien cette méthode qui est efficace pour effectuer une mise en équation adéquate dans la plupart des problèmes qu'ils rencontrent avec leur enseignante régulière. Cependant, ils ne sont pas conscients qu'il existe d'autres façons, tout aussi adéquates, de poser les inconnues et ainsi obtenir une diversité d'équations pour le même libellé. Ainsi, dans le contexte de *Bouchons les trous*, ils s'attendent à une réponse précise dans le trou alors que ceux qui résolvent l'item peuvent écrire une multitude de réponses qui conviennent ou, au contraire, voir qu'il n'y a pas de question et, par conséquent, croire que l'item est déficient. La façon de procéder de cette équipe n'est pas fausse en soi mais peut provoquer des controverses quant à la validité des réponses lorsque d'autres élèves procéderont à la résolution de ces items.

D'autre part, l'analyse des "recettes" pour une bonne composition d'items *Bouchons les trous* élaborées par les dyades à la fin de la troisième période donnent d'autres éléments et viennent confirmer certains aspects relatifs aux procédures utilisées par les élèves pour la fabrication des problèmes. Nous recensons essentiellement trois critères desquels les élèves se préoccupent pour composer leurs items. Il s'agit de la façon de débuter la tâche, du choix du trou et de la validité du problème.

Le premier critère, c'est-à-dire la façon de débuter la tâche de composition, est traité différemment selon les dyades. Trois des sept équipes affirment que la bonne façon de commencer à créer les items est de formuler l'énoncé du problème, d'abord, puis d'enchaîner avec la création de l'équation associée. Deux recettes, parmi celles-ci, font mention de l'importance d'ajouter des détails pour rendre le scénario «mêlant» pour le résolveur. *«Les problèmes qui ont beaucoup de détails sont difficiles»* ajoute même une équipe pour appuyer ce qu'elle écrit dans sa recette. Une seule dyade sur les sept fait allusion aux nombres qui seront impliqués dans le problème à la première étape de sa méthode de composition. Cette équipe dit que pour débuter la tâche, on doit *«penser à des chiffres qu'on aimerait utiliser»*. L'accent est mis ici sur la partie numérique des items plutôt que sur le contexte. Les quatre autres recettes analysées, quant à elles, offrent le choix entre l'énoncé ou le problème pour débuter, sans privilégier l'un ou l'autre. *«Il faut penser à des problèmes ou des équations»* écrit l'une d'elles. *«Il faut mettre ses idées en place avant d'écrire»* dira, sans plus de précision, une autre équipe au premier point de sa recette.

Le second critère concerne la façon de faire le trou et est abordé par quatre dyades. Étonnamment, toutes utilisent une formulation semblable pour décrire la procédure d'insertion des trous. Elles font référence à une certaine hiérarchie dans l'importance des mots. Trois équipes écrivent clairement que pour créer le trou, on doit retirer un mot important de l'énoncé. Une autre dit qu'*«il faut démêler le nécessaire de l'ABSOLUMENT nécessaire»* pour savoir où mettre les trous. Les élèves semblent donc avoir bien saisi qu'il n'est pas intéressant que le trou soit constitué d'éléments anodins. Ainsi, lorsqu'ils parlent d'informations importantes, nous pensons qu'ils réfèrent aux mots de l'énoncé qui engendrent les relations entre les données du problème.

Le troisième critère traite de la validité du problème. À une étape ou une autre de leur recette, 4 dyades sur 7 mentionnent l'importance de vérifier si le problème est adéquat. Dans leurs mots, nous pouvons lire : *«résoudre le problème»*, *«être capable de le résoudre»*, *«l'essayer avant de l'envoyer et le relire plusieurs fois»*, *«s'assurer que* *les équations sont possibles»*. À notre grande surprise, en comparant les «recettes» avec le taux de problèmes vérifiés traités dans les deux premières questions de recherches, nous constatons que les même élèves qui valorisent la validation des items qu'ils créent ne la font pas systématiquement lorsqu'ils composent leurs items. La dyade A, cependant, ne mentionne pas dans sa recette qu'il faut résoudre les problèmes mais le fait pour tous les items qu'elle fabrique. Il est possible que la nécessité de la validation soit d'une évidence telle pour celle-ci qu'elle n'ait pas vu l'intérêt de la mentionner. Somme toute, rien ne nous permet de conclure sur les raisons de l'absence de vérification des problèmes à la période de composition chez l'ensemble des autres dyades. Peut-être ont-ils pris conscience de la nécessité de vérifier leurs items lorsqu'ils se sont eux-mêmes heurtés à un item inadéquat lors de la période d'échange des problèmes ?

Quoi qu'il en soit, les recettes des équipes nous laissent croire que si une activité semblable était à nouveau présentée à ces élèves, ils auraient les connaissances nécessaires pour mener à bien une tâche de composition de problèmes.

3.5 SOUS-QUESTION 6 : EFFICACITÉ DU DISPOSITIF

La sixième et dernière sous-question de recherche à laquelle nous nous attardons est la suivante : Quelle est l'efficacité du dispositif *Bouchons les trous* sur la révision de la mise en équation algébrique? Notre modeste expérimentation ne nous permet pas de fournir une réponse exhaustive à cette question. Cependant, les conduites des élèves observées lors de leur travail avec le dispositif ainsi que les productions recueillies nous permettent de soulever quelques points en regard de l'efficacité d'un tel support informatique pour entreprendre la révision de la mise en équation algébrique dans un contexte autre que l'environnement papier-crayon habituel.

D'abord, nous cherchions à faire réviser les notions vues en algèbre sans procéder uniquement à une répétition du contenu tel qu'enseigné en classe aux élèves. Nous avons donc ajouté un dispositif informatique afin de créer un effet de nouveauté et de proposer une tâche inhabituelle. Comme nous en avons discuté dans la section portant sur la première et la deuxième sous-question de recherche, la présentation du dispositif *Bouchons les trous* semble avoir contribué à piquer suffisamment la curiosité des élèves pour les placer en position de recherche dès le début de la première période de l'expérimentation. Bien que la plupart de ces élèves ne se sentaient pas particulièrement compétents en algèbre avant d'entreprendre l'activité, ils ont accepté de se mettre au travail et ont mis leurs connaissances à l'épreuve. Certains continuaient même à prétendre qu'ils n'étaient pas doués en algèbre alors qu'ils réussissaient un grand nombre des neuf problèmes présentés lors de la période 1. Le dispositif *Bouchons les trous* peut donc être utile ici pour faire prendre conscience aux élèves que, même s'ils n'arrivent pas toujours à résoudre les problèmes qui leur sont soumis, ils possèdent des connaissances algébriques adéquates et ne sont pas aussi dépourvus qu'ils semblent habitués à le décrier.

Lors de la période 2, nous avons demandé aux participants de composer 3 items : un facile, un moyen et un difficile. En exploitant le dispositif ainsi, nous avons donné l'opportunité aux élèves d'ajuster, à leur niveau de connaissances, le degré de difficulté des problèmes fabriqués et de progresser à leur rythme. Cette approche semble efficace pour permettre à un élève ayant subi des échecs à répétition de mettre momentanément le poids de ses insuccès de côté pour effectuer un travail à la hauteur de ses connaissances.

Cependant, *Bouchons les trous* n'offre pas de validation des items fabriqués. Des erreurs plus ou moins importantes peuvent donc s'insérer dans les items sans que l'élève qui les compose n'en prenne conscience. Un retour avec l'enseignante sur les problèmes conçus serait donc nécessaire pour éviter que les erreurs surviennent à nouveau dans la mise en équation algébrique dans l'environnement papier-crayon.

Enfin, nous avons recueilli des commentaires d'élèves lors d'entrevues qui donnaient lieu de penser que le travail de composition d'items par l'entremise de *Bouchons les trous* s'avérait utile à leurs yeux dans un contexte de réinvestissement. Voyons cet extrait d'entrevue :

...

149- INT: Je veux juste savoir si toi, ça c'est bien personnel, est-ce que tu penses que le fait d'avoir fait ces problèmes là ça pourrait t'aider par exemple dans ton examen de la semaine prochaine ?

150- F2 : Ah! C'est sûr parce que je sais plus comment... moi j'ai fait un problème, je sais comment on fait un problème, comme à cette heure je sais comment on fait un problème. Faique maique je vois le problème je vais pouvoir savoir par où commencer puis comment le déchiffrer, comme la formule mettons.

...

Cet élève affirme que le fait d'avoir momentanément vécu l'expérience d'être créateur d'items lui a permis de percer en quelque sorte le «mystère» des problèmes d'algèbre. Il semble que le fait de s'attarder à la fabrication de problèmes ait pu donner un nouveau point de vue à l'élève lorsqu'il doive en résoudre. Il n'est plus complètement en terrain inconnu. Avant, lorsqu'on lui présentait un problème, il pouvait sentir que le produit fini du problème était étanche à ses connaissances. Dorénavant, l'élève peut se permettre d'analyser davantage le problème et d'en dégager les caractéristiques.

De plus, le fait de s'acharner à créer des items de degrés de difficulté différents semble avoir fait émerger diverses procédures utilisées pour assurer une progression dans la complexité des problèmes. Ceci a pu amener les élèves à porter une attention particulière aux éléments qui compliquent les items et ainsi les aider à déceler plus aisément les points critiques dans les problèmes qu'on leur demandera de résoudre ultérieurement.

