HAL
open science

Construction du concept de volume en CM1 - CM2 lors d'une séquence, incluant une situation adidactique, construite et analysée dans le cadre de la problématisation

Aurore Hardouin

To cite this version:

Aurore Hardouin. Construction du concept de volume en CM1 - CM2 lors d'une séquence, incluant une situation adidactique, construite et analysée dans le cadre de la problématisation. Education. 2020. dumas-03175020

HAL Id: dumas-03175020

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03175020v1

Submitted on 19 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Master MEEF

« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »

Mention premier degré

Mémoire

Parcours : EPD

Construction du concept de volume en CM1 - CM2 lors d'une séquence, incluant une situation adidactique, construite et analysée dans le cadre de la problématisation.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master

soutenu par

Aurore Hardouin

le 04 mai 2020

en présence de la commission de soutenance composée de :

Catherine Dessoulles, directrice de mémoire

Nadia Zébiche, membre de la commission

Remerciements

La réalisation de ce mémoire n'aurait été possible sans l'aide de plusieurs personnes que je tiens à remercier.

Pour commencer, je remercie ma directrice de mémoire, Catherine Dessoulles, qui a été présente pendant cette année remplie de premières fois. En plus d'apporter ses conseils pour la rédaction du mémoire, elle a su me soutenir et m'écouter tout au long de cette année universitaire mais aussi professionnelle.

Ensuite, je tiens à remercier ma tutrice PEMF, Nathalie Quillet, ainsi que ma tutrice de l'INSPE, Christelle Mallet, qui m'ont permis de progresser en tant que professeure des écoles. Elles ont également assisté à une séance, menée dans le cadre de ce mémoire, chacune, ce qui a permis une discussion instantanée.

Puis, je souhaite remercier la directrice du site Le Mans de l'INSPE de Nantes, Véronique Trassart, pour ces deux années riches en apprentissages et en partages, sa disponibilité, ses relectures du mémoire ainsi que pour tous les bons conseils qu'elle a pu me donner.

Pour finir, merci à mon collègue Mathieu Rottier et mes amies Célia Charfadi, Tiphanie Chevallier et Cyrielle Legeai pour leur relecture.

Sommaire

Introduction 6

I – Présentation des cadres théoriques et du concept étudié 8

I1) La problématisation et la conceptualisation en sciences, selon Christian Orange 8

a) La définition 8

b) Le processus 9

b1) La question déclenchante 10

b2) Les conceptions initiales 11

b3) Le débat scientifique 12

c) La problématisation en mathématiques 13

I2) La Théorie des Situations Didactiques, selon Guy Brousseau 15

a) Les fondements 15

b) Les situations adidactiques 16

b1) La définition 16

b2) La motivation 17

b3) L'effet Topaze 18

b4) La prise en compte du rythme des élèves 19

I3) Le concept de volume 20

a) La définition 20

b) Dans les programmes scolaires 20

c) La nécessité de construire le concept avant la mesure 21

II - Problématique et hypothèses de recherche **22**

II1) La problématique de recherche **22**

II2) Les hypothèses de recherche **22**

III – Méthodologie de recueil de données et d'analyse de données **23**

III1) Méthodologie de recueil de données **23**

III2) Méthodologie d'analyse de données **27**

IV – Analyse des données **29**

IV1) La situation adidactique **29**

a) Les thèses émises **30**

b) Les contraintes empiriques implicites mobilisées **31**

c) La situation adidactique : un enrichissement du registre empirique de manière implicite **32**

IV2) Les interactions langagières **33**

a) L'espace de contraintes des deuxième et troisième séances **33**

b) Les contraintes empiriques émises lors des deuxième et troisième séances **33**

c) L'espace de contraintes des quatrième et cinquième séances **36**

d) Les contraintes empiriques émises lors des quatrième et cinquième séances **36**

e) La problématisation et ses interactions langagières : une explicitation du registre empirique **38**

IV3) L'évolution des conceptions **39**

a) L'évolution des conceptions de la classe **39**

a1) Les conceptions de la classe concernant le volume d'objets creux **39**

a2) Les conceptions de la classe concernant le volume d'objets pleins **43**

b) L'évolution des conceptions de M.D. et C.H. **46**

b1) Les interventions **46**

b2) La conception initiale **46**

b3) L'impression d'une évolution de conception initiale pour C.H. **46**

b4) Le retour de la conception initiale **47**

b5) Les explications possibles quant à la permanence de la conception initiale **48**

b6) Les conceptions de C.H. et de M.D. à la fin de la séquence **49**

Conclusion **50**

Bibliographie et sitographie **51**

Annexes **A**

Annexe 1 : La solution du problème des boîtes **A**

Annexe 2 : Les photos des travaux réalisés par les élèves **B**

Annexes 3 : Les transcriptions des discussions et débats entre élèves **D**

Séance 1 **D**

Séance 2 **H**

Séance 3 **O**

Séance 4 **U**

Séance 5 **DD**

Résumé **4ème de couverture**

Introduction

En 2015, la France a participé à une étude internationale, TIMSS[1], mesurant la performance des élèves en CM1 dans deux disciplines : les mathématiques et les sciences. Cette étude a révélé que, malgré un nombre d'heures consacré aux mathématiques plus important que dans les autres pays (193 heures annuelles contre 158 en Europe et 157 à l'international), la France a un score moyen global plus faible que la moyenne des membres de l'Union européenne ainsi que des membres de l'OCDE (488 contre 527 et 528). La France occupe la dernière place au classement. Plusieurs autres enquêtes vont dans ce sens, c'est pourquoi Villani[2] et Torossian[3] se sont intéressés à des mesures pour que les élèves français progressent en mathématiques. L'une de ces mesures concerne les étapes d'apprentissage. Il serait nécessaire d'enseigner les mathématiques à l'aide de la manipulation, la verbalisation et l'abstraction.

Le cadre de la problématisation, explicité par Christian Orange[4], permet d'enseigner les sciences autrement que l'enseignement traditionnel, en s'appuyant sur les représentations initiales des élèves et sur la construction du problème par ces derniers, grâce à la verbalisation. La Théorie des Situations Didactiques de Brousseau[5] montre, quant à elle, que les situations adidactiques permettent à l'élève d'agir lui-même sur le milieu (qui agit également sur l'élève), en fonction de ses connaissances. Le but, pour l'élève, est d'obtenir le résultat souhaité en étant acteur de son apprentissage, ce qui a le pouvoir de le motiver. Nous pouvons donc penser que ces cadres théoriques peuvent être utilisés en mathématiques pour répondre aux recommandations de Villani et Torossian et amener les élèves français à devenir de plus en plus performants en mathématiques. En effet, un enseignement basé sur ces deux cadres théoriques permettrait aux élèves de manipuler et d'expérimenter à l'aide des situations adidactiques, c'est-à-dire des situations qui ne leur paraissent pas être des situations d'apprentissage, et de verbaliser leurs représentations grâce à la problématisation. Ensuite, après avoir compris le fonctionnement des mathématiques concernant une notion, pourrait avoir lieu l'abstraction.

---

[1] Trends in International Mathematics and Science Study.
[2] Villani est un mathématicien et homme politique français.
[3] Torossian est un mathématicien et haut-fonctionnaire français.
[4] Orange est un professeur émérite en didactique des sciences.
[5] Brousseau est un didacticien des mathématiques.

En partant de cette idée, ce mémoire reposera sur la construction du concept de volume en cycle 3. Plus précisément, il s'agira de savoir comment construire et analyser, dans le double cadre de la problématisation et de la Théorie des Situations Didactiques, une séquence permettant à des élèves de CM1 - CM2 de construire le concept de volume.

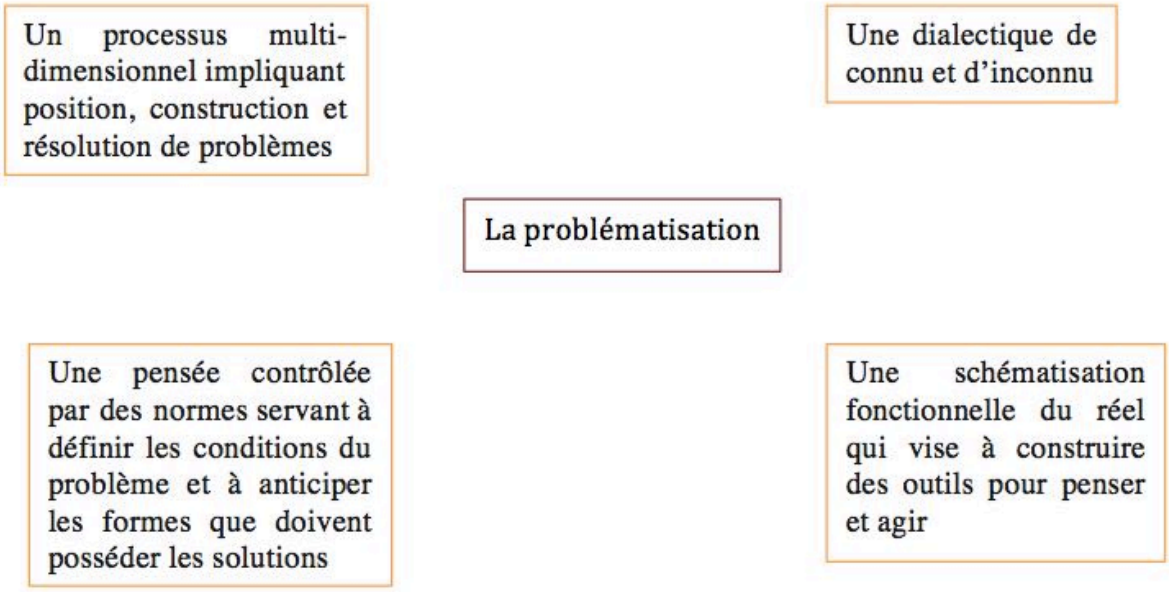
Pour tenter de répondre à cette problématique, je définirai les deux cadres théoriques que j'utiliserai dans ma séquence : la problématisation et la Théorie des Situations Didactiques. Ensuite, je détaillerai la méthodologie de recueil et d'analyse des données en vous montrant la séquence qui sera proposée aux élèves d'une classe de CM1 - CM2. Puis, j'analyserai les débats organisés dans cette classe afin de faire le lien entre le cadre théorique et les résultats observés.

