

CONSTRUIRE UN OUTIL DE FORMATION À PARTIR DE L'ANALYSE D'UNE SÉANCE AUTOUR D'UN PROBLÈME OUVERT AU CYCLE 3.

Christine CHOQUET

PIUFM, IUFM des Pays de La Loire, site Le Mans

Doctorante CREN, Université de Nantes

christine.choquet@univ-nantes.fr

Résumé

L'atelier s'est appuyé sur des résultats issus de notre travail de thèse en cours qui traite de l'activité d'enseignants du cycle 3, en mathématiques, lorsqu'ils proposent à leur classe des *problèmes ouverts* (Arsac & Mante, 2007). L'objectif était, à partir de quelques éléments de notre corpus -vidéogramme d'une séance, transcriptions de travaux d'élèves- d'amener les participants à réfléchir à l'utilisation de l'analyse de ces données dans la formation initiale et/ou continue des professeurs des écoles. Pour cela, après avoir brièvement présenté notre étude, nous avons proposé aux participants de résoudre le problème et d'en faire une analyse *a priori* afin de déterminer les savoirs en jeu. Le travail a ensuite consisté à analyser les productions des élèves puis le scénario proposé par l'enseignant. L'atelier a permis de réfléchir à l'élaboration d'un outil de formation à la gestion de situations *problème ouvert* en identifiant leurs spécificités mais également à la gestion des séances de mathématiques en général.

Cet atelier est en lien avec notre travail de recherche dans le cadre de la rédaction d'une thèse. Cette recherche vise à comprendre et définir la place que des professeurs des écoles français accordent, dans leur enseignement des mathématiques, à l'étude de *problèmes ouverts* (Arsac & Mante, 2007). Pour mémoire la caractérisation de ces problèmes, proposée par les auteurs, est la suivante :

- *L'énoncé est court.*
- *L'énoncé n'induit ni la méthode, ni la solution (pas de questions intermédiaires ni de questions du type « montrer que »). En aucun cas, cette solution ne doit se réduire à l'utilisation ou l'application immédiate des derniers résultats présentés en cours.*
- *Le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité. Ainsi, peuvent-ils prendre facilement « possession » de la situation et s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution, des contre exemples.*

Nous avons observé puis analysé, lors d'une année scolaire complète, dans les classes de six enseignants, des séances portant sur des *problèmes ouverts* afin d'étudier les choix que font ces enseignants. Les analyses des pratiques enseignantes sont complétées par des analyses de l'activité des élèves et par une réflexion sur les savoirs en jeu avec ce type de problèmes. L'ensemble de cette étude nous permet également de questionner la formation des professeurs des écoles.

Pour l'atelier, une séance intitulée « les balances » a été isolée parmi toutes celles que nous avons observées et l'objectif de cet atelier concerne la construction d'un outil de formation initiale et/ou continue à partir de l'analyse de cette séance - formation à la gestion de situations *problème ouvert* et formation à la gestion de séances de mathématiques en général -. Plus généralement, nous avons, comme de nombreux formateurs-chercheurs, observé puis analysé des séances ordinaires et nous nous sommes interrogés sur l'utilisation possible de ces analyses en formation des professeurs des écoles.

I - PRÉSENTATION DU CORPUS UTILISÉ DANS L'ATELIER

Dans ce premier chapitre, nous présentons d'abord brièvement notre recherche, entreprise dans le cadre de la préparation de notre thèse ainsi que la méthodologie choisie pour répondre à nos questions. Nous présentons ensuite le corpus qui est plus particulièrement étudié dans l'atelier.

1 Présentation de notre recherche

1.1 Problématique et cadre théorique

Par notre étude, nous cherchons à comprendre pourquoi et comment des enseignants du cycle 3 proposent à leurs élèves des *problèmes ouverts* pendant les séances de mathématiques. Nous analysons également ces pratiques afin de déterminer l'impact de telles séances sur les apprentissages des élèves, afin de préciser les savoirs en jeu dans ce type de problèmes.

Afin de répondre aux questions concernant la pratique des enseignants, nous utilisons le cadre théorique de la « double approche didactique et ergonomique » (Robert & Rogalski, 2002).

1.2 Méthodologie

Nous avons choisi d'observer le travail de six professeurs des écoles pendant une ou deux années scolaires. Ces observations se font dans des classes de cycle 3, avec des élèves de 8 à 10 ans. Ce niveau a été choisi car les *problèmes ouverts* proposés aux élèves nous semblent plus intéressants (par rapport au cycle 1 et au cycle 2) du point de vue des connaissances qui peuvent être abordées et nous permettent d'approfondir des réflexions déjà engagées en didactique des mathématiques sur les savoirs en jeu avec ce type de problèmes (Douaire, Hubert, 1999, Hersant & Thomas, 2008, Hersant, 2010, Houdement, 2009).

Afin de pouvoir observer des séances les plus ordinaires possibles, nous ne sommes intervenus ni dans le choix du problème, ni dans la préparation de la séance. L'ensemble des choix a été laissé à l'initiative des enseignants.

Les séances portant sur des *problèmes ouverts* ont été observées, filmées puis transcrites. Certains travaux de groupes d'élèves ont également été enregistrés et transcrits. Les travaux des élèves ont été récoltés (brouillons, feuilles de recherche ou affiches). Des entretiens avec les enseignants, avant et après les séances ont été transcrits.

Chaque séance fait l'objet d'une analyse *a priori* puis *a posteriori*. Nous avons cherché à déterminer en particulier pour chaque séance, si les problèmes étaient réellement *ouverts* pour la classe concernée et quels savoirs pouvaient être objet d'institutionnalisation.

Nous utilisons dans notre étude, la répartition de l'activité de l'enseignant, établie par Robert et Rogalski (2008), en cinq composantes -cognitive, médiative, institutionnelle, sociale et personnelle-. Nos analyses permettent de renseigner chacune des composantes afin d'obtenir des réponses de plus en plus précises sur la pratique des enseignants observés, afin d'expliquer les choix qu'ils font pour leur classe.

1.3 Présentation de la séance proposée dans le cadre de l'atelier

Pour le travail de l'atelier, nous avons choisi une séance parmi toutes celles que nous avons analysées. L'enseignant qui a préparé cette séance, est âgé d'une quarantaine d'années et travaille avec des élèves de CM2 depuis plus de cinq ans dans la même école. Nous l'avons choisi car il ne débute pas dans le métier et a une bonne expérience du cycle 3.