CONCLUSION

Dans cette recherche, nous nous sommes intéressée à l'impact d'une approche didactique invitant des élèves de deuxième secondaire à incarner le rôle d'enseignant lors d'activités de mise en équation algébrique. Rappelons que les questions de recherche qui nous ont préoccupée se divisent en deux volets. Le premier concerne l'observation et la description des comportements des élèves en difficulté d'apprentissage lorsqu'ils sont placés devant une activité présentant des éléments de nouveauté. Le second volet, quant à lui, a trait aux procédures choisies par ces élèves pour réaliser des tâches de mise en équation algébrique ainsi qu'aux erreurs commises et aux difficultés rencontrées.

Nous avons élaboré la problématique et le cadre conceptuel de notre recherche en nous référant d'abord à diverses études (Blouin et Lemoyne, 2002; DeBlois et Giroux, 1998; McCombs, 1989) pour décrire quelques caractéristiques d'élèves présentant des difficultés d'apprentissage, comme par exemple la passivité, l'abandon rapide de la tâche, les appels à l'aide fréquents. Puis nous avons abordé les difficultés propres à l'enseignement du début de l'algèbre, un sujet abondamment documenté (Bednarz et Janvier, 1994; Macgregor et Stacey, 1993; Kuchemann, 1981; Kieran, 1988). Nous avons ensuite traité du concept de dévolution (Brousseau, 1986). Nous pensions, en effet, que jouer sur la dévolution pouvait être un moyen de contrer la passivité des élèves en difficulté lors de l'enseignement de l'algèbre, point critique du parcours scolaire en mathématiques au secondaire.

Nous avons ensuite procédé à la description de la méthodologie de notre processus expérimental qui se composait essentiellement de trois périodes d'expérimentation. Lors de la première période, les élèves étaient invités à se familiariser avec l'environnement informatique *Bouchons les trous,* dispositif conçu pour le travail de mise en équation. Les élèves avaient pour tâche de combler les espaces vacants (soit dans le libellé ou dans l'équation) de neufs problèmes. À la seconde période, un changement de rôle se produisait chez les élèves et ils devaient, en tant qu'enseignant, procéder à la fabrication d'items *Bouchons les trous* en dyade. Puis, pendant la dernière période, avait lieu l'échange entre équipes des items créés.

Enfin, nous avons présenté les résultats auxquels nous a menée la mise en œuvre de cette expérimentation ainsi que l'analyse que nous en avons faite. Nous avons repris une à une les questions de recherche pré-établies afin de dégager, à partir de nos résultats, les éléments pouvant contribuer à y répondre.

Il convient maintenant, au terme de ce mémoire, de conclure en revenant, d'une part, sur les réponses trouvées à nos questions de départ, et d'autre part, en s'attardant aux faiblesses de même qu'aux perspectives de ce travail de recherche.

Ce que nous retenons...

À propos des conduites des élèves, la phase d'exploration du dispositif *Bouchons les trous* (période 1), nous a permis d'observer que les élèves soumis à une tâche nouvelle consistant à compléter une équation ou un libellé dans un environnement informatique plutôt que dans un environnement papier-crayon se sont placés d'emblée dans une position de recherche. Pour que cette position soit maintenue, il faut cependant que la tâche demeure significative pour celui qui s'y investit. Même si le support informatique engendre une implication de la part des élèves dès le départ, cela ne suffit pas.

De même, la deuxième période d'expérimentation nous a permis de constater que, bien que la composition de problèmes ne constituait pas une tâche simple, les élèves ont accepté de s'y investir. Le changement de rôle momentané que nous leur proposions a contribué à ce que la dévolution se réalise, à des degrés différents, chez la plupart des équipes. Or, nous sommes tentée de nous rallier à Blouin et Lemoyne (2002) qui soulignaient, dans leur recherche, la pertinence de proposer des tâches comportant un degré de difficulté non négligeable même aux élèves en difficulté.

Enfin, la troisième période d'expérimentation, nous a rappelé l'importance de maintenir l'élève dans une tâche significative, ici, l'adoption d'un rôle d'enseignant, afin d'éviter de voir apparaître à nouveau les vieilles habitudes des élèves présentant des difficultés d'apprentissage. Dans notre conception de l'activité, nous avons omis de prévoir une consigne demandant aux élèves d'agir à nouveau à titre d'enseignant lors de la période d'échange des items fabriqués (période 3). Nous avons alors assisté à un retour aux conduites caractéristiques de ce type de clientèle, c'est-à-dire appels à l'aide fréquents, défaitisme, écriture de plus ou moins n'importe quelle réponse seulement pour en finir. Nous reviendrons plus loin sur une manière de pallier cette omission.

À propos des procédures choisies par les élèves pour réaliser les tâches demandées, la phase de familiarisation avec le dispositif informatique nous a permis d'assister à l'émergence et à la mise en oeuvre des connaissances algébriques que les élèves possèdent, tant au niveau de la mise en équation algébrique elle-même qu'au niveau de l'évaluation du degré de complexité des problèmes. Les techniques qu'ils ont développées d'eux-mêmes pour combler les trous des libellés et des équations ont mené, dans bien des cas, à des réponses justes. De même, de la période consacrée à la création d'items, il résulte des problèmes adéquats qui prouvent que ces élèves, qui affirment trop souvent être incompétents en algèbre, possèdent des connaissances, de même qu'une capacité à les exploiter adéquatement.

Aussi, dans cette même deuxième période d'expérimentation, les procédures adoptées par les élèves pour assurer une progression du degré de difficulté de leurs 3 items *Bouchons les trous* ont donné lieu à des observations intéressantes. Nous avons effectivement dégagé trois catégories de modifications apportées. Certaines dyades ont opté pour la modification de la nature du trou, d'autres pour des changements dans les éléments qui composent l'équation et, d'autres encore, pour l'ajout de «pas» de transformation. Nous retenons, de cet exercice, que les élèves, bien qu'ils ne soient pas toujours en mesure de résoudre un item, savent reconnaître et utiliser les éléments qui peuvent contribuer à complexifier un problème ou à le rendre plus aisé. En aucun moment, les modifications qu'ils apportent sont banales ni ne mènent à une modification du degré de difficulté. Nous avons encore une fois une manifestation des connaissances algébriques que ces élèves détiennent et qu'ils sont en mesure d'exploiter adéquatement. Cela réitère l'importance de leur proposer des tâches où ils ont à les mettre en oeuvre.

Si c'était à refaire…

Bien que le processus expérimental que nous avons mené nous ait permis de répondre globalement à notre questionnement premier, certaines lacunes ont été perçues. Dans un contexte d'application plus large d'une activité semblable à celle qui nous préoccupe, plusieurs éléments seraient à ajuster ou à prendre en compte.

D'abord, l'étalement des périodes de mise à l'essai serait à prévoir. La tâche de composition d'items requiert beaucoup de concentration et de travail de la part des élèves. Il conviendrait, par conséquent, de ne pas faire la période d'échange des problèmes la même journée. Nous avons remarqué qu'il devenait difficile de soutenir l'attention des élèves sur une tâche portant sur le même sujet dans un temps relativement court. De plus, concernant cette période d'échange des items entre dyades, il serait important de prévoir une consigne invitant les élèves à demeurer dans leur rôle d'enseignant afin de maintenir l'investissement. A titre d'exemple, il pourrait leur être demandé de faire une critique des problèmes qu'ils reçoivent et de proposer des modifications dans le cas d'items défaillants. Il serait également recommandable de procéder à un échange entre deux classes plutôt qu'au sein des élèves d'un même groupe, de manière à ce que l'identification des fabricants des problèmes ne soit plus possible. Nous avons été témoin de remarques désobligeantes vis-à-vis le travail de composition des problèmes ; ces propos laissaient percevoir clairement que les élèves qui faisaient la critique se basaient sur les présomptions des compétences de leur camarade. Or, il s'est avéré que l'item composé était adéquat et que la critique des résolveurs se basait sur le fait qu'ils anticipaient que l'item serait mal fait. Aussi, il ne semblait pas très valorisant pour les élèves de se retrouver momentanément avec un élève en difficulté d'apprentissage comme enseignant. Afin d'éviter ce type de réactions et de sentiments, nous pensons qu'il serait préférable, non seulement, de maintenir l'anonymat des créateurs, mais en plus de faire un échange entre deux groupes-classes.

En somme, ce travail nous a permis d'établir un premier contact avec le monde de la recherche en didactique des mathématiques. De façon bien modeste, nous avons apporté notre contribution à l'avancement des connaissances en ce qui concerne la didactique de l'algèbre en documentant l'impact d'une approche didactique où l'élève était invité à incarner momentanément le rôle d'enseignant lors d'activités de révision de mise en équation algébrique.

Et pour des recherches futures ...

Dans le futur, nous croyons qu'il pourrait être intéressant de mener à nouveau une expérimentation semblable cette fois dans un contexte non pas de révision mais d'enseignement ou de «réenseignement» de l'algèbre à des élèves en difficulté d'apprentissage. Cette nouvelle approche pour l'enseignement de l'algèbre permettrait peut-être d'éviter les inconvénients de la répétition qui a trop souvent cours dans les classes d'élèves en difficulté ou doubleurs.

De plus, la réalisation de notre expérimentation et l'analyse des résultats ont soulevé de nouvelles questions de recherche. Nous nous interrogeons sur l'existence de liens entre les caractéristiques des problèmes et les degrés de difficulté que leur attribuent les élèves. Par exemple, nous nous demandons si le nombre de branches présentes dans un problème de comparaison influence le degré de difficulté apposé par les élèves ou encore si la présence de nombres fractionnaires ou de puissances affecte la perception des élèves quant au degré de complexité. Le nombre restreint de problèmes proposés aux élèves ne nous a pas permis d'établir la nature de tels liens et nous trouvons qu'il serait pertinent de nous pencher sur ce sujet.