I – Présentation des cadres théoriques

I1) La problématisation et la conceptualisation en sciences, selon Christian Orange

La démarche scientifique a évolué : elle est passée d'observations à des problèmes à construire et élucider. Effectivement, les chercheurs se sont aperçus qu'il était nécessaire de douter et de problématiser pour s'adapter au monde qui nous entoure car celui-ci change perpétuellement. Il faut donc que les élèves apprennent à problématiser à l'école afin qu'ils soient en mesure de le faire seuls, plus tard. De plus, cela permet aux élèves de créer du sens dans les différents apprentissages car la problématisation amène les élèves à comprendre pourquoi les notions sont créées et à quels problèmes les différentes notions répondent (Fabre[6], 2015).

a) La définition



(d'après Fabre, 2015).

Les problèmes scientifiques sont souvent explicatifs : ils visent à expliquer des faits en articulant le registre empirique (un phénomène) et le registre des modèles (un modèle explicatif). « On peut, à des fins didactiques, définir les modèles explicatifs comme des constructions qui

[6] Fabre est un professeur de sciences de l'éducation et de philosophie.

articulent un domaine empirique (registre empirique) et un domaine où s'élabore le modèle (registre des modèles) » (Orange, 2003).

Plus précisément, le registre empirique correspond aux faits observés et aux expériences vécues par les élèves. Le registre des modèles, quant à lui, est lié à une organisation ou à un fonctionnement, déduit du registre empirique. Il s'agit d'explications possibles en rapport avec les observations et/ou expérimentations. Ces deux registres permettent de créer un modèle explicatif, c'est-à-dire d'expliquer un concept et son fonctionnement.

Afin d'expliquer un modèle, autrement dit un système représentant une réalité et son fonctionnement, les élèves ont donc recours à un cadre qui leur permet de le comprendre et de le manipuler. Ils utilisent le registre empirique et le registre des modèles afin d'expliquer des fonctionnements, bien que leurs déductions ne soient pas forcément prouvées scientifiquement. Les élèves émettent alors des nécessités, des explications proposées comme solutions au problème construit. Il s'agit d'une possibilité qui a été repérée par les élèves.

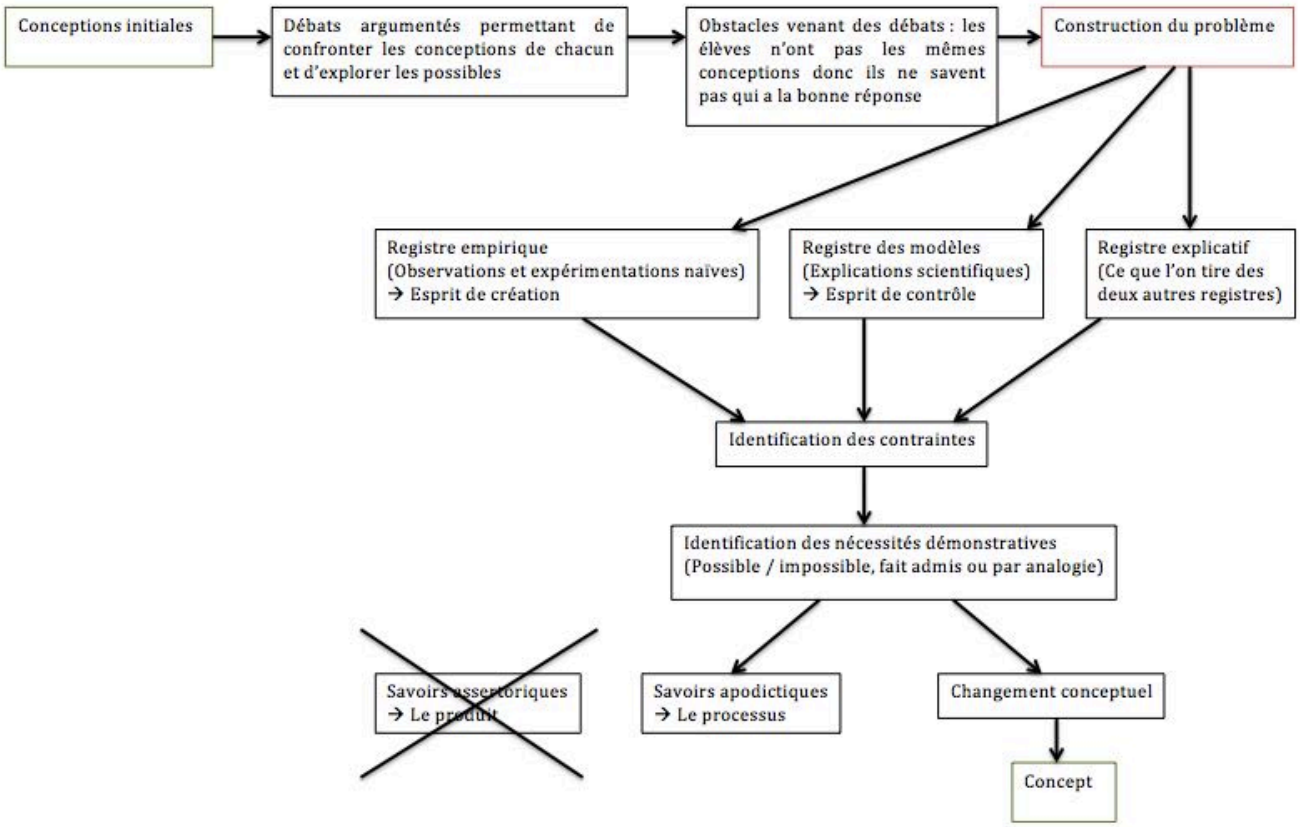
Les savoirs scientifiques ne sont pas uniquement des savoirs factuels. Il s'agit également de savoirs apodictiques. Effectivement, accéder à un savoir scientifique, c'est accéder à la nécessité des savoirs produits, c'est-à-dire aux éléments apodictiques permettant de comprendre le fonctionnement et d'être sûr que cela ne puisse pas être autrement. C'est pourquoi il est nécessaire de construire des problèmes.

b) Le processus

Le processus de problématisation permet d'amener les élèves à construire le problème, et non seulement à le résoudre. Pour cela, ils doivent s'engager dans le problème, grâce à une question posée par le professeur. Ensuite, ils doivent débattre avec leurs camarades en développant des arguments et proposant des solutions à partir de leurs conceptions initiales.

De manière plus détaillée, les élèves débattent en confrontant leurs conceptions, ce qui les amène à comprendre qu'ils n'ont pas les mêmes conceptions et qu'ils ne savent pas qui a la

bonne réponse. Ils construisent alors un problème et réfléchissent à la manière dont ils peuvent procéder pour accéder à la réponse. Ils manipulent, expérimentent, trouvent des exemples de la vie quotidienne et s'appuient sur des explications scientifiques. Cela leur permet d'explorer les possibles mais aussi d'identifier les contraintes, au sens des faits qui ne peuvent pas être modifiés, et les nécessités, autrement dit les explications relevant du processus. Ainsi, ils éliminent des réponses qui étaient jusqu'à présent imaginables. Ce processus leur permet d'accéder à un savoir apodictique, c'est à dire qu'ils savent pourquoi c'est comme ça et pas autrement. Le changement conceptuel est alors possible pour les élèves car ils sont persuadés que la réponse trouvée est la bonne, il ne peut en être autrement.



(d'après Rouquet[7], 2018).

[7] Rouquet est un professeur agrégé en Sciences de la Vie et de la Terre.

b1) La question déclenchante

Comme nous l'avons vu, les problèmes scientifiques sont souvent explicatifs. Une question pouvant déclencher une problématisation ne peut donc être autre qu'une question entrainant une explication de la part des élèves. Il ne s'agit pas de leur demander de donner un savoir mais d'expliquer comment avoir accès à celui-ci. Les élèves doivent donc s'interroger sur le fonctionnement d'une notion, l'explication d'une procédure.

L'enseignant devra alors choisir une situation mettant en exergue des obstacles et entrainant une question sur la démarche à suivre afin de dépasser les obstacles. Les élèves devront construire le problème, dire en quoi ils ont un problème, puis tenter de le résoudre en débattant entre eux, grâce à leurs conceptions initiales. Leurs idées pourront ensuite être testées à l'aide de manipulation et d'expérimentation.

b2) Les conceptions initiales

Les conceptions initiales sont des modèles explicatifs organisés et logiques, permettant d'expliquer le monde qui nous entoure, mais parfois erronés.

Chaque enfant construit sa conception du monde en fonction de ses expériences personnelles, de son vécu. Ainsi, tout le monde a des conceptions initiales, dès le plus jeune âge, contrairement à ce que pensait John Locke[8].

L'objectif de l'école étant de permettre à l'élève d'accéder à des concepts scientifiques, le rôle de l'éducateur est de le libérer de ses croyances pour repenser le monde, comme l'explique Houdé[9] dans son ouvrage en 2018. Pour cela, l'élève doit être confronté à un conflit cognitif, intra-individuel, ainsi qu'à un conflit socio-cognitif, interindividuel. Plus précisément, les représentations initiales de l'élève doivent être confrontées à la réalité et aux représentations de ses pairs afin de permettre un nouvel apprentissage s'appuyant sur une réorganisation des savoirs

[8] Locke est un philosophe.
[9] Houdé est un psychologue.

et sur une intégration de nouveaux éléments apportés par la situation. Effectivement, apprendre, c'est être déséquilibré par un obstacle, s'interroger et le dépasser en remettant en cause ses conceptions afin de les reconstruire.