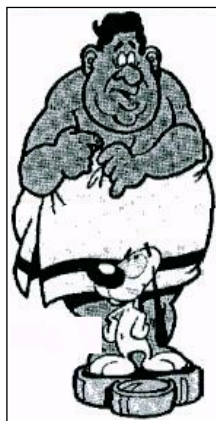
La séance qui sert de support à cet atelier, est la première de ce type, dans l'année pour cette classe de vingt élèves. Avec cet enseignant, les élèves sont habitués à travailler en groupes mais jamais pendant les cours de mathématiques.

Nous précisons que cette séance n'a pas la vocation d'être une séance type, ce n'est en aucun cas un modèle. Nous l'avons choisi car, d'après nous, son analyse permet d'aborder un nombre important de

questions ayant trait à l'étude de *problèmes ouverts* dans des classes de cycle 3 ainsi qu'à l'enseignement des mathématiques en général à l'école primaire. Cette séance nous semble riche de par son caractère ordinaire, parce qu'elle montre des aspects positifs dans la façon dont l'enseignant gère cette séance et également parce qu'elle fait apparaître à d'autres moments des difficultés, même des manques qu'il faut interroger en formation.

2 Le problème « les balances »

Le problème¹ est choisi par l'enseignant, son but est de déterminer la masse de chacun des personnages.



140 kg



145 kg



35Kg

En utilisant les informations données par ces trois dessins, détermine combien pèsent le gros Dédé, le petit Francis et le chien Boudin.

3 Le corpus utilisé dans l'atelier

Dans le cadre de l'atelier, plusieurs éléments du corpus sont étudiés. Des éléments concernent la pratique de l'enseignant et d'autres concernent plus particulièrement l'activité des élèves. Cependant, même si pour des facilités de présentation des analyses pendant l'atelier, nous sommes amenés à séparer les deux, nous avons conscience que lorsque nous étudions l'activité des élèves, nous apportons en même temps des éléments de réponse sur la pratique de l'enseignant ; les deux études, de la pratique de l'enseignant et de l'activité des élèves étant liées et indissociables.

3.1 Concernant l'enseignant

La séance est filmée puis le film est transcrit. Nous avons choisi de présenter aux participants deux extraits du vidéogramme avec leur transcription, les deux extraits sont bruts, aucun montage n'a été réalisé afin de suivre le déroulement en temps réel de la séance. Le premier extrait, de 4 minutes, montre le début de la séance. Il permet de visualiser la classe, les élèves et leur enseignant. Il rend compte des consignes qui sont données aux élèves et de la mise en route d'un temps de recherche individuelle. Le deuxième extrait, de 12 minutes, correspond à la mise en commun des résultats. Il permet de voir comment l'enseignant organise cette mise en commun, comment les responsabilités vis à vis de l'avancement de cette mise en commun sont réparties entre lui et les élèves. L'extrait montre également comment l'enseignant conclut cette séance.

¹ Deledicq A., Missenard C. (1996), *Encyclopédie Kangourou des mathématiques au collège*, ACL éditions, p.46.

Un plan de la classe (disponible en annexe 1) sur lequel sont notés les déplacements de l'enseignant pendant la phase de recherche en groupe est également présenté. Il permet d'obtenir des renseignements sur la position et l'attitude qu'a choisi d'adopter l'enseignant pendant cette phase de recherche.

3.2 Concernant les élèves

Nous proposons aux participants la transcription des cinq affiches (disponible en annexe 2) rédigées par les cinq groupes et présentées à la classe lors de la mise en commun.

II - ETAPE 1 : TRAVAIL CONCERNANT L'ANALYSE A PRIORI

Lors de ce premier temps de travail, les participants résolvent individuellement le problème « les balances » et résument par une phrase leur démarche. Ils sont invités ensuite à en faire une analyse *a priori* afin de répondre toujours individuellement à deux questions :

- Comment les élèves de cycle 3 peuvent-ils résoudre ce problème ?
- Quels savoirs sont alors en jeu ?

Un temps de travail en binôme est ensuite proposé afin de permettre une première comparaison des résultats. Les échanges entre les participants ont permis de lister des procédures possibles pour résoudre le problème ainsi que certains savoirs en jeu. Nous avons complété ce premier bilan avec nos propres résultats.

1 Les procédures de résolution envisageables

Dédé pèse 125 kilogrammes, le chien Boudin pèse 15 kilogrammes et Francis pèse 20 kilogrammes.

Une première procédure (notée P1) pour atteindre ces résultats, consiste à mettre en équation le problème puis à résoudre le système de trois équations à trois inconnues ainsi obtenu.

Une autre procédure (P2) revient à ajouter les masses inscrites sur deux balances et à soustraire la masse indiquée sur la troisième balance pour obtenir ensuite, en divisant par deux, la masse de l'un des personnages. Les masses des deux autres personnages sont finalement obtenues par soustraction.

Il est possible également d'ajouter les trois masses, de diviser par deux puis de soustraire une des masses indiquées sur l'une des trois balances pour obtenir la masse d'un des personnages (P3). Les masses des deux autres personnages sont ensuite obtenues par soustraction.

Une quatrième procédure (P4) s'appuie sur des essais et ajustements. Ces essais tiennent compte de la différence de cinq kilogrammes entre Francis et le chien (une décomposition additive de 35 est envisagée) mais également d'hypothèses issues de la « vie courante » (par exemple : « Gros Dédé » doit peser dans les cent kilogrammes ou un chien est moins lourd qu'un enfant comme Francis).

Les essais peuvent être essentiellement inspirés par la « vie courante », la différence de cinq kilogrammes entre le garçon et le chien n'est pas utilisée. Cela constitue dans notre étude et pour l'atelier, une cinquième procédure (P5).

2 Les savoirs en jeu

2.1 Des savoirs curriculaires revisités

La procédure P1 n'est pas envisageable avec des élèves de cycle 3. Ce problème permet donc dans tous les cas, à des élèves de ce niveau, de remobiliser l'addition et la soustraction. Certaines procédures (P4, P5) font appel également à la décomposition additive de 35 (avec des entiers mais aussi des décimaux

puisque rien ne dit au départ, que les masses sont des nombres entiers). D'autres procédures (P2, P3) incitent à partager en deux des entiers (par division, par addition).

Ce problème est bien l'occasion de retravailler le calcul avec des nombres entiers.

2.2 Est-ce réellement un problème ouvert ?

Le texte est court, l'énoncé est accompagné d'un dessin expliquant clairement la situation des trois pesées. Aucune indication ne donne d'information sur la méthode à employer pour résoudre le problème. Il n'y a pas notamment, de questions intermédiaires qui pourraient guider les élèves vers telle ou telle procédure. Malgré cela, l'énoncé est accessible, il peut être compris par des élèves de 9-10 ans et la présentation, sous forme de dessins, leur permet de faire rapidement quelques essais.

Nous pouvons donc affirmer que ce problème est pour des élèves de cycle 3 un *problème ouvert* selon la caractérisation proposée par Arsac & Germain (2007).