Nous nous demandons, également, si l'enseignement de la résolution des systèmes à deux équations dès la deuxième année du secondaire pourrait être utile pour conduire à la réussite de certains problèmes étant donné le grand taux de réussite qu'ont connu les élèves pour les items *Bouchons* de ce type. La mise à l'essai d'activités allant dans ce sens nous apparaît une façon intéressante de pousser plus loin notre recherche ultérieurement.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie
par ordre alphabétique d'auteurs

ARCHAMBAULT, J. & CHOUINARD, R. (1996). *Vers une gestion éducative de la classe, Montréal*, Gaëtan Morin éditeur ltée, 232 pages.

BEDNARZ, N. & JANVIER, B. (1991). Émergence des raisonnements algébriques : un essai de caractérisation des sauts conceptuels qui marquent le passage à un mode de pensée algébrique, *Actes du colloque portant sur l'émergence de l'algèbre* (décembre), Cahiers du CIRADE, Université du Québec à Montréal, 14 pages.

BEDNARZ, N. & JANVIER, B. (1993). L'algèbre comme outil de résolution de problèmes : filiations et ruptures avec l'arithmétique, Textes du Colloque *Perspectives de recherche sur l'émergence et le développement de la pensée algébrique*, Cahiers du CIRADE, Université du Québec à Montréal, 7 pages.

BEDNARZ, N. & JANVIER, B. (1994). The emergence and development of algebra in a problem solving context : a problem analysis. *In* J. P. Ponte et J. F. Matos (Eds), *Proceeding of the 18th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. II, Lisbonne, Portugal, pp. 64-71.

BIALO, E, & SIVIN, J. (1990). *Report on the effectiveness of microcomputers in schools*. Washington : Software publishing Association.

BLOUIN, P. & LEMOYNE, G. (2002). L'enseignement des nombres rationnels à des élèves en difficulté d'apprentissage : une approche didactique de la rééducation et ses effets. *Petit x*,. 58, pp.7-23.

BRETON, (1994). *Carrousel Mathématique 2, cahier d'exercices*, deuxième secondaire, CEC, Montréal, 188 pages.

BROUSSEAU, G. (1980). L'échec et le contrat, *Recherches*, 41, pp.177-182.

BROUSSEAU, G. (1984). Le rôle central du contrat didactique dans l'analyse et la construction des situations d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques. *IIIième École d'Été de Didactique des mathématiques*, Orléans, pp. 93-102.

BROUSSEAU, G (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7, 2, Grenoble : Éditions La pensée sauvage, pp. 33-115.

BROUSSEAU, G. (1988). Représentations et didactique du sens de la division, *In* G. Vergnaud, G. Brousseau, M Hulin (Éds.), *Didactique et Acquisition des connaissances scientifiques,* Grenoble : Éditions La pensée sauvage, pp. 47-64.

BROUSSEAU, G. (1990). Le contrat didactique : le milieu, *Recherches en didactique des mathématiques*, 9, 3, Grenoble : Éditions La pensée sauvage, pp. 309-336.

BROUSSEAU, Guy. (1998). *Théorie des situations didactiques*, [Textes rassemblés et préparés par N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield], Grenoble: La pensée sauvage, coll. Recherches en didactique des mathématiques.

BURTON, M.B., (1988). A Linguistic Basic for Student Difficulties with Algebra. *For the Learning of Mathematics,* 8, 1 (February). FLM Publishing Association, Montreal.

BUZAGLO, G. (1998). *Essentiel mathématique 216, cahier d'exercices*, deuxième secondaire, LIDEC, Montréal, 180 pages.

CAUZINILLE-MARMÈCHE, E., MATHIEU, J & RESNICK, L. (1987). L'intégration de Nouvelles Connaissances : Entre Arithmétique et Algèbre. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. II, no. 1, pp. 41-57.

CHALOUH, L. & HERSCOVICS, N. (1988). Teaching algebraic expressions in a meaningful way. *In* Coxford, A.F. and Shulte, A.P. (Eds.). *The Ideas of Algebra, K-12.* Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, pp. 33-42.

CHEVALLARD, Y. (1989). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège - deuxième partie. Perspectives curriculaires : la notion de modélisation. *Petit x,* 19, IREM de Grenoble, pp. 5-38.

CLEMENT, J. (1982). Algebra word problems solutions : Thought processes underlyinga common misconception. *Journal for Research in Mathematics Education, 13 (1), pp.* 16-30.

CLEMENT, J., LOCHHEAD, J. &MONK, G.S. (1981). Translation difficulties in learning mathematics. *American Mathematical monthly*, 88, pp. 386-289.

CLEMENT, J., NARODE, R., & ROSNICK, P. (1981). Intuitive misconceptions in algebra as a source of math anxiety. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 3 (4),* pp. 36-45.

COMBIER, G., GUILLAUME, J.-C. & PRESSIAT, A. (1996). *Les débuts de l'algèbre au collège. Au pied de la lettre!* Institut National De Recherche Pédagogique, 139 pages.

COULANGE, L. (2000). *Etude des pratiques du professeur du double point de vue écologique et économique. Cas de l'enseignement des systèmes linéaires et de la mise en équation.* Thèse d'université, Grenoble, 462 pages.

COULANGE, L. et RENÉ de COTRET, S. (2004). Utilisation d'un environnement informatique d'enseignement/apprentissage de la mise en équation par un professeur. *In L. Bazzani* (Éd.) *Actes des séminaires SFIDA -17 à SFIDA-20*, volume 5, Italie, pp. XIX-26-XIX-35.

DAVIS, R. B. (1975). Cognitive processes involved in solving simple algebraic equations. *The journal of children's Mathematical Behavior*, 1, n° 3.

DEBLOIS, L. et GIROUX, J. (1998). Texte d'introduction de la thématique difficultés d'apprentissage-mathématiques du site *Adaptation scolaire et sociale de langue française*, http://www.adaptationscolaire.org.

FARNHAM-DIGGORY, S. (1979). *Learning disabilities*, Guilford, London and Worcester : Billing and sons, 186 pages.

FAVRE, J.-M. (1999). Le mathématique et le cognitif : deux chimères pour l'enseignant ? *In* G. LEMOYNE, F. CONNE (Éds), *Le cognitif en didactique des mathématiques*, pp. 235-261. Montréal : Presses de l'Université de Montréal.

FAVRE, J.-M. (1997). *L'échec, le temps, la multiplication*, mémoire de licence, Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.

FIRTH, D.E. (1975). *A study of rule dependence in algebra, unpublished Maester's Thesis,* University of Nottingham.

FLEISCHNER, J.E. (1994). Diagnosis and assessment of mathematics learning disabilities. *In* G. Reid Lyon (dir.), *Frame of reference for the assessment of learning disabilities : New views on measurement issues.* Baltimore, MD : Brokes, pp.441-458.

GIROUX, J. & RENÉ de COTRET, S. (2001). Le temps didactique en classe de doubleurs. *In* G. Lemoyne & C. Lessard (Eds.) *L'éducation au tournant du nouveau millénaire.* Les publications de la faculté des sciences de l'éducation de l'Université de Montréal, pp. 41-71.

Gouvernement du Québec (1988). *Les cheminements particuliers de formation.* Québec : ministère de l'Éducation du Québec.

Gouvernement du Québec (1988). *L'organisation des activités éducatives au préscolaire, au primaire et au secondaire. Instruction 1989-1990.* Québec : ministère de l'Éducation du Québec.

Gouvernement du Québec (2000a). *Élèves handicapés ou élèves en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDAA) : définitions.* Québec : ministère de l'Education du Québec.

GRÉGOIRE, R., BRACEWELL, R. et LAFERRIÈRE, T. (1996). *L'apport des nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire*, revue documentaire. Rescoll, Université Laval, Université McGill. http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/apport/apport96.html

GUAY, S. & LEMAY, S. (1994). *Mathématiques 2ième secondaire, Scénarios*. Éditions HWR, 497 pages.

GINSBURG, H.P. (1997). Mathematical learning disabilities : A view from developmental psychology. *Journal of learning disabilities,* 30(1), pp.20-33.

HOUDEBINE, J. & JULO, J. (1988). Les élèves en difficulté dans le 1er cycle de l'enseignement secondaire : Pour une intervention didactique différenciée. *Revue Française de Pédagogie*, no. 84, pp. 5-12.

KAPUT, J. & SIMS-KNIGHT, J.E. (1993). Errors in translations to algebraic equations: Roots and implications. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 5 (3),* pp. 63-78.

KIERAN, C. (1979). Children's operational thinking within context of bracketing and the order of operations. *Proceedings of the third international conference for the psychology of mathematics education*, Warwick University, pp. 9-14 July, Published by Mathematics Education Research Center, Warwick University, England.

KIERAN, C. (1980). Constructing meaning for non-trivial equations. *Communication à la conférence annuelle de l'"American Educational research Association"*, Boston, pp. 7-11, avril.

KIERAN, C. (1981). Concepts associated with the equality symbol. *Educational Studies in mathematics*, 12, pp. 317-326.

KIERAN, C. (1988). Learning the structure of algebraic expressions and equations. *In* A. Borbas (Ed.), *Proceedings of the Twelve Annual Conference of the international Group of the psychology of Mathematics Education, pp. 433-440,* Veszprem : OOK.

KUCHEMANN, D. (1978). Children's understanding of numerical variables. *Mathematics in school,* 7, pp. 23-26.