S'appuyer sur les conceptions initiales des élèves en les recueillant est donc un outil de diagnostic pour l'enseignant mais si seul celui-ci a accès aux conceptions des élèves, le conflit socio-cognitif n'a pas lieu. C'est pourquoi le débat scientifique a tout son intérêt dès le début d'une séquence.

b3) Le débat scientifique

Jean Château[10], en 1978, avait déjà compris que l'intelligence permettait de contourner la sensibilité et les apparences grâce à la discussion argumentée afin de rechercher un savoir stable et objectif, à distinguer de la croyance, variable et subjective (Houdé, 2018).

La problématisation scientifique va dans ce sens car elle permet la construction, grâce à un travail langagier, d'un espace de contraintes et de nécessités. A partir d'éléments empiriques, de constats, les élèves établissent des contraintes puis des nécessités, ce qui organise les solutions possibles du problème. Cela est possible grâce à la mise en tension du registre des modèles et du registre empirique, fonctionnant en même temps, dépendamment l'un de l'autre.

La problématisation scientifique est donc une condition d'accès à de véritables savoirs scientifiques. Grâce au débat argumenté, les élèves explorent les solutions possibles au problème explicatif. Pour cela, ils déterminent des contraintes, des nécessités et des conditions, c'est-à-dire des modalités à mettre en place.

Ce débat est rendu possible par le proposant, celui qui propose une thèse, une solution au problème, par l'opposant, celui qui s'oppose à la thèse, et par le tiers, celui qui récapitule ce qui a été dit. Ce dernier rôle est souvent entretenu par le professeur car il est plus complexe de synthétiser tout ce qui a été dit que de proposer des thèses et de s'opposer à d'autres thèses.

[10] Château est un psychologue.

Malgré cela, tous les rôles sont importants pour que le débat soit efficace, d'où la prise en charge par l'enseignant.

Cette approche permet de construire des problèmes scientifiques en mettant en tension les constats et les explications possibles. Les élèves s'appuient sur leurs conceptions initiales et les observations qu'ils peuvent faire pour émettre des contraintes sur un sujet et, à la suite, élaborer des nécessités. En définitive, les élèves interagissent afin de trouver les possibles et impossibles. Grâce à cela, ils construisent les savoirs : ils ont connaissance des savoirs factuels mais savent également comment ils ont trouvé ces savoirs, pourquoi ça ne peut pas être autrement.

c) La problématisation en mathématiques

L'enseignement des mathématiques se fait à l'aide de problèmes mais qu'en est-il de la problématisation ?

Dans le bulletin officiel du 26 avril 2018, portant sur « la résolution de problèmes à l'école élémentaire », le ministre de l'Education Nationale met en exergue que la résolution de problème est « le vecteur principal d'acquisition des connaissances et des compétences visées ». Cependant, par le terme « problème », il n'entend pas les problèmes se limitant à « trouver la bonne opération ». Il s'agit ici de véritables problèmes pour lesquels les élèves ne trouvent pas aussitôt la réponse. Par ailleurs, Jean-Michel Blanquer indique que « l'enseignement de la résolution de problèmes peut s'appuyer sur des temps d'échanges collectifs, permettant d'émettre des hypothèses, d'élaborer collectivement des stratégies, de confronter des idées et d'en débattre, de proposer des méthodes de résolution ou encore de soumettre à la classe des problèmes créés par les élèves eux-mêmes » (Ministre de l'Education Nationale, 2018). Ainsi, il paraît tout à fait pertinent d'utiliser la problématisation en mathématiques. Celle-ci permettra en effet aux élèves d'échanger, de confronter leurs conceptions et de débattre afin de construire le problème et de commencer à le résoudre en proposant des procédures de résolution.

Néanmoins, tous les types de problèmes ne permettent pas la mise en place de la problématisation en mathématiques. Effectivement, les problèmes ouverts sont des problèmes

visant le réinvestissement et l'application des connaissances afin de développer chez les élèves le goût de la recherche et les capacités à chercher. De même, les tâches complexes, bien qu'intéressantes pour motiver les élèves grâce à ses situations concrètes de la vie réelle, impliquent de remobiliser des savoirs et compétences acquis (Choquet[11]). Ainsi, il n'est pas possible d'utiliser ces types de problèmes dans le cadre de la problématisation car les élèves sont déjà censés connaître la méthode leur permettant de résoudre le problème, il n'y a pas de construction du problème possible par les élèves.

En revanche, les situations problèmes visent des apprentissages nouveaux, les connaissances des élèves étant insuffisantes pour résoudre immédiatement et complètement ces situations. Les élèves doivent trouver la méthode la plus adaptée pour résoudre ce type de problèmes. L'objectif d'un tel problème est la remise en question des connaissances acquises précédemment (Choquet). Ce genre de problèmes est donc parfaitement adapté à la problématisation car il permet d'engager le débat : une fois la situation réalisée et l'échec constaté par les élèves, un débat peut être mis en place pour que les élèves s'interrogent sur les obstacles et une procédure plus efficace à mettre en place pour les franchir. Les élèves se demandent alors pourquoi ce qu'ils ont fait n'a pas fonctionné et pourquoi un aspect ne peut pas être autrement. Ils établissent ainsi des contraintes et font émerger des nécessités et des impossibilités, ce qui leur permettra de déconstruire leurs conceptions initiales et d'accéder au concept scientifique en jeu dans la situation problème choisie par l'enseignant.

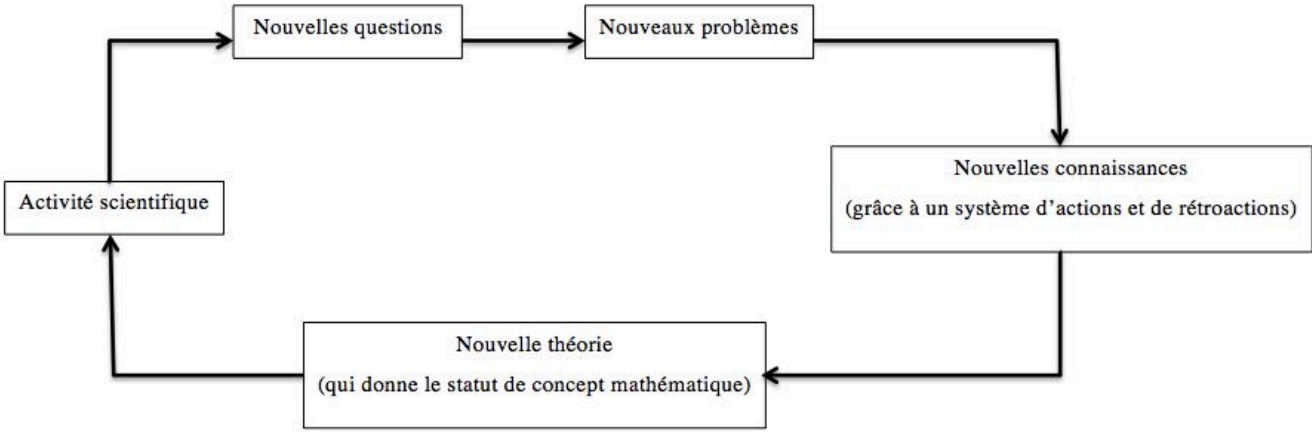
Afin de choisir une situation problème dans laquelle l'élève est acteur et seul responsable du résultat, l'étude d'un autre cadre théorique est pertinente : il s'agit de la Théorie des Situations Didactiques de Guy Brousseau.

[11] Choquet est une professeure de la didactique des mathématiques.

I2) La Théorie des Situations Didactiques, selon Guy Brousseau

a) Les fondements

Contrairement à la présentation classique des mathématiques que l'on appelle la présentation axiomatique et qui vise à transmettre un maximum de savoirs en un minimum de temps, il s'agit ici d'aborder les mathématiques comme le font les mathématiciens afin de comprendre le fonctionnement de cette science. L'idée est donc d'amener les élèves à se poser des questions puis à y répondre grâce aux mathématiques au lieu de seulement appliquer des définitions dans des exercices.



(d'après Brousseau, 1986).

Cette pensée rejoint le cadre théorique précédent car les élèves ne répondent pas seulement à un problème mais le construisent eux-mêmes en construisant des modèles, en échangeant avec les autres et en prouvant. Dans ce cas, le savoir est donc une « association entre bonnes questions et bonnes réponses » (Brousseau, 1986). Il s'agit d'un apprentissage naturel, d'un savoir maïeutique, au sens socratique, car l'élève produit lui-même son savoir à partir de ses propres expériences et de ses interactions avec son milieu. Socrate[12] affirmait effectivement que chacun avait en lui les savoirs sans en avoir conscience. L'élève est donc réellement acteur, ce qui entretient sa motivation.

[12] Socrate est un philosophe.

Toujours dans le but de motiver l'élève, le professeur ne doit pas communiquer une connaissance mais la dévolution du bon problème, dans le sens où « la dévolution est l'acte par lequel l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité d'une situation d'apprentissage (adidactique) ou d'un problème et accepte lui même les conséquences de ce transfert » (Brousseau, 1986).