2.3 Des savoir faire utiles pour faire des mathématiques

Arsac et al. (2007) pour justifier de l'intérêt de proposer des *problèmes ouverts* en classe, insistent sur le fait que ces problèmes permettent de développer la *démarche scientifique*. Ils précisent qu'il s'agit pour un élève d'apprendre à « *faire des essais pour produire une conjecture, tester sa conjecture en faisant d'autres essais, prouver la validité de sa conjecture.* ». Ils expliquent également qu'un élève, avec ce type de problèmes, apprend à faire preuve d'imagination, de créativité étant donné que les énoncés ne proposent pas de démarches à suivre.

(Douaire, Hubert 1999), (Houdement 2009) montrent que certains de ces problèmes peuvent être choisis pour enseigner différentes formes de raisonnements et pour développer chez un élève des capacités à prouver des résultats mathématiques.

Hersant & Thomas (2008) puis Hersant (2010) prouvent que l'étude de certains problèmes de type *ouvert* sont l'occasion de développer des savoir faire utiles ensuite aux élèves pour résoudre des problèmes mathématiques. Il s'agit par exemple que « *les élèves ressentent l'intérêt et les limites de leurs expériences empiriques* » ou encore d'apprendre aux élèves à « *bien distinguer ce dont on est sûr (le possible, l'impossible qu'on a réussi à prouver) et ce dont on doute (la part indéterminé du problème)* » afin de les rendre capables d'organiser au mieux leurs recherches.

Dans le cas du problème « les balances » étudié dans l'atelier, les élèves apprennent que, même si un seul résultat existe, plusieurs procédures pour l'atteindre sont envisageables. Les participants pensent que les élèves vont ainsi prendre conscience que pour résoudre un problème mathématique, un raisonnement par essais et ajustements peut convenir. Les élèves vont également découvrir qu'il est indispensable de vérifier la validité d'un résultat. La question s'est ensuite posée sur la gestion efficace des essais : il semble utile, afin de ne pas multiplier les essais, de mettre en relation les données de l'énoncé, de faire appel à des connaissances extérieures aux mathématiques, telles que la masse d'un enfant, d'un chien. L'atelier a conclu que tous les élèves ne vont pas, à partir de l'étude d'un seul problème de ce type, apprendre à organiser les données. Pour cela, d'autres problèmes devront être proposés à la classe.

3 Et pour la formation ?

Après avoir réfléchi aux savoirs en jeu dans le problème, les participants se sont demandés ce qu'il était possible de proposer en formation. Le premier point soulevé concerne la question de l'analyse *a priori* du problème. Notre expérience de formateur, notre recherche en cours ainsi que les expériences de chacun des participants montrent que cette étape n'est pas toujours envisagée par les enseignants ou seulement très rapidement. De la discussion dans l'atelier, il ressort comme indispensable dans un premier temps de formation, de réfléchir à une analyse *a priori* afin de définir, tout au moins, des objectifs d'apprentissage précis.

Dans le but d'apprendre à mener à bien une analyse *a priori*, les participants ont évoqué l'idée d'aider les enseignants en formation à mieux caractériser les problèmes qu'ils rencontrent. Il semble possible d'établir avec eux des classifications selon, par exemple, les objectifs d'apprentissage visés ou selon le type de problèmes afin de comprendre ce qu'est un problème *ouvert* par rapport à un problème d'application, de prendre conscience également qu'un problème est *ouvert* pour un élève à un certain moment de sa scolarité mais ne l'est plus à un autre moment.

Le travail présenté ici, se basant sur l'analyse de la séance « les balances », permet de répondre à certaines questions et de préciser quelques réponses sur les savoirs en jeu et les raisons qui peuvent pousser un enseignant à proposer un problème ouvert à sa classe. Cependant pour une étude plus complète des choix que sont amenés à faire des enseignants de cycle 3 et des raisons menant à ces choix, nous invitons le lecteur à consulter (Choquet, 2010).

III - ETAPE 2 : QUE FAIRE DES RECHERCHES ET DES RÉSULTATS DES ÉLÈVES ?

Dans le deuxième temps de l'atelier, les participants prennent connaissance de la transcription des affiches rédigées par la classe et d'un plan de la salle résumant les déplacements effectués par l'enseignant pendant la phase de recherche (annexes 1 et 2). Il s'agit pour eux, à la lumière de ces différents documents de penser à une mise en commun possible pour cette classe, avant de découvrir le scénario élaboré par l'enseignant observé.

1 Déroulement de la séance observée

Les élèves sont installés par groupes de quatre, chaque groupe dispose d'une affiche qui servira à présenter à la classe les résultats du groupe. Après avoir distribué à chaque élève un énoncé du problème « les balances », l'enseignant demande aux élèves d'y réfléchir seuls pendant quelques minutes. Au bout de 2 minutes, il leur annonce qu'ils peuvent commencer à travailler en groupe, se mettre d'accord pour, quand ils auront trouvé un résultat, compléter leur affiche. Ce travail de groupe dure 40 minutes, pendant lesquelles l'enseignant n'intervient pas auprès des élèves. Il reste alors 15 minutes pour la mise en commun des résultats.

2 L'activité de l'enseignant pendant la phase de recherche

En visionnant le début de la séance, nous observons que le processus de dévolution de la recherche aux élèves est réussi. Chaque élève individuellement puis chaque élève dans chaque groupe se met au travail et tient à déterminer les masses des personnages. Par la suite (nous le constatons en particulier avec le plan), l'enseignant choisit de ne pas circuler entre les groupes, de se mettre à l'écart, de presque disparaître de la vue des élèves en restant derrière son bureau. Cette attitude a surpris et interrogé les participants à l'atelier et deux questions sont apparues : pourquoi l'enseignant ne va-t-il pas voir ce que font ses élèves pendant la phase de recherche en groupes ? Et pourquoi décide-t-il de ne pas les aider ?

Brousseau (1998) souligne que l'enseignant « doit, par son attitude, convaincre les enfants de sa neutralité [...] afin qu'ils renoncent à tirer de lui les informations et les aides qu'ils ne doivent tirer que d'eux-mêmes. ». Cet enseignant (que nous avons interrogé juste après la séance) nous confie qu'il a du mal à ne pas répondre à certaines sollicitations des élèves, il considère que régulièrement, il les « aide trop ». En restant loin d'eux, il veut ainsi leur montrer qu'ils doivent chercher entre eux, qu'ils ne doivent pas attendre une aide de sa part. Son objectif prioritaire est « d'apprendre aux élèves à chercher », la recherche doit donc se faire sans lui.