KUCHEMANN, D. (1981). Algebra. *In* K. Hart (Ed.), *Children's understanding of mathematics*: 11-16, pp. 102-119, London : Murray.

LEMOYNE, G. (1989). La peur de ne pas savoir la réponse : les difficultés d'apprentissage et d'enseignement des mathématiques, *Repères*, (12), pp.79-101.

LEMOYNE, G., RENÉ de COTRET, S. & BROUILLET, F., (2000). *L'utilité des TIC dans la construction et l'analyse de situations d'enseignement de l'arithmétique et de l'algèbre.* Congrès APAME-GDM-AMQ.

LEMOYNE, G., BROUILLET, F. & RENÉ DE COTRET, S. (2001a). Cognitive and didactical ideas materialized in TIC environments for the learning and teaching of arithmetical and pre-algebra knowledge and concepts. *Actes du Congrès : The Fifth International Conference on Technology in Mathematics Teaching*. Autriche : University of Klagenfurt.

LEMOYNE, G., GERVAIS, F., NOEL-GAUDREAULT, M. (2001b). *Le travail du langage dans la résolution de problèmes en mathématiques*, Congrès de l'AQPF, St-Hyacinthe, Québec.

LEMOYNE, G., RENÉ de COTRET, S., COULANGE, L. BROUILLET, F., & FAMELART, F (inédit). Des environnements informatisés dédiés à l'étude des conditions d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques et à la formation des enseignants. *Textes du Colloque du CIRTA sur le télé-apprentissage*, Congrès de l'ACFAS.

LEMOYNE, G., RENÉ DE COTRET, S., COULANGE, L. (2002). La dynamique du couple représentation-interprétation dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, *L'Année de la Recherche en sciences de l'éducation*, pp. 151-178.

LOCHHEAD, J., (1980). Faculty interpretations of simple algebraic statements : The professor's side of the equation. *Journal of Mathematical Behavior*, 3, pp. 29-37.

MacGREGOR, M. E. & STACEY, K. (1993). Cognitive models underlying students formulation of simple linear equations. *In Journal for Research in Mathematics Education 1993*, vol. 24, no. 3, pp. 217-232.

MacGREGOR, M. (1991). *Making sense of algebra: Cognitive processes influencing comprehension.* Geelong : Deakin university.

MARCHAND, P. (1997). *Résolution de problèmes en algèbre : analyses de deux approches et des raisonnements des élèves.* Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, UQAM, 218 pages.

McCOMBS ,B.L. (1989). Self-regulated learning and academis achievement : a phenomenological view, *In* B.J. Zimmerman et D.H. Schunk (dir.*), Self-regulated Learning and academic Achievement : Theory, Research and practice.* New York; Springer-Verlag.

MERCIER, A. (1995). Le traitement public d'éléments privés du rapport des élèves aux objets de savoir mathématiques. *In* G. Arsac, J. Gréa, D. Grenier, et A. Tiberghien (Éds.), *Différents types de savoirs et leur articulation,* Grenoble : Editions La Pensée Sauvage, p.145-169.

MESTRE, J.P. (1988). The role of language comprehension in mathematics and problem solving. *In* R. Cocking & J. Mestre (Eds.), *Linguistic and cultural influences on learning mathematics* , pp. 201-220. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

PERRIN-GLORIAN, M.-J. (1993). Questions didactiques à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes « faibles ». *Recherches en didactique des mathématiques*, 13, (1.2), pp.5-118.

RASKIND, M.H., HERMAN, K.L., & TORGESEN, J.K. (1995). Technology for persons with learning disabilities : Report on an international symposium. *Learning disabilities Quaterly,* 18, pp.175-184.

RENE de COTRET, S. (2000). Problématique à propos de la mise en équation de problèmes écrits. *In* J.-P. Drouhard et M. Maurel *(Éds.) Actes des séminaires SFIDA-9 à SFIDA-12,* volume 3, 1997-1999, IREM de Nice, pp.IX-23 à IX-37.

RENE de COTRET, S. (2002). "Bouchons les trous" : Un microscope pour observer le travail de mise en équation algébrique. Séminaire au Groupe interuniversitaire de discussion en didactique des mathématiques, Montréal, novembre.

ROBLYER, M., CASTINE, W. & KING, F. (1988). *The effectiveness of computer applications for instruction : A review and synthesis of recent research findings.* New York : Haworth Press.

ROSNICK, P. (1981). Some misconceptions concerning the concept of variable. *Mathematics Teacher, 74 (6),* pp.418-420.

ROSNICK, P. & CLEMENT R. (1980). Learning without understanding : The effect of tutoring strategies on algebra misconceptions. *Journal of Mathematical Behavior, 3 (1),* pp. 3-27.

SENSEVY, G., (1998). *Institutions didactiques. Etude et autonomie à l'école élémentaire*, Paris : Presses Universitaires de France, 268 pages.

SIMS-KNIGHT, J.E. & KAPUT, J. (1983). Exploring difficulties in transformations between natural language and image-based representations and abstract symbol systems of mathematics. *In* D. Rodgers & J. Sloboda (Eds.), *The acquisition of symbolic skills,* New York : Plenum, pp.561-569.

SLEEMAN, D.H. (1982). Assessing aspects of competence in basic algebra. *In* D. H. Sleeman et J. S. Brown (Eds.), *Intelligent tutoring systems*, London : Academic Press, pp.189-199.

VANCE, J.H. (1998). Number operations from an algebraic perspective. *Teaching children mathematics*, *4*(5), pp.282-285.

VERGNAUD, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and substraction problems. *In* T.P. Carpenter, J.M. Moser et T.A. Romberg (Eds), *Addition and substraction : A cognitive perspective*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum, pp.39-59.

VERGNAUD, G. (1988). Long terme et court terme dans l'apprentissage de l'algèbre. *In* C. Laborde (Ed.) *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques*. Marseille-Luminy, Grenoble : Éditions La Pensée Sauvage, pp.189-199.

VERMERSCH, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*, Paris, ESF éditeur, 181 pages .

WAGNER, S. (1977). *Conservation of equation, conservation of function, and their relationship to formal operational thinking*. Unpublished doctoral dissertation, New York University.

ANNEXE A : Notes de cours d'un élève et exemplaire d'un examen semestriel

Dans l'annexe A, nous présentons, dans un premier temps, une photocopie de l'ensemble des notes qui ont été prises par un élève lors de l'enseignement de l'algèbre au cours de l'automne 2003. Puis, dans un deuxième temps, nous montrons le questionnaire et le cahier de réponses de l'examen semestriel de cet élève.

ALGÈBRE

Partie de la mathématique où l'on généralise les méthodes de l'arithmétique par l'emploi de symboles, le plus souvent des lettres, qui tiennent la place des nombres.

L'expression algébrique

Une expression algébrique résulte de l'agencement de nombres ou de variable à l'aide d'opérations

Ex : $a+b$, $10x$, $2m+m$ } sont des expressions algébriques

La valeur numérique d'une expression algébrique

La valeur numérique d'une expression algébrique est la valeur que prend cette expression lorsqu'on remplace ses variables par des nombres.

Ex : $2x = 8 \quad (x=4)$

La valeur numérique d'une expression algébrique dépend donc directement de la valeur numérique de ses variables.

Quand n représente un nombre alors l'expression $n^2 - 2n + 30$ représente aussi un nombre

Si $n = 8$, alors $8^2 - 16 + 30$

$64 - 16 + 30$

$48 + 30$

78

- Quand n représente un autre nombre que 8, alors l'expression $n^2 - 2n + 30$ a alors une valeur numérique autre que 78.

Language courant et language algébrique

La première étape de la résolution d'un problème consiste généralement à construire une phrase mathématique à partir de l'énoncé du problème. À l'aide de cette phrase mathématique, on effectue en deuxième étape, les calculs nécessaires pour résoudre le problème.

Mélissa économise 5$ par semaine. Au bout de quelques semaines, elle a accumulé un certain montant.

1° - L'expression algébrique qui représente le montant accumulé par Mélissa en un nombre x de semaines est 5x.

2° S'il faut effectuer certains calculs, ceux-ci se feront à partir de l'expression 5x

Coefficient numérique

Nombre qui multiplie une quantité algébrique. C'est le nombre qui indique «le nombre de fois» que l'on a une certaine quantité. Le coefficient est toujours écrit à gauche de la quantité qu'il multiplie.

Dans $8a$, 8 est le coefficient numérique de a
Dans $-x$, -1 est le coefficient numérique
Dans $\frac{b}{2}$ ou $\frac{1}{2}b$, $\frac{1}{2}$ est le coefficient numérique de b.

Variable

Symbole qui, dans une expression mathématique, peut prendre diverses valeurs numériques
Dans l'expression $\frac{1}{2}x - 6$, le symbole x est la variable.

Terme constant

Terme d'une expression algébrique dont la valeur est constante.
Dans l'expression algébrique $5x + 8$, 8 est un terme constant.

Expressions algébriques équivalentes

Des expressions algébriques sont équivalentes lorsque, pour une même valeur numérique donnée à la variable les expressions prennent des valeurs égales.