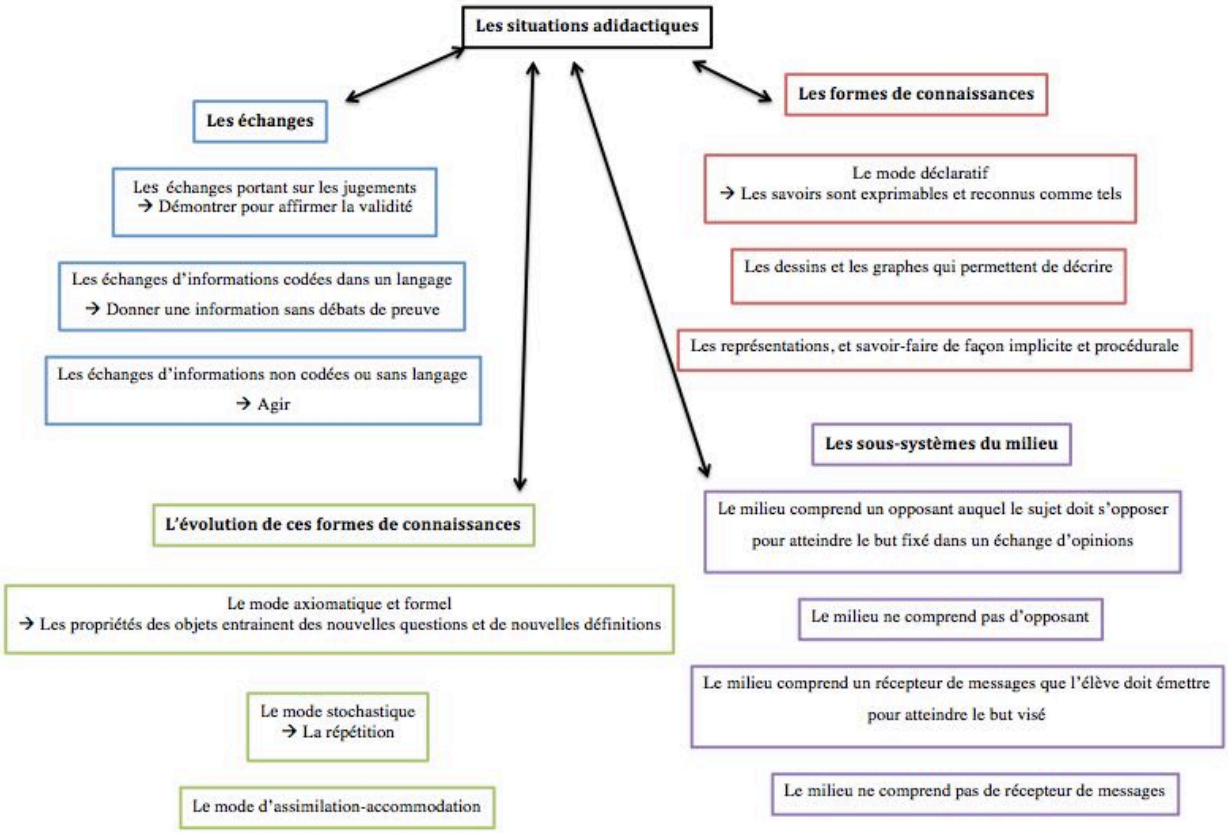
Si la dévolution s'opère alors l'élève entre dans la situation proposée et donc dans l'apprentissage : le problème universel devient celui de l'élève donc ce dernier accepte la responsabilité de chercher à résoudre des problèmes dont il ignore la réponse et comprend qu'il peut reproduire ses actions dans des circonstances variées. Il s'agit ici d'une dévolution portant sur les situations et non sur les objets d'enseignement. L'élève s'accommode selon les exigences du milieu, par nécessité, et non selon les exigences du professeur, par devoir.

b) Les situations adidactiques

b1) La définition

Afin de créer cette dévolution, l'enseignant peut proposer aux élèves des situations adidactiques, c'est à dire des situations qui ne paraissent pas être des situations d'apprentissage, mais ayant tout de même des fins didactiques donc des objectifs d'apprentissage. Les situations adidactiques peuvent être de deux formes : des situations de la vie quotidienne, telles que l'apprentissage du vélo ou le fait de marcher, et des jeux, qu'il s'agisse de jeux symboliques, des jeux de société, de construction... En bref, il s'agit de situations, appelant de nouveaux savoirs et savoirs faire, où l'enfant interagit avec le milieu pour obtenir un résultat, une connaissance, sans l'intervention d'un enseignant cherchant à lui apprendre quelque chose..

Le schéma suivant nous montre que de nombreuses variables existent en ce qui concerne les situations adidactiques. Les échanges, formes de connaissances et échanges avec le milieu peuvent varier selon l'objectif d'apprentissage visé. Ainsi, une situation adidactique est adaptable.



(d'après Brousseau, 1986)

b2) La motivation

Dans le cas des situations adidactiques, la réponse de l'élève est motivée par la réussite de la tâche et non par les obligations liées au contrat didactique. Dans ce cas, l'élève pense qu'il ne travaille pas alors que la connaissance est la solution ou le moyen d'établir la stratégie optimale. Le jeu fait donc apparaître ou employer un savoir alors qu'il s'agit d'une « activité physique ou mentale, purement gratuite, généralement fondée sur la convention ou la fiction, qui n'a dans la conscience de celui qui s'y livre d'autre fin qu'elle-même, d'autre but que le plaisir qu'elle procure » (Brousseau, 1986). La situation a donc un sens pour l'élève et le motive car le problème est concret. De même, les institutionnalisations du savoir, du lexique, de la procédure devenue un moyen de référence et du sens se font plus facilement car les élèves sont impliqués et sont en capacité de mettre en lien la situation avec les apprentissages nouveaux.

En définitive, grâce aux situations adidactiques, la motivation n'est plus extrinsèque mais elle devient une motivation intrinsèque. La participation à l'activité n'est plus motivée par les raisons extérieures telles que les renforcements positifs ou négatifs reçus, comme les notes ou les commentaires de l'enseignant par exemple. Elle est liée à l'intérêt, au plaisir et à la curiosité qu'elle procure (Lieury et Fenouillet[13]).

b3) L'effet Topaze

En plus de ce regain de motivation, les situations adidactiques permettent aux enseignants de s'éloigner de l'effet Topaze. Cet effet repose sur le fait de suggérer des réponses aux élèves en leur donnant des indices et donc en prenant à sa charge l'essentiel du travail qui est, en principe, celui de leurs élèves. L'effet Topaze est très présent, y compris lorsque les professionnels essaient de l'éviter, parce que ces derniers sont motivés par l'envie que leurs élèves trouvent des réponses dans le temps qui leur est imparti. Les laisser construire le problème prend plus de temps, en plus d'être plus incertain. La plupart du temps, « les indications de type heuristique seront demandées, données et reçues au sein d'un malentendu, suggestions incertaines pour l'un, connaissances comparables aux algorithmes ou aux théorèmes de mathématiques pour l'autre » (Brousseau, 1986). Effectivement, les solutions étant connues et répertoriées, l'élève est habitué à recevoir des indications concernant la découverte d'un nouveau savoir enseigné, ce qui est appelé les indications de type heuristique.

Pour s'éloigner de ce modèle où l'effet Topaze est trop présent, il est nécessaire de mettre en place des situations dans lesquelles ce sont aux élèves de produire les connaissances. Effectivement, dans ce cas, l'enseignant ne demande plus aux élèves de réaliser, par analogie, une série de problèmes. De même, il ne prend plus en charge l'essentiel du travail. Il laisse les élèves chercher et ne souffle pas la réponse. Au lieu d'appliquer un procédé de façon automatique pour résoudre un problème, ce que Gleaser[14] appelle la procédologie, les élèves apprennent à identifier et définir le problème puis à y répondre efficacement. En définitive, « pour résoudre un problème, [les élèves doivent] [...] comprendre le problème... » (Polya[15], 1957). Or,

[13] Lieury et Fenouillet sont des psychologues.
[14] Gleaser est un mathématicien.
[15] Polya est un mathématicien.

« « Comprendre » pour un enfant, c'est établir et relier sous sa propre responsabilité des phénomènes ou des faits laissés « indépendants », à la fois, par l'enseignant, par la situation, par son langage et par les connaissances apprises » (Brousseau, 1986). Ainsi, le rôle de l'enseignant est de choisir des situations permettant d'induire chez l'élève toutes les connaissances qu'il souhaite que celui-ci acquière, sans intervenir pour proposer des solutions.

b4) La prise en compte du rythme des élèves

De même, ces situations dans lesquelles les élèves sont engagés permettent de suivre le rythme des élèves. Le professeur n'enseigne pas sans que les élèves comprennent, il attend que les élèves aient compris pour leur amener une autre situation plus complexe. La première situation peut se résoudre en faisant appel à « la logique interne de la situation » (Brousseau, 1986). Cette situation doit d'emblée permettre la construction d'une première solution ou tentative s'appuyant sur une connaissance du moment. Les situations suivantes pourront se résoudre en mettant en œuvre les connaissances acquises mais celles-ci ne suffiront pas car un degré de complexité séparera les différentes situations. Les élèves feront des erreurs dans le sens où ils utiliseront une connaissance antérieure qui avait son intérêt mais qui, ensuite, se révélera fausse ou inadaptée. Afin de former des conceptions nouvelles, les élèves devront engager des connaissances puis les modifier, les compléter ou les rejeter. L'élève, après avoir perçu l'obstacle, prendra appui sur la situation pour s'approprier ou construire une connaissance nouvelle. L'élève expérimentera grâce à la situation mise en place et cette dernière confirmera ou niera les hypothèses établies. Mais pour cela, il faut un nombre suffisant de situations nouvelles, permettant la répétition à volonté de la mise à l'épreuve des ressources des élèves, qui vont rendre inefficace la connaissance créant un obstacle et en rendre nécessaire le rejet. Pour résumer cette idée, « si l'on veut déstabiliser une notion assez enracinée, il sera avantageux que l'élève puisse investir suffisamment ses conceptions dans des situations, assez nombreuses et importantes pour lui et, surtout aux conditions informationnelles suffisamment différentes pour qu'un saut qualitatif soit nécessaire » (Brousseau, 1986).

Les cadres théoriques dont j'aurai besoin pour construire ma séquence étant définis, il s'agit à présent de définir le concept de volume, concept qu'il s'agira d'enseigner à des élèves de CM1 et CM2.

I3) Le concept de volume

a) La définition

Le volume d'un objet creux est sa capacité alors que le volume d'un objet plein est la place qu'il occupe dans l'espace (Guissard[16] & al, 2015). La grandeur « volume » peut être comparée et mesurée.

La grandeur est ce qui est susceptible de varier d'un objet à l'autre. C'est un concept qui permet d'appréhender, pour des objets, ce qui est plus petit ou plus grand chez l'un que chez l'autre. Il peut s'agir d'une longueur, d'une masse, d'un volume, d'une aire, d'un angle, d'une durée... La grandeur est toujours définie par deux relations qui lient les objets : une relation d'égalité (aussi volumineux que) et une relation d'inégalité (plus ou moins volumineux que). Ainsi, pour pouvoir parler de la grandeur d'un objet, il faut la comparer à un autre. Elle est définie par des comparaisons, indépendamment des nombres donc indépendamment de sa mesure. Plusieurs grandeurs peuvent être associées à un objet.