Cependant, même si l'enseignant justifie ce retrait, les participants sont d'accord pour penser que cette attitude pose réellement problème. L'enseignant voit les élèves chercher, discuter dans les différents groupes mais ne peut pas prétendre suivre de près ces recherches. Il ne peut pas se faire une idée, en temps réel, des raisonnements mobilisés dans chacun des groupes. Il ne voit peut-être même pas qui a trouvé des solutions correctes et, au contraire, qui a fait des erreurs. Il est clair que ce défaut de repérage du travail accompli par les élèves, constitue un manque pour la suite de la séance. Nous le constatons d'ailleurs plus loin dans la séance, lorsque les élèves viennent exposer leurs résultats à toute la classe.

3 Les procédures des élèves

Comme Orange (2005), nous pensons qu'« *une analyse didactique des pratiques enseignantes est une analyse qui porte sur les relations entre ces pratiques et les apprentissages réalisés par les élèves.* ». Cette « *analyse didactique des pratiques enseignantes se doit donc d'interroger ces pratiques selon l'activité intellectuelle des élèves* ». Dans notre étude, nous analysons donc le travail accompli par les élèves afin d'obtenir des renseignements concernant la pratique de l'enseignant.

Orange confirme que l'« *activité intellectuelle n'est bien sûr pas directement observable* ». Cependant, « *les productions sont considérées comme des traces de l'activité intellectuelle des élèves* ». L'activité intellectuelle des élèves va donc devoir être reconstruite lors des analyses, grâce aux productions des élèves ; ces productions, écrites, orales ou matérielles, étant intermédiaires tout au long de la séance ou finales. C'est pourquoi nous analysons des brouillons d'élèves, les discussions entre les élèves lors de travaux de groupes ainsi que les affiches que chaque groupe produit. A partir de toutes les données concernant les élèves pour la séance « les balances », nous retraçons l'historique de chaque affiche en retrouvant les démarches, les raisonnements de chaque groupe. L'intérêt de l'analyse réside ensuite dans le repérage des diversités de procédures et dans leur comparaison.

Les participants ont travaillé à partir du document présent en annexe 2, afin d'identifier les différentes procédures des élèves puis nous les avons regroupées donc selon deux types :

Des procédures plutôt de caractère mathématique (que nous notons PMv) : la différence de cinq kilogrammes est remarquée et, après avoir compris avec l'énoncé, qui du chien ou de l'enfant est le plus lourd, les élèves trouvent la masse de Dédé par soustraction.

Des procédures plutôt liées à la vie courante (que nous notons PVm) : la masse des personnages sont estimées (autour de 100 kilogrammes pour une personne comme Dédé, autour de 30 kilogrammes pour un enfant comme Francis, ...), des essais et ajustements permettent de trouver les masses de chaque personnage.

Une certaine hétérogénéité des procédures apparaît dans cette classe, avec une majorité du type PVm.

Le groupe 2 utilise une procédure de type PMv, ces élèves n'ont pas de difficultés en mathématiques, ils justifient la différence de cinq kilogrammes entre le chien et l'enfant mais ensuite, pour expliquer que Francis est le plus lourd, ils font appel à leurs connaissances de la vie courante, ils font des hypothèses hors du champ des mathématiques. Ils trouvent la masse des trois personnages.

Le groupe 5 mobilise aussi une procédure du type PMv, différente cependant de la précédente. Les élèves ne voient pas la différence de cinq kilogrammes mais décomposent 35 en plusieurs sommes de deux entiers et vérifient la cohérence des résultats avec les autres masses indiquées sur les balances. Avec quelques essais et ajustements, ils trouvent la masse des trois personnages.

Le groupe 3 utilise une procédure du type PVm. Même si les élèves voient la différence de cinq kilogrammes, ils ne parviennent pas à l'expliquer clairement et font des suppositions issues de la vie courante (« *une personne comme Dédé doit peser dans les 100 kilogrammes* »), qui dirigent alors leurs essais et ajustements. Ils trouvent la masse des trois personnages.

Les groupes 1 et 4 utilisent une procédure P_{Vm}, sans remarquer la différence de cinq kilogrammes entre le chien et l'enfant. Les élèves font des essais avec plusieurs masses pour le chien, l'enfant et Dédé qu'ils ajustent puis vérifient en tenant compte des autres masses indiquées sur les balances. Le groupe 1 trouve la masse des trois personnages mais le groupe 4, n'allant pas au bout de toutes les vérifications nécessaires, fait une erreur de calcul et ne trouve pas les bons résultats.

4 Quelle mise en commun est-elle possible ?

Avec les participants, nous avons évoqué plusieurs façons d'organiser la mise en commun des résultats, avant de regarder ce que propose l'enseignant dans sa classe.

De notre étude, nous retirons deux résultats : les marges de manœuvre pour organiser une mise en commun ne sont pas très importantes et, une mise en commun ne semble pertinente que si l'enseignant a une idée des savoirs en jeu et une bonne représentation, avant celle-ci, des procédures utilisées par les élèves. Nous considérons que les marges de manœuvre ne sont pas très vastes dans le sens où un temps doit forcément être consacré à la prise de connaissance de toutes les procédures des élèves, de tous leurs résultats avant de se consacrer à une réelle réflexion sur les travaux de chacun.

Les échanges entre les participants ont permis d'envisager plusieurs façons de gérer la mise en commun des résultats :

Chaque groupe passe exposer son affiche et le résultat est discuté par la classe et l'enseignant (Pr1).

Les affiches sont regroupées par l'enseignant, par procédures identiques, un groupe seulement présente alors les résultats. Cette façon de faire permet de montrer les travaux de tous, en gagnant un peu de temps sur la présentation vu que tous les groupes ne viennent pas au tableau (Pr2).

Les résultats qui semblent faux à l'enseignant, sont présentés en premier par les élèves puis viennent ensuite les résultats corrects sur lesquels l'enseignant peut choisir de passer moins de temps (Pr3).

Cette liste ne se veut pas exhaustive mais permet de montrer qu'en fait la question se pose plus en terme d'objectifs que l'enseignant vise pour cette mise en commun qu'en terme de simple présentation aux autres élèves de différentes procédures et de résultats. Les participants sont d'accord sur le fait que la mise en commun des résultats est importante pour les élèves cependant les modalités de présentations (Pr1, Pr2 et Pr3) ont été un sujet de discussion afin de répondre aux questions suivantes : comment faire pour que les élèves s'interrogent sur les procédures de leurs voisins ? Et est-ce utile pour eux de s'approprier les procédures des autres élèves ?

Lors de la présentation Pr1, un temps important est consacré au « passage » de tous les groupes au tableau. C'est l'attitude de l'enseignant qui va faire que les élèves vont décider de valider ou pas telle ou telle procédure. S'il ferme trop les questions, la mise en commun se résumera à une présentation des résultats et à une correction habituelle en terme de c'est bon ou c'est faux.