$\frac{1}{2}c + d + c - 4d$ et $\frac{3}{2}c - 3d$ sont des expressions équivalentes. Quand $c = 8$ et $d = -1$ les expressions valent :

$\frac{1}{2} \cdot 8 + -1 + 8 - 4 \cdot -1$ et $\frac{3}{2} \cdot 8 - 3 \cdot -1$

$4 + \underbrace{-1 + 8} - 4 \cdot -1$ $\quad \underbrace{\frac{3}{2} \cdot 8} - 3 \cdot -1$

$4 + \underbrace{7 \; - \; -4}$ $\quad 12 - 3 \cdot -1$

$4 + 11$ $\quad \underbrace{12 - -3}$

15 $\quad 15$

Pour résoudre une équation, on forme une suite d'équations équivalentes jusqu'à ce que l'on obtienne l'équation la plus simple possible. Celle-ci établit la valeur numérique de l'inconnue.

Pour résoudre l'équation :

$$2(x-3) + 5x = 3(x+1) + 2$$

1° On réduis les deux membres de l'équation

$$2x - 6 + 5x = 3x + 3 + 2$$
$$7x - 6 = 3x + 5$$

2° On groupe les termes constants dans un membre de l'équation et les termes qui contiennent l'inconnue dans l'autre membre

$$7x - 6 \boxed{+6} = 3x + 5 \boxed{+6}$$
$$7x = 3x + 11$$
$$7x - 3x = 3x \boxed{-3x} + 11$$
$$4x = 11$$

3° On exprime l'équation équivalente la plus simple possible.

$$\frac{4x}{4} = \frac{11}{4}$$
$$x = 2{,}75$$

12 nov 2003

La méthode algébrique de résolution des équations :

Pour résoudre l'équation :

$$2(x-3)+5x = 3(x+1)+2$$

① On réduit les deux membres de l'équation

$$2x-6+5x = 3x+3+2$$

$$7x-6 = 3x+5$$

② On groupe les termes constants dans un membre de l'équation et les termes qui contiennent l'inconnue dans l'autre membre

$$7x-6 \boxed{+6} = 3x+5 \boxed{+6}$$

$$7x \boxed{-3x} = 3x+11 \boxed{-3x}$$

$$4x = 11$$

③ On exprime l'équation équivalente la plus simple possible

$$\frac{4x}{4} = \frac{11}{4}$$

$$x = 2,75$$

École secondaire Des Sources
2900, Lake
Dollard-des-Ormeaux (Québec) H9B 2P1
☎ (514)683-5594

EXAMEN D'ÉTAPE

DATE : ____________________

QUESTIONNAIRE

Instructions : ____________________

____

____

Matériel autorisé : ____________________

____

Matière : Mathématique

Code de cours : 068 216

Durée de l'examen : 2h30

École secondaire des Sources
Mathématique 216

Questionnaire

Directives

- Répondre dans le cahier de réponses. Ne ***rien écrire sur le questionnaire***.
- L'usage de la calculatrice, des feuilles quadrillées et des instruments de géométrie est autorisé.
- Chaque ***question vaut 4 points***.

Section A

- Inscrire votre choix dans le cahier de réponses.

Question 1

Parmi les situations ci-dessous, quelles sont les situations de proportionnalité ?

1. Le prix d'un poulet et sa masse.
2. La pointure et le prix d'une paire de souliers.
3. L'âge d'une personne et sa masse.
4. Le nombre de personnes et le coût total des billets d'entrée dans un cinéma.

A) 1 et 4 B) 1 et 3

C) 2 et 3 D) 2 et 4

Question 2

Lors du concours du plus beau lutin de Noël qui se tenait à l'école, 375 élèves ont voté.
François a obtenu 10 votes de plus que Pierre et Olivier a obtenu 3 fois moins de votes que François.
Si x représente le nombre de votes obtenus par Pierre, cette situation se traduit par l'équation suivante :

$$x + x + 10 + \frac{x + 10}{3} = 375$$

Combien de votes Pierre a-t-il obtenu ?

A) 50 B) 55

C) 155 D) 165

Question 3

Selon le choix de réponses ci-dessous, **laquelle** des équations **n'est pas équivalente** à :

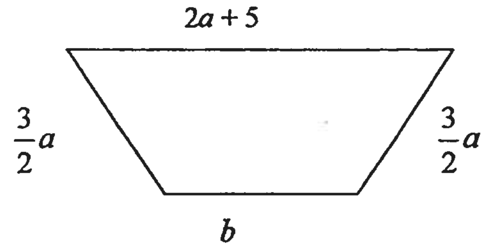
$$8(2x-3) = 5(5x-12)$$

A) $3x-9=3$ B) $5x+1=8x-11$

C) $9x+1=82$ D) $\frac{1}{2}(x+2)=3$

Question 4

Détermine l'expression algébrique qui représente le **périmètre** de la figure suivante puis réduire l'expression obtenue.



A) $5a + b + 5$

B) $\frac{14}{4}a + b + 5$

C) $5ab + 5$

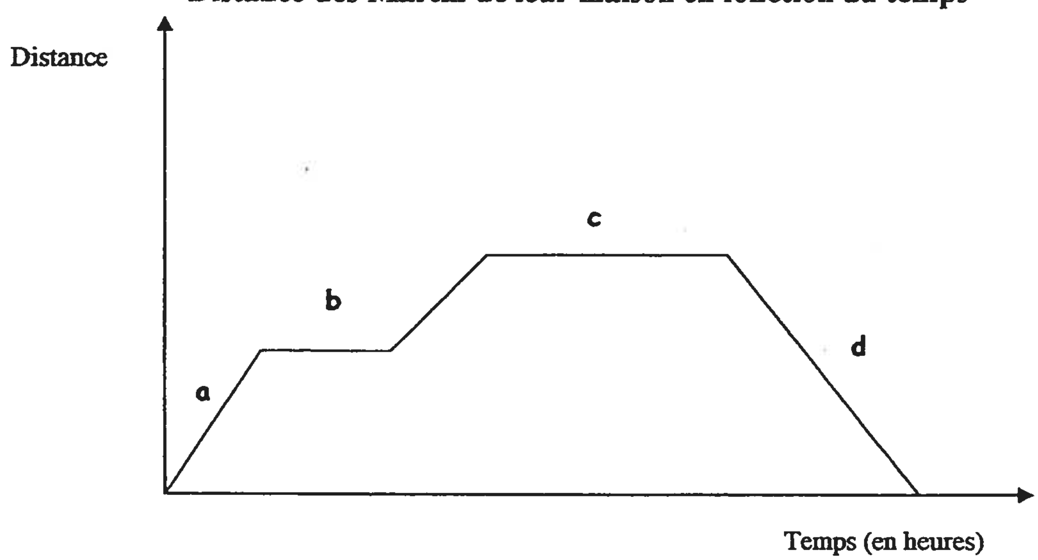
D) $\frac{(2a + 5b + 5)3a}{2}$

Question 5

Voici un graphique représentant une balade en voiture.

Le graphique illustre à quelle distance de leur maison se trouvait la famille Martin à différentes heures de la journée.

Distance des Martin de leur maison en fonction du temps



D'après ce graphique, laquelle des phrases ci-dessous est vraie?

A) La section "a" du graphique, signifie que la famille Martin montait une côte.

B) La section "b" du graphique, signifie que la voiture de la famille Martin avançait avec une vitesse constante.

C) La section "c" du graphique, signifie que la famille Martin est restée quelques temps arrêtée au point le plus loin de leur maison.

D) La section "d" du graphique, démontre plusieurs changements dans la vitesse de déplacement de la voiture.

Section B

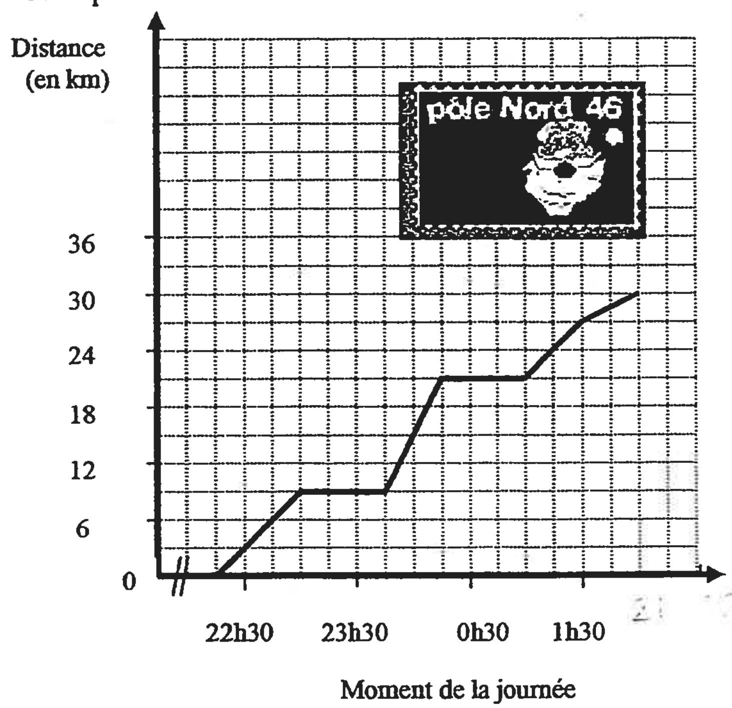
☞ Donner une <u>réponse courte</u> pour chacune des questions (aucun développement).

Question 6

Résoudre l'équation suivante : $\frac{b}{3}+4=2$

Question 7

Le graphique ci-contre décrit le trajet parcouru par le traîneau du Père Noël lors de la nuit de Noël.



a) À quelle heure le Père Noël est-il parti ?

b) Le Père Noël a dû arrêter son traîneau deux fois, car les rennes devaient se reposer.
Au total, combien de temps a-t-il été arrêté?

c) Si on néglige le temps d'arrêt, en combien de temps a-t-il parcouru les 30 km?

d) À minuit, combien de km, avait-il parcouru?