La mesure de la grandeur d'un objet est le nombre d'unités nécessaire permettant de réaliser une grandeur égale à celle de l'objet. La mesure dépend donc de l'unité choisie, contrairement à la grandeur qui est invariante.

b) Dans les programmes scolaires

La construction de ce concept s'établit dès le cycle 1. Dès la maternelle, les élèves sont invités à « classer ou ranger des objets selon un critère [...] de contenance » (MEN, 2015) de façon intuitive. Ensuite, au cycle 2, ils sont amenés à « comparer, estimer, mesurer [...] des contenances », à « utiliser le lexique [et] les unités » relatifs à cette grandeur, puis à « résoudre des problèmes impliquant [...] des contenances » (MEN, 2018). Au cycle 3, le terme de volume apparaît dans les programmes. Les élèves doivent « relier les unités de volume et de contenance » (MEN, 2018). Ils doivent donc connaître les unités usuelles de ces deux

[16] Guissard est une licenciée en sciences mathématiques.

concepts (les litres pour la contenance et les m^3 pour le volume) et les relations entre elles (1 L = 1 dm^3). Ils doivent également estimer la mesure d'un volume ou d'une contenance et déterminer le volume d'un pavé droit en dénombrant des unités (cubes de petites tailles) ainsi qu'à l'aide de la formule qu'ils doivent connaître (longueur × largeur × hauteur). Ce concept sera également travaillé au collège. Les élèves devront calculer le volume d'un prisme, d'une pyramide, d'un cylindre, d'un cône et d'une boule (MEN, 2018).

c) La nécessité de construire le concept avant la mesure

Nous venons de voir que, dans les programmes, les grandeurs sont découvertes avant leur mesure, l'objectif étant de donner du sens à ces notions indépendamment des mesures. Les activités de comparaisons directe et indirecte sont utilisées dans des situations vécues par les élèves. Ceux-ci commencent par estimer et juxtaposer, puis ils ont recours à un objet intermédiaire pour comparer les objets dans le cas où ce qu'ils ont appris ne fonctionne plus. Ensuite, un travail sur la mesure à l'aide d'une unité est réalisé puis c'est la mesure utilisant le calcul qui est appliquée une fois le reste acquis.

Les cadres théoriques et le concept de volume étant définis, il s'agit à présent de vous expliquer plus clairement ce que je cherche à savoir dans ce mémoire ainsi que la façon dont je procéderai pour obtenir des résultats.

II – Problématique et hypothèses de recherche

II1) La problématique de recherche

En fin de cycle 3, les élèves doivent savoir mesurer et calculer des volumes. Pourtant, le concept même de volume n'est pas acquis pour la plupart. Ainsi, j'ai décidé de m'intéresser à cette difficulté pour mieux enseigner ce concept aux élèves de cycle 3. Ma problématique est : **Comment construire et analyser, dans le double cadre de la problématisation et de la Théorie des Situations Didactiques, une séquence permettant à des élèves de CM1 - CM2 de construire le concept de volume ?**

II2) Les hypothèses de recherche

A travers les recherches que j'ai réalisées, j'ai compris que la problématisation est le processus transformant le problème perçu en problème construit. J'ai également compris que les situations adidactiques permettent de mettre les élèves en situation réelle, grâce à la manipulation, et de les motiver de façon intrinsèque, en leur proposant une situation leur procurant du plaisir, lié à un réel intérêt personnel. Ainsi, j'émets deux hypothèses étroitement liées. Selon moi, deux activités sont nécessaires pour construire le concept de volume, dans une classe de CM1 - CM2.

La première hypothèse est le fait qu'une phase de manipulation, rendue possible par une situation adidactique, amène les élèves à faire émerger des contraintes empiriques de manière implicite.

La deuxième hypothèse est le fait que les interactions langagières permettent de construire le problème grâce à une explicitation des contraintes empiriques.

III – Méthodologie de recueil de données et d'analyse de données

III1) Méthodologie de recueil de données

Etant professeure des écoles stagiaire dans une classe de 23 élèves de CM1 - CM2, à Gesnes le Gandelin, les données de cette recherche seront recueillies dans ma classe, avec les élèves à qui j'enseigne.

Pour recueillir les données qui me seront utiles afin de répondre à ma problématique, je proposerai à mes 23 élèves de CM1 et CM2 une séquence s'articulant autour d'une situation adidactique de base qui évoluera, en terme de complexité, et de débats leur permettant de problématiser.

Je construirai des situations qui s'apparentent aux situations forcées décrites par Christian Orange, c'est-à-dire que les situations que je construirai seront fortement liées à mes objectifs de recherche, tout en respectant le fonctionnement de ma classe et les compétences que doivent acquérir mes élèves : comprendre la grandeur « volume », estimer la mesure d'un volume, connaître les unités usuelles d'un volume et d'une contenance ainsi que les relations entre elles et déterminer le volume d'un pavé droit, par le calcul et l'application d'une formule. Mon objectif de recherche est donc de créer des situations adidactiques me permettant d'utiliser la problématisation au service de l'enseignement des mathématiques, en commençant par l'enseignement d'un concept mathématique bien précis qui est le volume. Je réfléchirai, a priori, aux obstacles que peuvent rencontrer les élèves de cet âge, avec ma directrice de mémoire, pour ensuite construire des situations permettant de les déconstruire un à un. De même, j'établirai une progression de situations susceptibles de s'adapter aux réponses des élèves, en amont. Ces situations forcées sont en accord avec les objectifs d'apprentissages et les objectifs de recherche détaillés dans les deux premières parties de ce mémoire, comme elles doivent l'être selon Christian Orange.

Plusieurs aspects diffèrent entre les situations forcées de Christian Orange (2010) et les situations que je proposerai à mes élèves puisque le groupe de recherche ne se réunira pas avant,

ni après chaque séance. Ainsi, l'adaptation des situations au vu des réponses des élèves ne sera pas effectuée au sein d'un groupe de recherche : j'adapterai moi-même les situations. De même, le groupe de recherche sera composé de ma directrice de mémoire, professeure de mathématiques et formatrice, et de moi-même, professeure des écoles stagiaire.

Renforcement de la notion de volume – CM1-CM2 Maitrise de la grandeur « volume » nécessaire pour aborder les mesures				
Séances	Descriptifs	Types d'activité	Réactions des élèves a priori	Modalités de recueil des données
Séance 1	<u>Etape 1 :</u> Construire, par quatre ou cinq, dix boîtes, numérotées de 1 à 10, à partir de feuilles de 21 cm de largeur et de 29 cm de longueur. Pour cela, découper des carrés d'1 cm, puis 2 cm, et cela jusqu'à 10 cm à chaque coin de feuilles. Ensuite, assembler les faces de chaque boîte avec du ruban adhésif. <u>Etape 2 :</u> Classer les boîtes de celle qui contient le moins à celle qui contient le plus, à l'œil nu. <u>Etape 3 :</u> Photographier les classements réalisés. <u>Etape 4 :</u> Institutionnaliser. ***Avec une même feuille de papier, on peut fabriquer des boîtes de volumes différents.***	Situation-problème	Difficulté d'utilisation de l'équerre pour construire des carrés dans chaque coin des feuilles. Difficulté d'estimation de volumes parfois très proches : $19\times27\times1 = 513$ cm^3 et $5\times13\times8 = 520$ cm^3 $15\times23\times3 = 1035$ cm^3 et $11\times19\times5 = 1045$ cm^3 Difficulté d'estimation de volumes biaisée par notre perception visuelle : $17\times25\times2 = 850$ cm^3, $15\times23\times3 = 1035$ cm^3 et $9\times17\times6 = 918$ cm^3	Un groupe de quatre élèves sera filmé pendant le rangement des boîtes. Une retranscription de ce que les élèves se sont dits pendant le rangement des boîtes sera effectuée.

Séance 2	Etape 1 : Observer les différences de classement. Etape 2 : Débattre afin d'expliquer comment on peut faire pour être sûr de savoir quelle boîte contient plus qu'une autre. Etape 3 : Tester les propositions. Chaque groupe a un contenu différent (cubes, riz, pâtes, polystyrène et cotillons). Etape 4 : Institutionnaliser. ***Quand on ne peut pas comparer à l'œil nu, on peut remplir les boîtes.***	Problématisation	Idée de mettre une boîte dans une autre impossible car lorsque la largeur et la longueur d'une boîte sont inférieures à une autre, sa hauteur est supérieure. Idée de compter le contenu de chaque boîte mis à part le riz qui sera trop compliqué à compter.	Les débats des séances 2 à 5, en classe entière, seront enregistrés à l'aide d'un dictaphone. Les retranscriptions des quatre débats seront réalisées.
Séance 3	Etape 1 : Montrer deux récipients étanches avec de l'eau. Etape 2 : Débattre afin d'expliquer comment on compare le contenu des récipients. Etape 3 : Tester les propositions (en transvasant, avec deux bouteilles identiques, avec un verre mesureur ou avec une balance Roberval). Etape 4 : Institutionnaliser. ***Une méthode simple pour comparer le volume de deux contenants est de transvaser le contenu d'un contenant à un autre.***	Problématisation	Envie de remplir les deux boîtes et non une seule pour ensuite transvaser le contenu dans l'autre afin de comparer. Confusion entre le volume et la masse, la masse étant parfois proportionnelle au volume, d'où l'idée d'utiliser une balance.	