La présentation Pr2 en regroupant les procédures identiques permet de gagner du temps. Cependant là encore, c'est le questionnement de l'enseignant qui permettra de transformer cette présentation en réelle discussion entre les élèves : pourquoi ces affiches semblent-elles identiques à l'enseignant, en quoi les autres sont-elles différentes ? Les élèves sont alors amenés à distinguer les différents raisonnements et à mieux les comprendre, à y relever éventuellement des erreurs. Si ce questionnement n'a pas lieu, car l'idée était seulement de faire une mise en commun plus rapide, là encore, cette mise en commun est une correction bien orchestrée par l'enseignant, avec même visuellement au tableau, d'un côté les affiches qui sont incomplètes et d'un autre, les affiches qui donnent un résultat correct.

Des enseignants après un travail de recherche dans leur classe, proposent de discuter d'abord à propos de procédures incorrectes ou incomplètes pour passer ensuite à des procédures qui fonctionnent, c'est la présentation Pr3. Le questionnement permet aux élèves de réfléchir aux erreurs commises, aux éléments qui ont manqués pour conclure. Cependant, nous avons observé dans plusieurs classes que les élèves

s'habituent vite à cette façon de faire et les commentaires des participants l'ont confirmé. Quand un tel enseignant demande à un groupe de passer en premier, toute la classe en déduit tout de suite que la procédure est incorrecte, même avant de prendre connaissance du travail du groupe, l'attention des élèves et la réflexion sur les erreurs commises ne sont plus aussi satisfaisantes et même si l'enseignant questionne la classe, seulement les élèves ayant réalisé l'affiche essaient de comprendre pourquoi ils n'ont pas correctement abouti.

Finalement, même si les réflexions précédentes apportent quelques réponses, il a été noté dans l'atelier qu'aucune présentation n'est complètement satisfaisante et que la question de la dévolution aux élèves de cette mise en commun reste un sujet d'étude.

5 Et pour la formation ?

5.1 Concernant l'analyse des productions des élèves

L'analyse des productions des élèves est source d'apprentissage pour des professeurs des écoles en formation initiale et/ou continue. Les éléments détaillés dans le paragraphe 3 sont à reconstruire avec eux. Cependant afin d'être pertinente en formation, cette analyse doit être guidée, accompagnée par le formateur. En effet, plusieurs participants ont remarqué dans leur expérience personnelle qu'étudier les procédures des élèves revient souvent pour des enseignants en formation, à seulement se demander si elles sont correctes ou pas. Les procédures sont seulement évaluées et les enseignants ne cherchent pas forcément à approfondir la question de l'activité intellectuelle des élèves au delà de leur écart à la bonne réponse. C'est pourquoi l'ensemble des participants conclut sur un accompagnement nécessaire de cette analyse par un questionnement, concernant la diversité des procédures. A la manière de Orange (2005), nous proposons par exemple de faire repérer, par les professeurs en formation, « *l'existence ou non d'une diversité dans ce que produisent les élèves [...]* » et de leur demander en quoi ces procédures sont réellement diverses. Dans le cas où il n'y aurait pas de réelle diversité, il peut être demandé en formation, d'expliquer si c'était attendu ou pas par l'enseignant qui propose le problème ; si c'était prévisible ou pas (ce qui implique un retour sur l'intérêt de l'analyse *a priori* déjà abordé dans la partie II).

5.2 Concernant la gestion de la mise en commun

Les questions soulevées dans le paragraphe 4 et les éléments de réponses que les participants ont apportés constituent de réels sujets d'étude en formation d'enseignants. Afin de les compléter, nous avons évoqué quelques documents abordant des situations *problème ouvert*. Un document d'accompagnement² de 2005, propose l'exemple de la gestion d'une séance autour d'un *problème pour chercher* qui s'apparente au *problème ouvert*. Ce document accompagnait les instructions officielles de 2002, il peut faire l'objet d'une relecture et d'une analyse en formation continue avec des professeurs des écoles qui, comme l'enseignant qui propose la séance « les balances », le connaissent plus ou moins.

Les ouvrages Ermel (Hatier) insistent également beaucoup sur la mise en œuvre des séances et proposent aux enseignants des façons de faire très détaillées. En reprenant les éléments proposés dans ces ouvrages et que nous ne détaillerons pas ici, des réponses peuvent être apportées en formation.

Certaines épreuves de rallye mathématique (le rallye mathématique de La Sarthe³, le rallye mathématique transalpin⁴ -RMT- par exemple) sont accompagnées de propositions, à destination des enseignants, pour gérer les séances dédiées à la recherche des problèmes qu'ils proposent et qui

² MEN, Les problèmes pour chercher, 2005, disponible à l'adresse http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/92785336/0/fiche_pagelibre/&RH=1160078984984, consulté le 15 août 2011.

³ http://sarthe.cijm.org/index.php?option=com_content&task=view&id=2&Itemid=5, consulté le 15 août 2011.

⁴ <http://www.math-armt.org/index.php>, consulté le 15 août 2011.

s'apparentent également le plus souvent à des *problèmes ouverts*. Il est demandé par exemple aux élèves de chercher ensemble, de se répartir les tâches dans la classe et surtout de ne fournir qu'un seul document-réponse pour toute la classe. Cette façon de travailler ne peut-elle pas être reprise dans le cadre d'une séance autour d'un *problème ouvert*, afin de favoriser un débat entre les élèves, autour des procédures possibles sans forcément passer par la rédaction d'affiches ?

IV - ETAPE 3 : ANALYSE A POSTERIORI DE LA MISE EN COMMUN OBSERVÉE

Lors du troisième et dernier temps de travail, les participants visionnent l'extrait du vidéogramme de la séance, correspondant au temps de mise en commun des résultats dans la classe. Il s'agit de s'interroger sur ce que propose l'enseignant, sur les choix qu'il fait lors de cette mise en commun afin de penser à des alternatives possibles. Les participants réfléchissent également à l'utilité ainsi qu'à la pertinence d'un tel extrait vidéo dans une formation.

1 La mise en commun proposée par l'enseignant

Au bout d'une quarantaine de minutes après le début de la séance, l'enseignant annonce qu'il est temps de mettre en commun les résultats.

1.1 Une présentation non organisée à l'avance

Les élèves vont se succéder au tableau, installer leur affiche et commenter leurs résultats. La présentation des résultats n'est pas hiérarchisée par l'enseignant, ce sont les groupes qui au fur et à mesure se manifestent en levant la main et viennent au tableau présenter leur travail, les uns après les autres.