Question 8

Résoudre les équations suivantes :

a) $8-5x=10x-2$

b) $3(2y-4)-2=5(-4y-8)$

Question 9

Une station d'essence vend son essence suivant les quantités achetées.

Quantité (en ℓ)	5	10	20	40
Prix (en $)	3,15	6,30	12,60	25,20

a) Détermine la valeur du coefficient de proportionnalité.

b) Combien coûtera 65 ℓ d'essence ?

Question 10

Répondre par l'**expression algébrique** appropriée.
J'avais x \$ dans mon porte-monnaie. J'en ai perdu 2 et j'en ai dépensé 15.
Combien me reste-t-il ?

Question 11

Nous avons réduit les quatre expressions algébriques suivantes.
Un des quatre résultats réduit est **incorrect**.

	EXPRESSION	RÉSULTAT RÉDUIT
A)	$x-(7x-6)+(3x-2)$	$-3x+4$
B)	$(6y+5)-(5y+3)-(2y+4)$	$-y-2$
C)	$7m+(-20m+4)$	$-13m-4$
D)	$-(2a+5-3a)-7a+5$	$-6a$

Quel est le <u>*résultat*</u> réduit **incorrect** ?

Question 12

Traduire la situation suivante sous la forme d'une équation. L'équation demandée est celle de la **<u>traduction directe</u>** : il ne faut pas la résoudre mais écrire la chaîne d'opérations.

« ***n*** **étant le premier nombre**, la somme de **3 nombre entiers consécutifs** est **–48** ».

Question 13

Pierre et Carole ont ensemble 60 cartes de hockey. Carole en a le double de Pierre.
Si x représente le nombre de cartes de Pierre, quelle est :

a) l'expression algébrique qui représente le nombre de cartes de Carole ?

b) l'équation qui représente le nombre de cartes au total ? (Écrire une **équation de traduction directe** de la situation)

Question 14

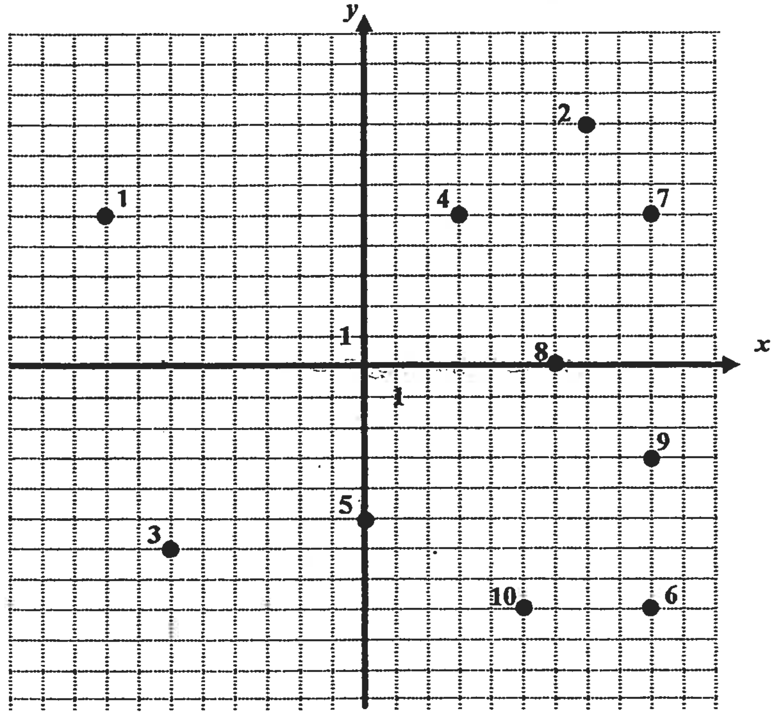
Exprimer en **<u>une expression algébrique</u>** chacune des situations suivantes :

a) Le produit de la somme et de la différence de a et b.

b) L'âge de Michel est m ans. Son frère Jaques a 2 ans de plus que le triple de Michel. Leur mère Nicole a 2 fois l'âge de ses fils. Quelle est **l'expression réduite** qui représente l'âge de leur **mère** ?

Question 15

André et Kim commencent une partie de go. Chaque adversaire a joué 5 fois.
La situation est décrite par la figure ci-dessous.



a) Quelles sont les **coordonnées** de la pierre 3 ?

b) Quelle est l'**ordonnée** de la pierre 5 ?

c) Quelle est l'**abscisse** de la pierre 10 ?

d) Trois pierres ont la **même abscisse**, lesquelles ?

Question 16

Sur le contenant d'un insecticide pour arbustes, le fabricant indique qu'avant d'appliquer son produit, il faut le mélanger avec de l'eau selon le rapport suivant : 5 ml d'insecticide pour 10 litres d'eau. Un mélange qui ne respecte pas ce rapport risque d'être **mortel s'il est trop fort** ou **inefficace s'il est trop faible.**
Lequel des mélanges ci-dessous **risque d'être inefficace** pour les arbustes sur lesquels il est appliqué ?

A) 10 ml d'insecticide pour 10 litres d'eau.
B) 5 ml d'insecticide pour 15 litres d'eau.
C) 10 ml d'insecticide pour 20 litres d'eau.
D) 5 ml d'insecticide pour 5 litres d'eau.

Section C

☞ Donner le **développement complet** pour chacune des questions. On attribuera les points selon le développement de chaque question.

Question 17

Sandra reçoit sa famille pour le réveillon du jour de l'An. Étant très occupée durant les derniers jours, elle décide de faire appel à un traiteur pour préparer le buffet. Ce traiteur exige 100$, plus 5$ par personne.

a) Dans le cahier de réponses, **compléter** la table de valeurs représentant le coût à débourser et le nombre d'invités au réveillon.

b) Si le nombre d'invités est ***n***, quelle expression algébrique représente le coût total à débourser?

Question 18

À l'aide de la table de valeurs suivante :

Rang	1	2	3	4	5	6	...	***n***
Suite 1	115	230	345	460	575	690	...	**?**
Suite 2	1	4	7	10	13	16	...	**?**

a) Trouver la règle associée à la suite 1.

b) Trouver la règle associée à la suite 2.

c) Dans la suite 1, quel est le nombre correspondant au rang 19?

d) Dans la suite 2, quel est le nombre correspondant au rang 22?

Question 19

Résoudre le problème suivant en utilisant la démarche complète de la solution d'un problème.

« La somme des dates d'anniversaire (le jour seulement, pas le mois) de Priscilla et de Jérémie est de 37. La date d'anniversaire de Priscilla est 1 de plus que le double de celle de Jérémie. Quelle est la date anniversaire de chacun ? »

Question 20

Dans une boite de chocolats miniatures, le rapport entre le nombre de lapins et le nombre d'œufs est 3:2. S'il y a 30 œufs dans la boite, combien y a-t-il de lapins ?
(Résolution complète par **proportion**)

Question 21

Résoudre le problème suivant en utilisant la **démarche complète de la solution d'un problème.**

« Sachant que x **est la mesure de l'angle moyen**, quelle est la mesure de chacun des angles intérieurs d'un triangle si le **plus grand** est 4° de plus que le double du moyen et le **petit mesure** 16° de moins que le moyen ».
(Suggestion : La *somme des angles intérieurs d'un triangle est de 180°*).

Question 22

Résoudre le problème suivant en <u>*utilisant la démarche complète*</u> de la solution d'un problème.

« Pour construire le traîneau du Père Noël, il faut un total de 59 pièces dont des vis, des clous et des morceaux de bois. Pour obtenir le **nombre de clous**, ajouter 12 au quadruple du nombre de vis. Pour obtenir le **nombre de morceaux de bois**, ajoute 5 au nombre de vis.»
Si ***x* représente le nombre de vis** et si <u>l'équation de cette situation</u> est représentée par

$$x+(4x+12)+(x+5)=59$$

Combien de vis, de clous et de morceaux de bois sont nécessaires pour construire ce traîneau ? »

Question 23

Compléter le tableau dans le cahier réponse en remplaçant x et y par les valeurs suggérées.

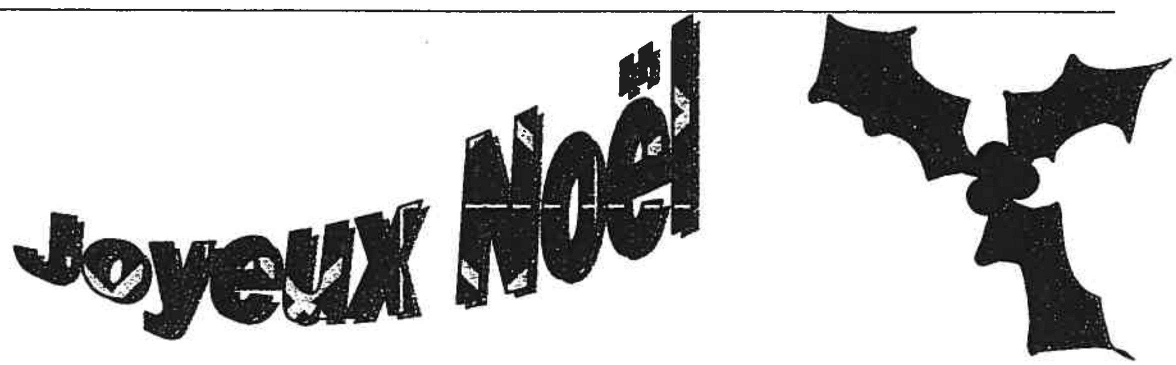
Question 24

Au restaurant Le LION d'Or, le nombre de repas servis cette année représente 72% du nombre de repas servis l'année passée.
Étant donné qu'on a servi *50 400 repas cette année*, **combien** a-t-on servi de repas <u>*l'année passée ?*</u>

Question 25

Résoudre l'équation suivante :

$$\frac{x+3x}{4} = \frac{2(x+10)}{6}$$



École secondaire Des Sources
2900, Lake
Dollard-des-Ormeaux (Québec) H9B 2P1
☎ (514)683-5594

72%
69,5/96

EXAMEN D'ÉTAPE

DATE : ______________________

CAHIER DE RÉPONSES

Instructions : ______________________

____

____

Matériel autorisé : ______________________

____

Matière :	Mathématique
Code de cours :	068 216
Durée de l'examen :	2h30

NOM DE L'ÉLÈVE : ______________________

GROUPE : 820

École secondaire des Sources
Mathématique 216

Cahier de réponses

Section A

☞ Inscrire votre choix en noircissant le cercle correspondant.