Séance 4	Etape 1 : Montrer deux boules pleines. Etape 2 : Débattre afin d'expliquer comment on compare le volume de deux boules pleines. Etape 3 : Regarder une vidéo abordant le fonctionnement du principe d'Archimède. Etape 4 : Tester en plongeant tour à tour les boules dans l'eau. Etape 5 : Institutionnaliser. ***Quand on ne peut pas remplir les objets pour comparer leur contenance, on les plonge dans l'eau et on compare le niveau d'eau entre le moment où les objets n'étaient pas plongés et le moment où les objets le sont.*** ***Pour comparer deux objets pleins, on plonge un seul objet dans l'eau, on prend la mesure, on l'enlève et on recommence avec l'autre.***	Problématisation	Difficulté car l'idée de remplir le contenant ne fonctionne pas concernant les objets pleins.	
Séance 5	Etape 1 : Montrer deux boules de masse différente. Etape 2 : Débattre afin d'expliquer comment on peut savoir quelle boule a le plus grand volume. Etape 3 : Tester en plongeant tour à tour les boules dans l'eau.	Problématisation	Idée que plus la masse est grande, plus le volume est grand.	

	Etape 4 : Institutionnaliser. ***Le volume d'un objet ne dépend pas de sa masse. Ce sont deux grandeurs qui n'ont pas de lien. Un objet peut être plus lourd qu'un autre et pourtant occuper un volume plus petit.***			

Au sein de cette séquence, la situation adidactique a évolué en complexité dans le sens où les stratégies pouvant être mises en place pour résoudre le premier problème ne fonctionne plus pour les suivants. Les élèves peuvent commencer par comparer à l'œil nu. Ensuite, ils doivent remplir les contenants pour les comparer mais ils peuvent compter le contenu. Puis, ils ne peuvent plus le compter donc ils doivent transvaser le contenu d'un contenant à un autre pour comparer le volume. Pour finir, ils ne peuvent plus remplir les objets pour comparer leur volume car il s'agit d'objets pleins. Ils doivent donc trouver une autre stratégie. Lors de chaque séance, nous retrouvons cependant une situation adidactique. Les élèves sont amenés à expérimenter leurs arguments.

III2) Méthodologie d'analyse de données

Afin de pouvoir valider ou invalider mes hypothèses, j'analyserai les productions des élèves à l'aide des transcriptions de la première situation adidactique et des quatre débats menés dans la classe, en m'appuyant sur la structure argumentative qu'Orange a empruntée à Plantin[17]. Il s'agira d'analyser les paroles des élèves et de comprendre leurs difficultés.

Plus précisément, je m'appuierai sur la structure argumentative, définie par Plantin comme un trilogue permettant l'argumentation grâce à la production de thèses, à la production d'objections contre ces thèses et à la production d'énoncés. Cela me permettra, à travers un schéma argumentatif, de comprendre ce qui s'est joué pendant la première séance. Je pourrai

[17] Plantin est un linguiste et un théoricien de l'argumentation.

également visualiser les explorations et délimitations du champ des possibles réalisés par mes élèves grâce à la présentation de leurs thèses et objections, en lien avec ma première hypothèse.

Je repérerai également ce qui relève du registre empirique et du registre des modèles afin de valider ou d'invalider mes hypothèses. Effectivement, je vérifierai que les élèves élaborent des contraintes empiriques de manière implicite, pendant la situation adidactique, grâce à une structure argumentative. Ensuite, je rechercherai les explicitations des contraintes, à travers les propos des élèves enregistrés lors des débats, grâce à des espaces de contraintes. Je pourrai ainsi savoir si mes élèves se réfèrent aux situations pour délimiter les possibles et impossibles et s'ils arrivent à les expliciter à l'aide des interactions langagières.

Pour finir, j'analyserai l'évolution des représentations des élèves afin de vérifier si la construction du concept de volume s'est opérée chez les élèves de ma classe. Pour cela, je m'appuierai sur les arguments et contre arguments des élèves. Je regarderai s'ils évoluent au cours des débats. De plus, je choisirai un élève ayant changé de représentation et un élève n'y étant pas parvenu afin de comprendre quels sont les éléments permettant ou empêchant le conflit cognitif de s'opérer.

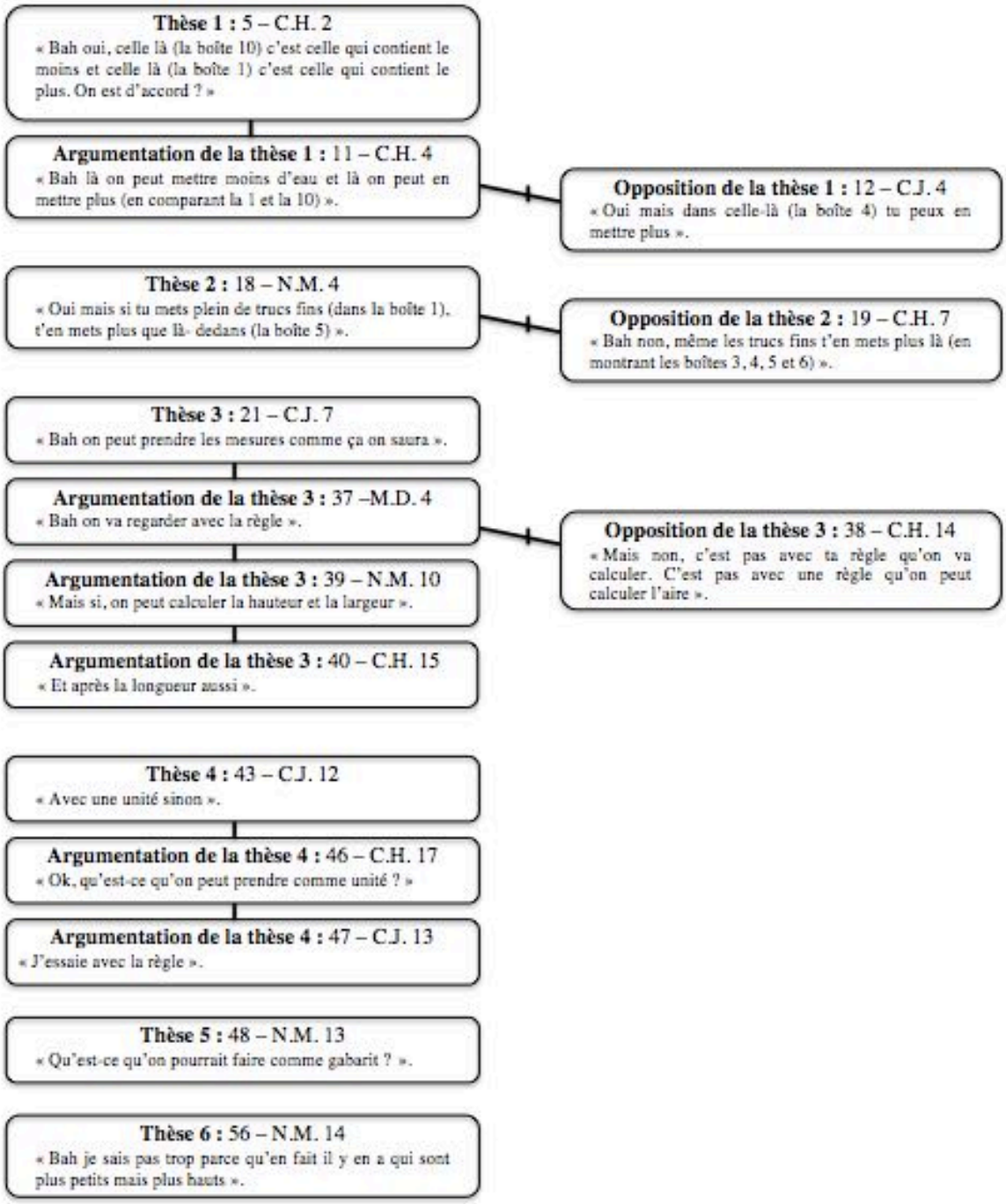
Comment construire et analyser, dans le double cadre de la problématisation et de la Théorie des Situations Didactiques, une séquence permettant à des élèves de CM1 - CM2 de construire le concept de volume ?		
Hypothèses de recherche	Recueil de données	Méthodologie d'analyse
<u>Hypothèse 1 :</u> La situation adidactique amène les élèves à faire émerger des contraintes empiriques de manière implicite. <u>Hypothèse 2 :</u> Le débat permet de construire le problème grâce à une explicitation des contraintes empiriques.	Une retranscription de ce qui a été dit par un groupe de quatre élèves pendant la situation adidactique. Des retranscriptions des quatre débats menés en classe entière.	Les contraintes empiriques énoncées de manière implicite. Les thèses, les objections et leurs arguments proposés pour sélectionner le champ des possibles, à l'aide d'un schéma argumentatif. Les modèles explicatifs utilisés par les élèves. Les éléments permettant ou empêchant le conflit cognitif de s'opérer.

Tableau récapitulatif

IV – Analyse des données

IV1) La situation adidactique

Structure argumentative de la première séance



a) Les thèses émises

Pendant la première séance effectuée, les élèves ont été placés dans une situation adidactique. Ils ont fabriqué dix boîtes à partir d'une feuille format A4, à laquelle ils ont coupé, dans les angles, des carrés de tailles définies à l'avance. Ensuite, la consigne a été de *« les classer de celle qui contient le moins à celle qui contient le plus »* (1 – Enseignant 1, séance 1). Ayant filmé un groupe de quatre élèves, étant tous en CM2, je peux analyser leurs propos afin de savoir s'ils énoncent des contraintes empiriques de manière implicite.

Thèse 1 :

Au début du rangement des boîtes, une élève pense que si l'une rentre dans une autre, son volume est inférieur, même si la boîte est plus haute, comme nous pouvons le voir dans le schéma argumentatif, avec la première thèse (5 – C.H. 2, séance 1). Ses camarades, n'étant pas d'accord avec elle, l'une argumente, comme nous le remarquons dans le schéma argumentatif (12 – C.J. 4, séance 1). Cet argument convainc l'élève n'ayant pas la même conception initiale que ses camarades. Il s'agit d'une contrainte implicite à prendre en compte : s'il y a une boîte intermédiaire qui a un plus grand volume alors elle ne peut pas être au milieu du classement, elle doit forcément être à une extrémité.