Cette façon de faire peut être gênante puisque, lors de la séance « les balances », la plupart des groupes qui ont un résultat correct, vont exposer avant le groupe 4 qui, lui, a fait une erreur. Il est clair que dès la première affiche, toute la classe connaît la masse des personnages, la question du bon résultat ne se pose plus. Cependant, nous le voyons lors de cette séance, ce n'est pas si simple dans l'esprit de tous les élèves et cette façon de faire n'est pas forcément négative pour cette séance-là en particulier : le groupe 4 va venir proposer un résultat différent en pensant qu'il est quand même juste, la question va alors être posée : peut-il y avoir ici deux réponses différentes possibles ? Certains élèves répondent que oui, c'est une élève qui décèle une erreur de calcul dans l'affiche du groupe 4, qui va convaincre la classe que le résultat proposé par ce groupe est faux. Le vidéogramme permet de voir ensuite que le groupe 4 a compris son erreur de calcul mais n'a pas compris comment trouver les trois masses. En effet, juste après leur exposé et jusqu'à la fin de la séance, ils se remettent en groupe et reprennent leur recherche.

Le fait de ne pas organiser la présentation n'est pas forcément gênant non plus, dans le cas du problème des balances, parce que ce qui intéresse l'enseignant, ce sont les différentes procédures employées par les élèves et non le résultat chiffré. Le bon résultat est donc donné en début de mise en commun, l'intérêt est de découvrir et de partager différentes procédures, de voir et d'apprendre que pour résoudre un tel problème, plusieurs méthodes sont envisageables et peuvent être correctes même si elles n'aboutissent pas complètement au résultat.

1.2 Un questionnement trop fermé

Cet extrait de séance montre la façon de faire de l'enseignant pour interroger les élèves, pour gérer les réactions face aux affiches et aux résultats des élèves. L'enseignant souhaite que les élèves présentent leurs résultats et les expliquent clairement à leurs camarades. Il questionne plusieurs fois dans ce sens, le groupe qui est tableau, afin d'aller plus loin que la simple lecture de l'affiche. Ce qui paraît intéressant.

Cependant, c'est ce même questionnement qui appauvrit la mise en commun. En effet, les questions ne s'adressent pas à chaque fois à la classe entière mais à des groupes d'élèves en particulier :

-lorsque le résultat présenté est correct, l'enseignant ne s'adresse qu'au groupe qui est au tableau et ne fait pas participer le reste de la classe. Il demande aux quatre élèves, par exemple, de comparer leur procédure avec celles déjà affichées, sans le demander aux autres élèves, en leur tournant presque le dos.

-lorsque le résultat semble faux, il se tourne vers la classe et demande : « *Commentaires, est-ce que c'est bon ?* ». La discussion ensuite pour savoir où se trouve l'erreur ne se fait pas avec le groupe qui expose -il est presque ignoré- mais avec le reste de la classe.

La mise en commun, d'après les réflexions des participants à l'atelier, est appauvrie puisque les élèves ne se demandent jamais si une procédure est correcte ou pas, il leur suffit de regarder à qui s'adresse l'enseignant. De plus, les élèves qui ont obtenu un résultat faux, ne sont pas assez intégrés dans la correction et, même s'ils affirment que oui, ils n'ont pas toujours été convaincus par les procédures de leurs camarades, ils n'ont pas forcément tout compris. Nous le constatons quand nous voyons dans l'extrait vidéo, le groupe 4, essayer de finir la résolution du problème, alors que la séance se termine et que toutes les procédures ont déjà été présentées.

2 Des alternatives possibles

Dans la séance « les balances », la recherche d'une solution est bien l'affaire des élèves et d'eux seuls, le processus de dévolution pendant cette première phase est réussi. Par contre, même si ces élèves écoutent leurs camarades pendant la mise en commun des résultats, il semble que les élèves ne soient pas tous investis dans la discussion concernant les différentes procédures exposées. C'est pourquoi, lors de la discussion dans l'atelier, les participants ont évoqué quelques alternatives envisageables pour organiser une séance autour d'un *problème ouvert* que nous avons complétées avec nos résultats.

Une première idée est de proposer à la classe un même type de problème mais avec des énoncés différents suivant les groupes. Il peut s'agir du problème « les balances » pour quelques groupes et du problème suivant pour les autres groupes :

La scène se passe dans un magasin qui vend des CD, des livres et des DVD. Vincent achète un CD et un livre pour 29,80 € ; Richard achète le même CD et un DVD. Il dépense 45,20 €. Michel achète le même DVD que Richard et le même livre que Vincent pour 35 €. Trouver le prix de chaque article séparément. (problème adapté du manuel de 6^{ème}, Hatier, 2005)

Les élèves du primaire ayant un rapport particulier avec les problèmes liés à des prix et à des nombres décimaux, nous pouvons penser que les représentations du problème, les procédures envisagées ne seront sans doute pas les mêmes que celles utilisées pour calculer la masse de Francis, de Dédé et celle du chien. Cet énoncé fera sans doute encore plus appel à la vie quotidienne des enfants que l'énoncé avec des balances, il est possible par exemple que des élèves aient en tête le prix approximatif d'un CD ou d'un DVD et s'en servent pour orienter leurs recherches.

Les deux énoncés étant différents, il nous semble que la mise en commun pourra gagner en intérêt pour les différents groupes et permettre également à l'enseignant de plus facilement engager une discussion concernant la comparaison des procédures.

Une deuxième idée consiste à faire écrire les élèves sur leurs procédures de recherche :

- rédiger rapidement une phrase résumant leur procédure ou leurs difficultés juste après la recherche individuelle ; le but étant de garder en mémoire ces premières idées qui souvent n'apparaissent plus toutes dans les travaux de groupes.
- rédiger une phrase ou deux à la fin de la recherche en groupe (cela revient à préciser ce qui doit être écrit sur les affiches à savoir pas seulement des résultats mais des éléments sur la ou les procédures utilisées). L'objectif est d'apprendre à rédiger une affiche pertinente pour les autres lors de la mise en commun et pas seulement une affiche pour soi.

Il est possible également de réserver du temps pour étudier individuellement chaque affiche : au fur et à mesure de leur présentation au tableau ou à la fin de la présentation de tous les résultats, l'enseignant peut demander aux élèves d'écrire une phrase à propos de l'affiche qui lui semble la plus pertinente, sur des améliorations possibles ou alors au contraire sur l'affiche qui ne permet pas de bien comprendre la procédure afin là aussi de prévoir des améliorations possibles.

L'enseignant peut décider de demander à sa classe de ne fournir qu'une seule feuille-réponse pour toute la classe afin d'obliger les élèves à discuter entre eux des différentes procédures et à se mettre d'accord pour en choisir une qui leur semble pertinente.