12/20

	A	B	C	D
1.	● B	○	○	○
2.	● ✓	○	○	○
3.	○	○	● B	○
4.	● B	○	○	○
5.	○	○	○	● ✓

Section B

Question 6

4/4

La valeur de b est −6.

Question 7

3/4

a) [illegible] 15 B b) 2 heures ✓

c) 2 h 15 min B d) 15 km B

Question 8

4/4

a) la réponse est : $0,\overline{66}$ B b) la réponse est : −1 B

Question 9

3/4

a) Le coefficient de proportionnalité est : = 0,63 /l 1/2

b) Le coût de 65 l est de : 10,15 $ B

Question 10

4/4

Il me reste (x − 17) $

Question 11

0/4

Le résultat réduit **incorrect** est a) ✓

Question 12

4/4

L'équation est : n − n + 1 + n + 2 = −48

Question 13

4/4

a) l'expression algébrique qui représente le nombre de cartes de Carole est $2x$ β

b) l'équation qui représente le nombre de cartes au total est $x + 2x = 60$ β

Question 14

4/4

a) $(a+b)(a-b)$ β

b) $8m+4$ β

Question 15

4/4

a) les **coordonnées** de la pierre 3 sont $(-6, -6)$ β

b) l'**ordonnée** de la pierre 5 est -5 β

c) l'**abscisse** de la pierre 10 est 5 β

d) trois pierres ont la **même abscisse**, ce sont 6, 7 et 9 β

Question 16

0/4

Le mélange qui risque d'être inefficace est : D

Section C

Question 17

a)

3/4

Coût à débourser pour un traiteur

Nombre de personnes	1	5	10	16 β	18	24	30 β
Coût ($)	105 β	125 β	150 β	180	190 β	220 β	250

b) Démarche (obligatoire) : ***n*** est le nombre d'invités.

$5n + 100$ $\frac{1}{2}$

n = nombre d'invités

5$: prix d'une personne

100$: prix de base demandé par le traiteur

Question 18

a) Démarche:

Rang	1	[illegible]	[illegible]	4	5	6	...	n
[illegible]	115	[illegible]	[illegible]	460	575	[illegible]	...	115n

+115 +115 +115 +115 +115

La règle est : 115n β

b) Démarche:

[illegible]	1	2	3	4	5	6	n
[illegible]	1	4	7	10	13	16	3n-2

La règle est : 3n-2 β

c) Démarche:

Rang				19	n
[illegible]	115		...	2185	115n

4/4

Le nombre est : 2185 β

d) Démarche:

Rang	1	2	...	22	n
[illegible]	1	4	...	64	3n-2

Le nombre est : 64 β

Question 19

Soit *x* la date d'anniversaire de Jérémie

Priscilla : $2x+1$

Jérémie : x

$$x+2x+1=37$$

$$3x+1\boxed{-1}=37\boxed{-1}$$

$$\frac{3x}{3}=\frac{36}{3}$$

$$x=12$$

Priscilla :
$2x+1$
$2 \cdot 12+1$
$24+1$
25

Jérémie :
12

4/4

Résultat :
La date d'anniversaire de Jérémie est le 12 **et celle de Priscilla est** 25

Question 20

Démarche exigée

nb lapins / nb d oeufs

3 / 2

3 / 30

$\frac{30}{3} = 10$

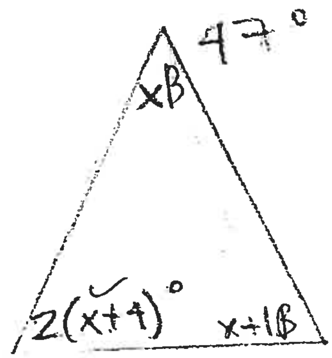
0/4

Dans la boîte, il y a 10 lapins

Question 21

Soit x : la mesure de l'angle moyen

1/4



$x = 47°$

$2(x+4) = 2(47+4)$

$94 + 8$

102

$47 - 16 = 31$

$x + 2(x+4) + x - 16 = 180$

$x + 2x + 8 + x - 16 = 180$

$4x - 8 \boxed{+8} = 180 \boxed{+8}$

$\frac{4x}{4} = \frac{188}{4}$

$x = 47$

Résultat :
Le grand angle mesure 102° , l'angle moyen mesure 47° et le petit angle mesure 31°

Question 22

Démarche : soit x le nombre de vis

x : vis → x : $\boxed{7}$

clous : 4x + 12 → 4x + 12 : 4·7 + 12

28 + 12

$\boxed{40}$

$x + (4x + 12) + (x + 5)$ 59 bois : x + 5 → 7 + 5

$\boxed{12}$

$x + 4x + 12 + x + 5 = 59$

$6x + 17 - 17 = 59 \boxed{-17}$

$\frac{6x}{6} = \frac{42}{6}$

$x = 7$

4/4

Résultat il faut 7 vis, 40 clous et 12 morceaux de bois pour construire ce traîneau. Ho! Ho! Ho!

Question 23

3,5/4

x	y	$5x + 2y$	$2x - y + 1$
3	5	25 B	2 B
2	-3	4 B	2 ✓
-5	4	-17 B	-13 B
0	5	10 B	-4 B

Question 24

Démarche :

nb de repas cette année : 50 400

$\frac{50\,400}{28}$ = 1800 28% 100 - 72 =

nombre manquant de pourcentage des repas servis

0/4

L'année passée, on a servi 1800 repas

Question 25

Démarche :

$$\frac{x+3x}{4} = \frac{2(x+10)}{6}$$

$$6(x+3x) = 8(x+10)$$

$$(x+18x) = 8x+80$$

$$24x + \boxed{8x} = 8x - \boxed{8x} + 80$$

$$\frac{16x}{16} = \frac{80}{16}$$

$$x = 5$$

$\frac{4}{4}$

Réponse : $x =$ 5

ANNEXE B : Brève analyse des pratiques de l'enseignante du groupe

Dans l'annexe B, nous exposons brièvement les pratiques d'enseignement qui ont lieu dans la classe ayant participé à notre expérimentation.

UNE BREVE DESCRIPTION DES PRATIQUES DE L'ENSEIGNANTE-TITULAIRE DU GROUPE

L'enseignante-titulaire qui travaille quotidiennement avec nos sujets est une personne qui œuvre depuis bon nombre d'années dans le milieu scolaire. Son enseignement en mathématique est principalement de type magistral. Elle donne d'abord une leçon et invite les élèves à prendre des notes de cours. Puis, elle leur suggère des problèmes dans le cahier d'exercices *Carrousel mathématiques 2*.

Les notes de cours contiennent d'abord une définition qui laisse voir que l'enseignante perçoit l'algèbre comme une généralisation de l'arithmétique. Puis, des définitions des éléments du langage algébrique sont présentées (expression numérique, valeur numérique, coefficient numérique, variable, terme constant) et sont accompagnées d'exemples numériques. On remarque que les termes *inconnue* et *variable* sont tous deux utilisés dans le texte sans qu'une distinction soit faite. La méthode de résolution de problèmes qui est décrite dans les notes de cours comporte trois étapes : la construction d'une phrase mathématique à partir de l'énoncé, les calculs nécessaires pour résoudre le problème et la formulation de la réponse.

Dans les copies de l'examen semestriel des élèves, on observe plus en détail leur méthode de résolution de problèmes algébriques. On peut distinguer cette fois 4 étapes : l'identification de l'inconnue, la construction de l'équation, la résolution et la réponse. Mentionnons que pour tous les problèmes demandant une résolution algébrique complète dans cet examen, on donne de manière explicite ce que représente l'inconnue dans le cahier de réponses (soit x ...). La première étape de la résolution est, pour ainsi dire, toujours fournie à l'élève.

On constate à partir de ces quelques informations, qu'il s'agit, somme toute, d'un enseignement assez standard. Bien sûr, l'observation des interactions en classe nous aurait permis d'apporter plus de précisions à cette analyse, mais il ne nous a malheureusement pas été possible d'y procéder à cause de conflits d'horaires.

ANNEXE C : Six problèmes initiaux

Dans l'annexe C, nous fournissons un exemplaire du document remis aux élèves comportant les six problèmes initiaux lors de la première visite en classe (période 0).

Nom : ______________________________

CONSIGNE

En lisant les problèmes, peux-tu nous dire ceux que tu considères faciles (F), difficiles (D) ou de degré de difficulté moyen (M)? Inscris F, M ou D dans le carré situé à côté de chaque problème.

☐ 1. La somme de deux nombres est 27. Sachant que l'un des nombres est le double de l'autre, quels sont les deux nombres?