Thèse 2 :

Les élèves de ce groupe réfléchissent alors ensemble à un classement des boîtes en estimant la quantité que pourrait contenir chaque boîte, comme nous le remarquons avec la deuxième thèse visible dans la structure argumentative (18 – N.M. 4, séance 1). Une deuxième contrainte apparaît : *« Bah non parce que le rebord il est petit quand même »* (17 – C.J. 6, séance 1). L'élève veut dire par-là qu'il ne suffit pas de comparer les aires des bases des boîtes mais qu'il faut également tenir compte de la hauteur des faces latérales de celles-ci. Ils essaient alors d'imaginer, à nouveau, la quantité de ce que pourrait contenir les boîtes. Cette contrainte est conservée car un élève la rappelle plus tard : *« Mais si, tu peux en mettre plus comme c'est plus haut. Là c'est un rebord fin alors t'es d'accord, on peut en mettre moins ? »* (31 – N.M. 8, séance

1). Cela montre la difficulté de délaisser une croyance bien ancrée.

Thèse 3 :

Une troisième thèse jaillit de ce groupe comme nous le repérons dans la structure argumentative (21 – C.J. 7, séance 1). Malgré cela, les élèves continuent d'estimer la différence de volume des boîtes : *« Est-ce que là-dedans, tu peux mettre plus de grains de sable que là-dedans ? »* (27 – C.J. 9, séance 1). L'idée des mesures est reprise plus tard par les élèves, comme nous le saisissons dans la structure argumentative.

Thèses proposées
« Oui mais dans celle-là (la boîte 4) tu peux en mettre plus » (12 – C.J. 4, séance 1). Autrement dit, s'il y a une boîte intermédiaire qui a un plus grand volume alors elle doit forcément être à une extrémité du classement. L'élève utilise une raisonnement comparatif : du plus petit au plus grand. Il range les boîtes par rapport à la quantité du contenu fictif pouvant aller dans chaque boîte donc il ne prend en compte qu'un seul paramètre.
« Mais si, tu peux en mettre plus comme c'est plus haut. Là c'est un rebord fin alors t'es d'accord, on peut en mettre moins ? » (31 – N.M. 8, séance 1). Nous comprenons ici qu'il faut tenir compte de l'aire de la base et de la hauteur des faces latérales des boîtes pour comparer les volumes. Cette explication combine deux paramètres : l'aire et la hauteur. La thèse précédente ne prenait qu'un paramètre donc il y a une avancée.
« Bah on peut prendre les mesures comme ça on saura » (21 – C.J. 7, séance 1). Dans ce cas, l'élève dit qu'il est plus précis d'utiliser les mesures pour comparer les contenants ayant un volume proche. Cette thèse introduit la nécessité d'utiliser un outil pour mesurer la largeur, la longueur et la hauteur.

Tableau récapitulatif des thèses proposées

b) Les contraintes empiriques implicites mobilisées

Concernant la troisième thèse, les élèves disent :

« *Voilà comment il faut calculer l'aire* (42 – N.M. 11, séance 1).

- *Avec une unité sinon* (43 – C.J. 12, séance 1).

- *Est-ce que tout le monde est d'accord ?* (44 – C.H. 16, séance 1).
- *Oui. Mais c'est périmètre (en montrant les rebords) et aire (en montrant la face du bas)* (45 – N.M. 12, séance 1).
- *Ok, qu'est-ce qu'on peut prendre comme unité ?* (46 – C.H. 17, séance 1).
- *J'essaie avec la règle* (47 – C.J. 13, séance 1).
- *Qu'est-ce qu'on pourrait faire comme gabarit ?* (48 – N.M. 13, séance 1).
- *Ca fait neuf, trois et dix et demi »* (49 – C.J. 14, séance 1).

Grâce à cet extrait du débat, nous pouvons nous rendre compte qu'il s'agit ici d'une contrainte théorique non maitrisée. Les élèves de CM2 ont travaillé l'an dernier sur le périmètre, l'aire et le volume. Ils ont déjà entendu parler des formules permettant de calculer ces grandeurs mais les confondent, comme ils confondent également les différentes grandeurs. Etant lucides à propos de cette maitrise insuffisante, ils laissent finalement de côté cette idée et recommencent leur estimation tout en ayant conscience que ce n'est pas la méthode la plus fiable *« A l'œil nu, je sais pas »* (68 – N.M. 18, séance 1).

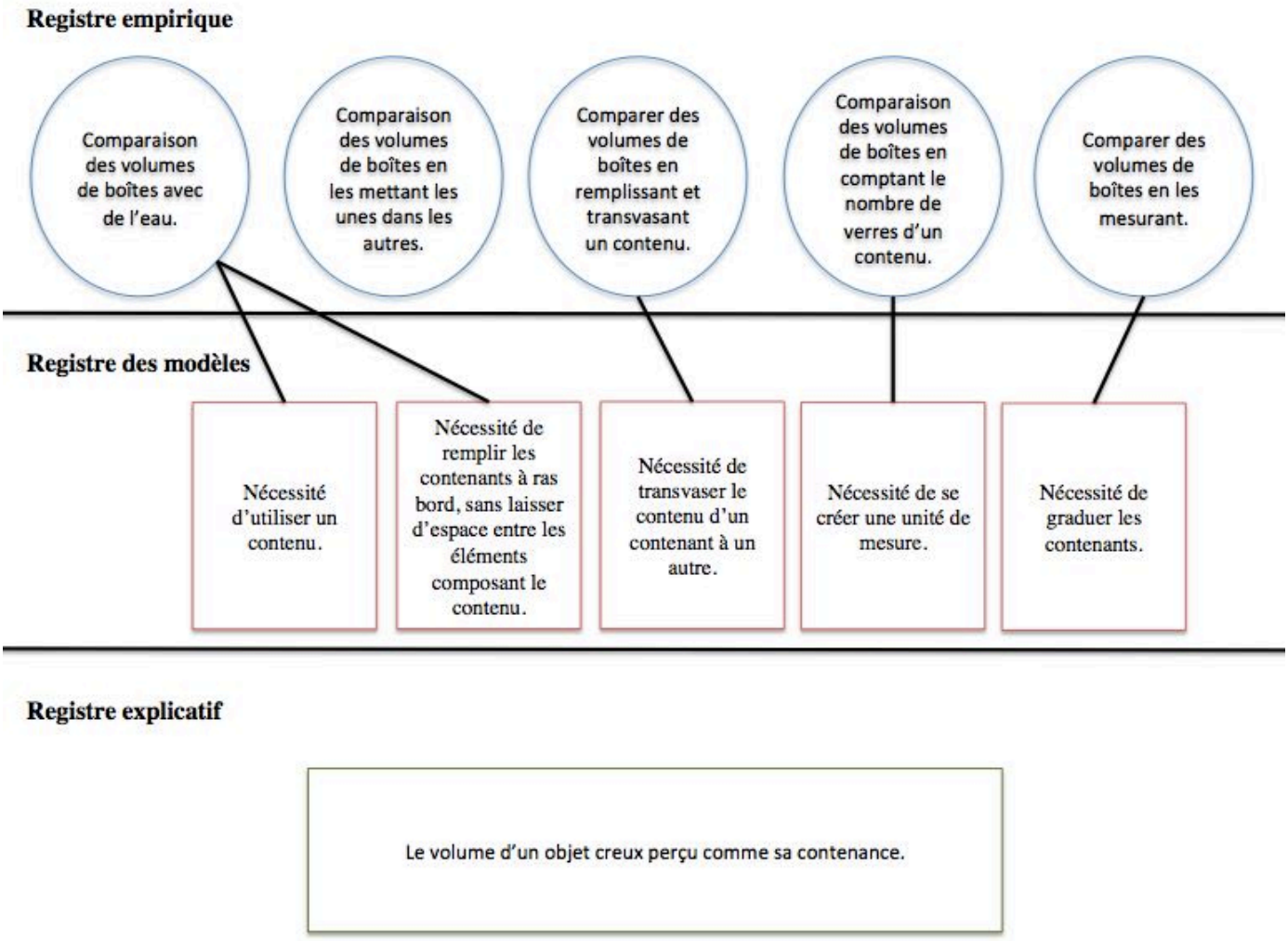
c) La situation adidactique : un enrichissement du registre empirique de manière implicite

La situation adidactique proposée aux élèves a permis l'émergence de plusieurs contraintes empiriques de manière implicite :
- s'il y a une boîte intermédiaire qui a un plus grand volume alors elle doit forcément être à une extrémité,
- il faut tenir compte de l'aire de la base mais aussi de la hauteur des faces latérales des boîtes pour comparer les volumes,
- il est difficile de comparer à l'œil nu les contenants ayant un volume proche, d'où l'utilisation possible des mesures.

La première hypothèse est donc validée car des contraintes empiriques ont émergé, de manière implicite, dans ce groupe de quatre élèves, pendant le classement de leurs boîtes.

IV2) Les interactions langagières

a) L'espace de contraintes des deuxième et troisième séances



b) Les contraintes empiriques émises lors des deuxième et troisième séances

A la suite de la situation adidactique, les élèves ont été confrontés à un problème : aucun groupe n'avait trouvé le même classement. Ainsi, ils se sont demandés comment comparer le volume des boîtes et ont tenté de trouver des procédures pour résoudre leur problème. Ayant enregistré les interactions langagières de mes élèves pendant les phases de débat, je peux analyser leurs propos afin de savoir s'ils explicitent des contraintes empiriques.

Contrainte 1 :

N.R. dit *« Bah quand on voit la contenance d'une boîte on peut mettre de l'eau dedans pour voir combien on peut en prendre »* (16 – N.R. 2, séance 2). Ce n'est que plus tard, dans le débat, que N.R. explique *« Mais faut pas que ça laisse de l'espace. Si on met des crayons, ça laisse de l'espace »* (78 – N.R. 12, séance 2) et que C.H. affirme que *« Maitresse, il faut amener quelque chose : du sable, du riz... »* (91 – C.H. 2, séance 2). En définitive, ils ont explicité que pour comparer les volumes des boîtes, il fallait les remplir à ras bord avec un contenu, sans laisser d'espace. Il s'agit d'une nécessité, ils ont compris qu'ils ne pouvaient pas comparer les volumes des boîtes de façon assez précise, autrement que par la mesure, de cette façon.