Ces quelques exemples ne constituent bien sûr pas une liste exhaustive des façons de faire pour conclure au mieux une séance de type *problème ouvert*. Le but est, en formation, de permettre à chaque participant à partir des exemples fournis, de réfléchir sur sa propre pratique et de partager des points précis de leur expérience (même si cette expérience est relativement pauvre en formation initiale) afin d'entrevoir des possibilités d'évolution, de changements.

V - CONCLUSION

Nous avons, dans le cadre de notre recherche, pu observer, en cycle 3, la séance intitulée « les balances », séance dédiée à l'étude d'un *problème ouvert* (Arsac & Mante, 2007). De l'analyse de cette séance, nous avons isolé des éléments qui nous permettent d'envisager la construction d'un outil de formation à destination des professeurs des écoles : il s'agit de deux extraits du vidéogramme de la séance, des transcriptions des productions finales écrites des élèves ainsi que d'un plan résumant les déplacements de l'enseignant pendant la recherche.

Nous avons explicité tout au long de l'atelier et de ce texte, les étapes qui nous semblent importantes à développer dans le cadre d'une formation initiale et/ou continue, à partir des différents éléments fournis : un travail sur l'analyse *a priori*, une analyse de la diversité des procédures des élèves, une réflexion sur les mises en commun envisageables à partir des résultats d'élèves et une analyse *a posteriori* de la mise en commun observée dans la classe.

Nous pensons que ces différentes étapes de travail, lors d'une formation, peuvent également s'organiser autour de l'analyse d'une autre séance.

Il doit être précisé aux enseignants en formation qu'il ne s'agit pas de montrer et d'étudier des séances qui deviendraient pour eux des modèles. Ce point a été évoqué dans l'atelier. Le plus important est, d'après les participants, de montrer qu'en formation initiale et/ou continue, une discussion doit, à partir de ces quelques propositions, s'engager entre les enseignants et le formateur (mais aussi entre les enseignants sans le formateur) afin de faire le point sur leurs propres pratiques et sur des pratiques possibles. Tout cela afin de permettre à chaque enseignant, après avoir identifier individuellement sa propre manière de faire, d'envisager des changements et d'accepter de faire évoluer sa pratique. Nous avons conscience que cette dernière étape qui concerne une remise en question et un changement éventuel, est difficile pour des enseignants et c'est pourquoi nous poursuivons notre étude afin de répondre au mieux aux besoins en formation initiale et/ou continue.

VI - BIBLIOGRAPHIE

ARSAC G. & MANTE M. (2007) *Les pratiques du problème ouvert*. Scéren.

BROUSSEAU G. (1998) *Théorie des situations didactiques*, La pensée sauvage, Grenoble.

CHOQUET C. (2010) « Problèmes ouverts » au cycle 3 : quelques résultats sur les choix de professeurs des écoles, in *Actes du XXXVII^e colloque COPIRELEM*, Arpeme.

DOUAIRE J., HUBERT C. (1999) *Vrai ? Faux ? ... On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3*, Ermel, INRP.

HERSANT M. & THOMAS Y. (2008) Quels savoirs dans les problèmes pour chercher à l'école élémentaire ? Le cas des problèmes d'optimisation au cycle 3, in *Actes du XXXV^e colloque COPIRELEM*, Arpeme.

HERSANT M. (2010) *Empirisme et rationalité au cycle 3, vers la preuve en mathématiques*, mémoire complémentaire pour l'Habilitation à diriger des recherches, <https://sites.google.com/site/magalihersant/publications/habilitation-a-diriger-des-recherches>, consulté le 11 novembre 2011.

HOUEMENT C. (2009) Une place pour les problèmes pour chercher, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, vol.14, p.31-59, IREM de Strasbourg.

ORANGE C. (2005) Une forme d'analyse des pratiques didactiques : l'analyse centrée sur les productions des élèves dans leur diversité, in *L'analyse de pratiques en questions*, Collection ressources, n°8, p.43-49, IUFM des Pays de la Loire.

ROBERT A. & ROGALSKY J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, in *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, vol 2, n°4, p.505-528.

ROBERT A. (2003) Analyses de vidéo de séances de classe : des tâches prescrites aux activités des élèves, en passant par des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré), IREM de Paris 7.

ROBERT A. & al. (2003) Scénarios de formation des enseignants de mathématiques de second degré, un zoom sur l'utilisation de vidéo en formation ; un exemple de formation, IREM de Paris 7.

ROBERT A. (2004) Des analyses d'une séance en classe (à partir d'une vidéo) aux analyses des pratiques des enseignants de mathématiques : perspectives en formation d'enseignants, IREM Paris 7.

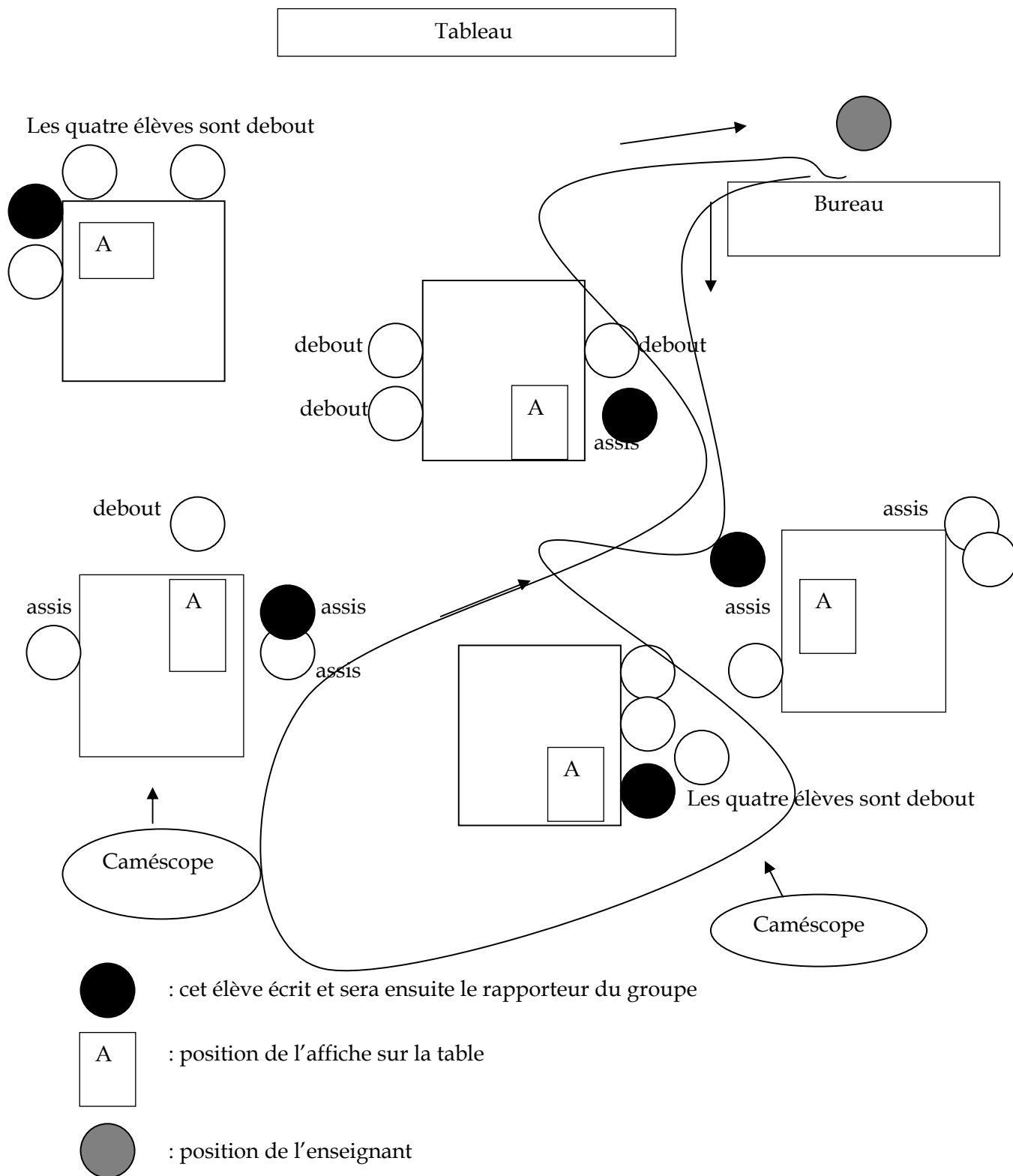
ROBERT A. (2008), Le cadre général de nos recherches en didactiques des mathématiques, in *La classe de mathématiques : activité des élèves et pratiques des enseignants*, Octares éditions, p.11-22.