☐ 2. Roberto a 10 $ en pièces de 25 cents et de 10 cents. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents ?

☐ 3. Vingt-deux de plus que le double de l'âge de Stéphanie représente 3 fois son âge moins 8. Quel âge a-t-elle ?

4. Les skis de Sonia ont coûté 25$ de moins que le triple du coût des fixations. Sachant qu'elle a déboursé en tout 335$, combien les skis ont-ils coûté?

5. Deux nombres ont une somme de 27. Si l'un des deux nombres est le double de l'autre, quel est le plus petit nombre ?

6. Un héritage de 43 000$ a été partagé entre 3 frères : Jean, Daniel et Pascal. Jean a reçu le triple de Daniel. Daniel a reçu 2000 $ de plus que Pascal. Combien d'argent Pascal a-t-il reçu ?

Merci beaucoup! ☺

ANNEXE D : Neufs items de la période 1

Dans l'annexe D, nous présentons une feuille en format dépliable comportant les neuf items *Bouchons les trous* soumis aux élèves lors de la période de familiarisation avec le dispositif (période 1).

LISTE DES PROBLEMES SOUMIS LORS DE LA PERIODE 1

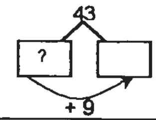
	Énoncé	Équation
1.	La somme de deux nombres est 27. Sachant que l'un des nombres est [le double] de l'autre, quels sont les deux nombres?	x + 2x = 27
2.	Roberto a 10 $ en pièces de 25 cents et de 10 cents. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents?	0,25 x + 0,10 [(49 – x)] = 10
3.	Vingt-deux [de plus] que le double de l'âge de Stéphanie représente 3 fois son âge moins 8. Quel âge a-t-elle?	2x + 22 = 3x - 8
4.	Les skis de Sonia ont coûté 25$ de moins que le triple du coût des fixations. Sachant qu'elle a déboursé en tout 335$, combien les skis ont-ils coûté?	3x [- 25] = y x + y = 335
5.	Un plateau contient des biscuits au chocolat et d'autres à l'érable. Il y a 5 biscuits au chocolat de plus que ceux à l'érable. Sachant qu'il y a 12 biscuits au chocolat, combien y a-t-il de biscuits en tout?	x = 12 + [12 - 5]
6.	Deux nombres ont une somme de 27. Si l'un des deux nombres est [le double] de l'autre, quel est le plus petit nombre ?	x + 2x = 27
7.	Un héritage de 43 000$ a été partagé entre 3 frères : Jean, Daniel et Pascal. Jean a reçu le triple de Daniel. Daniel a reçu 2000 $ de plus que Pascal. Combien d'argent Pascal a-t-il reçu ?	x + x + 2000 + 3x + [6000] = 43 000
8.	L'âge de Marie-Anne est le [triple] de celui de Mélanie. Sachant que la somme de leur âge est 112 ans, trouve l'âge de Mélanie.	4x = 112
9.	Roberto a 10 $ en pièces de 10 cents et de [25 cents]. Sachant qu'il a 49 pièces en tout, combien a-t-il de 25 cents ?	x + y = 49 0,10 x + 0,25 y = 10

ANNEXE E : Liste d'exemples d'énoncés et d'équations

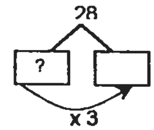
Dans l'annexe E, nous fournissons le document constitué de la liste des énoncés et des équations ayant servi d'outil d'inspiration aux élèves lors de la période de composition des items (période 2). De toute évidence, les schémas n'apparaissaient pas sur la liste remise aux élèves. Nous avons toutefois cru bon de les ajouter à la version donnée ici pour permettre au lecteur d'apprécier d'un coup d'œil la diversité des problèmes.

Liste d'énoncés

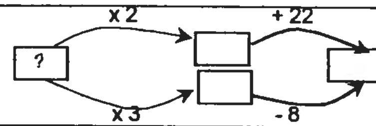
On a placé 43 billes dans une boîte. Certaines sont jaunes, les autres sont bleues. On compte 9 billes jaunes de plus que de billes bleues. Combien y a-t-il de billes bleues dans la boîte ?



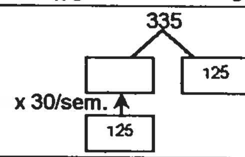
L'aquarium d'Antoine compte 28 poissons de deux espèces : des poissons rouges et des poissons « néons ». Sachant que l'on compte 3 fois plus de poissons rouges que de poissons « néons » dans l'aquarium, détermine le nombre de poissons « néons ».



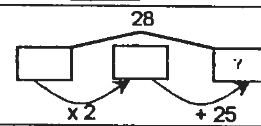
Le double d'un nombre augmenté de trois est égal à quatre de moins que le triple de ce nombre. De quel nombre s'agit-il ?



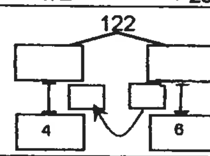
Juan veut s'acheter une bicyclette au coût de 335$. Il a déjà 125 $ en banque et met 30 dollars de côté chaque semaine en travaillant comme livreur. Dans combien de semaines Juan pourra-t-il se procurer la bicyclette ?



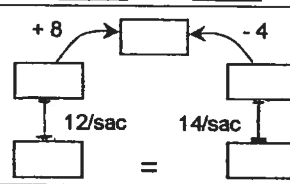
Renée et Gladys ont ensemble une collection de 160 macarons. Renée possède 25 macarons de plus que le double de ceux de Gladys. Combien de macarons chacune a-t-elle ?



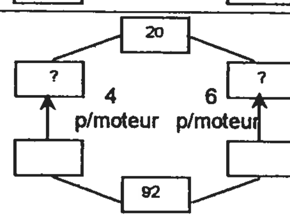
Alberto a déboursé 122 $ pour acheter 4 disques compacts et 6 affiches géantes de ses groupes préférés. Sachant qu'un disque compact coûte 8 $ de plus qu'une affiche géante, quel est le prix de chacun des articles ?



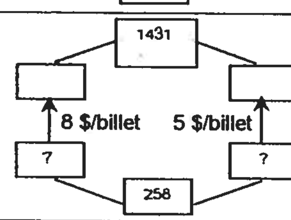
Vanessa dispose d'un certain nombre de sacs pour y placer ses billes. Lorsqu'elle met 12 billes par sac, il lui en reste 8 à placer. Par contre, si elle place 14 billes par sac, il lui manque 4 billes pour compléter le dernier sac. Combien de billes et de sacs Vanessa a-t-elle ?



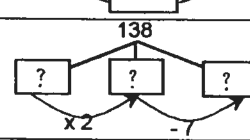
Dans une usine, on fait l'assemblage de deux types de moteurs : à 4 pistons et à 6 pistons. Combien de moteurs de chaque type devra-t-on assembler pour répondre à une commande de 20 moteurs totalisant 92 pistons ?



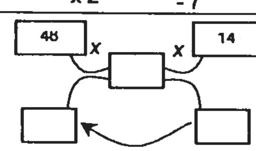
Lors de la projection d'un film, 258 billets ont été vendus, générant une recette de 1431 $. Le billet pour adulte coûtait 8 $ et le billet pour enfant coûtait 5 $. Combien d'adultes et d'enfants ont visionné ce film ?



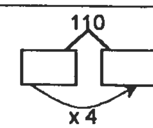
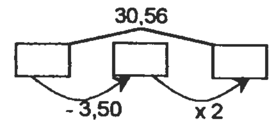
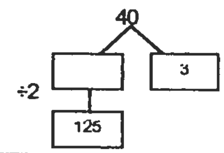
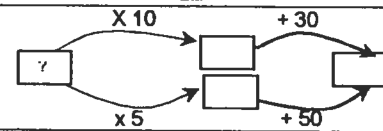
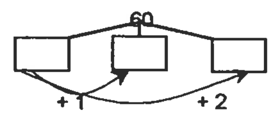
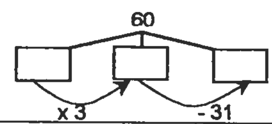
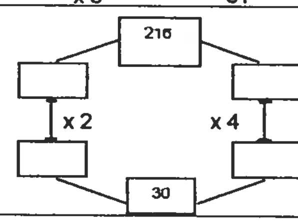
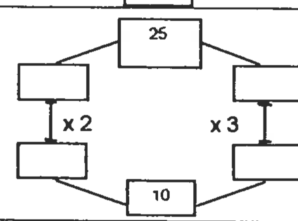
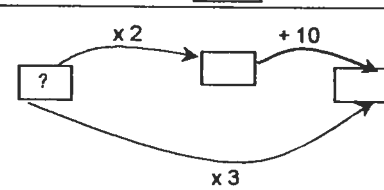
La somme de trois nombres consécutifs donne 138. Le deuxième nombre correspond au double du premier et le troisième représente 7 de moins que le deuxième. Quels sont ces nombres ?



Un père a 48 ans et sa fille, 14 ans. Dans combien d'années l'âge du père sera-t-il le double de celui de sa fille ?



LISTE D'EQUATIONS

$4x + x = 110$	
$2(x - 3{,}50) + x = 30{,}56$	
$\frac{1}{2}x + 3 = 40$	
$10x + 30 = 5x + 50$	
$x + (x + 1) + (x + 2) = 60$	
$x + (3x) + (3x - 31) = 60$	
$2x + 4(30 - x) = 216$	
$x + y = 10$, $2x + 3y = 25$	
$2x + 10 = 3x$	
$28 = x + (x + 6)$