ROGALSKY J. (2008), Le cadre général de la théorie de l'activité : une perspective de psychologie ergonomique, in *La classe de mathématiques : activité des élèves et pratiques des enseignants*, Octares éditions, p.23-30.

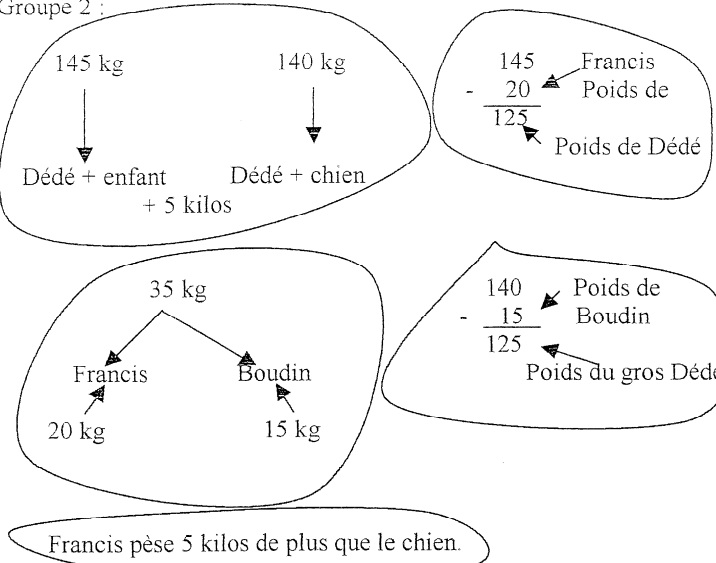
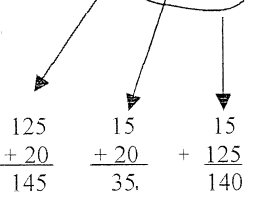
VII - ANNEXE

1 Le plan de la classe

Le plan de la classe est reproduit. La position de chaque élève pendant la phase de recherche est reportée ainsi que le déplacement de l'enseignant (symbolisé par la courbe) :



2 Les affiches de chaque groupe

Groupe 1 : On a imaginées que Gros Dédé pesait 125 kg. De 125 kg à 145 kg il y a 20 kg, donc on a mis 20 kg au petit Francis. De 125 kg à 140 kg il y a 15 kg, donc on a mis 15 kg au chien Boudin. Conclusion : - le gros Dédé pèse : 125 kg - le petit Francis pèse : 20 kg - le chien Boudin pèse : 15 kg Les calculs : $\begin{array}{r} 145 \\ - 125 \\ \hline 020 \end{array} \quad \begin{array}{r} 140 \\ - 125 \\ \hline 015 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20 \\ + 15 \\ \hline 35 \end{array}$ 35 kg = le poids du petit Francis et de Boudin.	Groupe 2 :  Francis pèse 5 kilos de plus que le chien. Poids du gros Dédé : 125 kg Poids de Boudin : 15 kg Poids de Francis : 20 kg	
Groupe 3 : Gros dédé = 125 Francis = 20 Boudin = 15 Nous savons que Francis pesait 5 kg de plus que Boudin. Et que gros dédé pèserait dans les 100 kg. Nous avons essayer 130 + 15 = 145 Après on a refais la même opération mais nous avons trouver que sa faisait 145 au lieu de 140, donc nous avons essayer 125 pour dédé 20 pour Francis et 15 pour Boudin Et c'était bon. $\begin{array}{r} 125 / \text{déde} \\ + 20 / \text{Francis} \\ \hline 145 \text{ kg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 125 / \text{déde} \\ + 15 / \text{Boudin} \\ \hline 140 \text{ kg} \end{array}$ $\begin{array}{r} 20 / \text{Francis} \\ + 15 / \text{Boudin} \\ \hline 35 \text{ kg} \end{array}$	Groupe 4 : On a fait plusieurs essais. Sur la première balance de Francis et Boudin nous avons trouvé que Boudin pesait 10 kg et donc le reste c'est le poids de Francis, c'est à dire 25 kg. La 2^{ème} balance de Francis et Boudin Dédé était 25 kg pour Francis comme la première, et donc le reste est le poids de Dédé qui est 130 kg. Ensuite on a vérifié que les 2 poids étaient possibles pour la 3^{ème} balance et ils étaient possibles. Francis : pèse 25 kg Boudin : pèse 10 kg Dédé : pèse 130 kg	Groupe 5 : Dédé pèse : 125 kg Francis pèse : 20 kg Boudin pèse : 15 kg  $\begin{array}{r} 125 \\ + 20 \\ \hline 145 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 \\ + 20 \\ \hline 35 \end{array} \quad \begin{array}{r} 125 \\ + 15 \\ \hline 140 \end{array}$