Contrainte 2 :

H.S. affirme que *« [...] Si on met le 1 dans le 10 du coup le 10 il est plus grand »* (27 – H.S. 1, séance 2). Pour autant, aucune preuve n'est avancée : la contrainte empirique ne devient pas une nécessité. Elle est même déjouée par d'autres élèves qui font remarquer que des boîtes intermédiaires ont, pour certaines, un plus grand volume. Cela amène à comprendre qu'il ne faut pas seulement se fier à l'aire de la base de la boîte mais bien aussi à sa hauteur. En bref, cette contrainte empirique étant partiellement erronée, elle ne se transforme pas en nécessité, pour la simple raison que ça n'en est pas une.

Contrainte 3 :

Pour renforcer la contrainte 1, J.P. explique que *« [...] bah pour savoir en fait si euh par exemple euh lequel est le plus petit ou lequel peut le moins contenir bah par exemple j'sais pas on prend euh quelque chose. On remplit par exemple bah le 4 de toute la chose et on verse ce qu'il y a dans le 4 dans par exemple euh le 1. Et on voit si le 1 il est rempli, il est aussi rempli que le 4 pour savoir s'il est plus grand ou plus petit »* (73 - J.P. 7, séance 2). Cette idée est reprise plus tard dans le débat par C.H. : *« Tu fais des transferts à chaque fois, tu mets dans un verre et après dans un autre et voilà »* (98 – C.H. 3, séance 2). Cette contrainte est explicitée par N.R. pendant la troisième séance : *« Mais moi je dirais qu'il faut commencer par remplir à ras bord cette boîte et la verser dans l'autre. Et si ça arrive euh si l'eau déborde bah ça veut dire qu'elle*

est plus grande » (6 – N.R. 1, séance 3), puis par M.D. lors de la quatrième séance : *« ...Bah il faut remplir un bocal et tu le transvases et puis on va voir si ça déborde. Bah si ça déborde, c'est le bocal qui est plus grand et si c'est l'autre bocal qui dépasse bah c'est pas le plus grand »* (8 – M.D. 2, séance 4). Les élèves ont donc explicité que pour comparer les volumes des boîtes, il fallait remplir à ras bord une seule boîte avec un contenu, sans laisser d'espace, puis transvaser ce contenu dans une autre boîte pour regarder s'il n'y a pas assez, trop, ou juste ce qu'il faut de contenu pour remplir cette deuxième boîte.

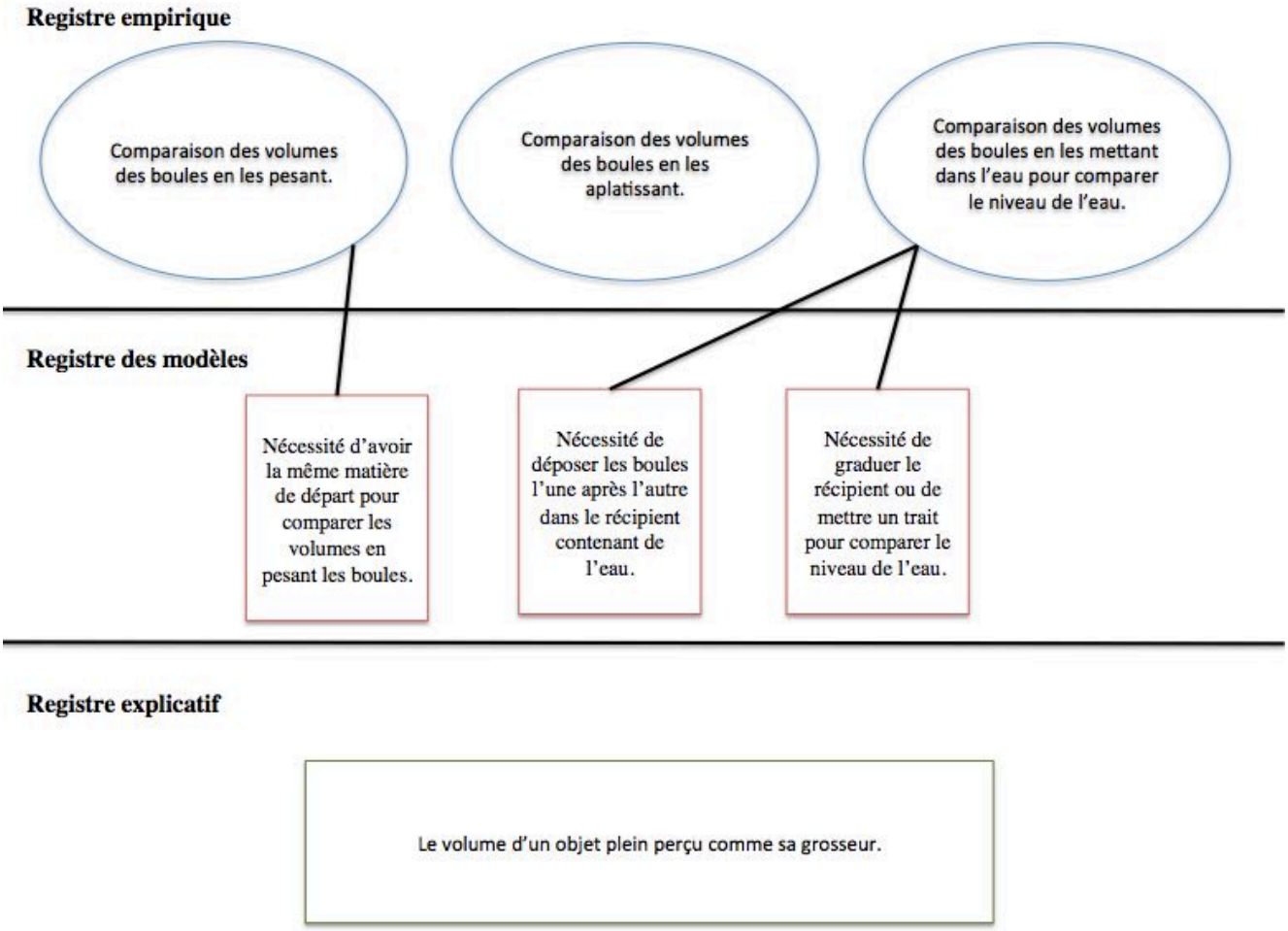
Contrainte 4 :

Une proposition concernant la création d'une unité de mesure du volume a été faite à deux reprises, sans être prouvée : *« Bah sinon on prend un pot et on verse et on dit ça fait quatre pots... »* (88 – N.R. 13, séance 2) et *« Moi j'ai une autre idée par contre. Moi j'avais l'idée qu'on prend un verre pour mettre du sable ou un truc comme ça. On prend un gobelet, on verse dans le récipient en verre par exemple. Et puis on attend qu'il soit à ras bord. Et puis on note sur une feuille par exemple cinq gobelets et deux poignées de main comme on avait fait nous. Et puis après on va voir si le pot en plastique il fait cinq verres et deux poignées de main »* (58 – E.M. 2, séance 3). Cette idée n'a pas été retenue car l'unité inventée (les poignées) n'était pas assez précise, il ne s'agissait donc pas d'une nécessité. Une autre méthode de comparaison a été jugée plus précise : celle de transvaser un contenu d'une boîte à une autre.

Contrainte 5 :

Pour terminer, la contrainte empirique concernant la mesure d'un volume par graduation du récipient a été mentionnée : *« Bah mesurer toutes les boites, mesurer tout »* (119 - C.H. 6, séance 2), puis explicitée : *« Bah par exemple je pense que sur le verre eh ben il faudrait faire des marques sur euh par exemple avec un feutre euh il faudrait faire des marques sur le verre par exemple d'écart de deux centimètres ou d'un centimètre, un centimètre cinq et comme ça on sait s'il est beaucoup plus grand ou pas »* (44 – J.P. 4, séance 3) et *« ... Mais le bocal euh il faut mettre des mesures »* (77 – E.L. 9, séance 3). Ils ont explicité la nécessité d'inscrire des marques sur les boîtes pour mesurer la différence de volume entre les boîtes, après transvasement.

c) L'espace de contraintes des quatrième et cinquième séances



d) Les contraintes empiriques émises lors des quatrième et cinquième séances

Par la suite, les élèves ont été confrontés à un nouveau problème. Ils savaient comparer des objets creux tels que les boîtes, mais qu'en était-il pour les objets creux tels que les boules ? Ils ont à nouveau essayé de trouver des procédures pour résoudre leur problème. Ayant également enregistré les interactions langagières pendant les phases de débat des quatrième et cinquième séances, l'analyse des propos des élèves, visant à savoir s'ils explicitent des contraintes empiriques, est rendue possible.

Contrainte 1 :

Plusieurs élèves ont tout d'abord pensé à peser les boules pour déterminer leur volume : *« Bah il faut peser les balles »* (30 – J.P. 1, séance 4), *« Bah oui il faut les peser avec une balance »* (31 – C.H. 2, séance 4) et *« Bah là c'est facile. Il faut la balance cette fois »* (2 – M.D. 1, séance 5). Mais une objection est faite : *« En fait ça se peut pas qu'on pèse parce qu'il faut que ce soit la même matière de départ. En fait quand tu pèses ça se peut pas parce que par exemple si on pèse le plastique et le verre ça se peut pas parce que le verre c'est déjà plus lourd de départ »* (80 – C.H. 8, séance 4). Il s'agit d'une nécessité : pour comparer le volume de deux objets pleins en les pesant, il faut que ces objets soient composés de la même matière. Il s'agit donc d'un cas particulier : cette méthode ne fonctionne que si les objets sont constitués d'une même matière.

Contrainte 2 :

Ne sachant pas comparer les volumes d'objets pleins, ils pensent alors réinvestir leurs connaissances concernant les volumes d'objets creux. Effectivement, les élèves veulent modifier la forme des boules pour qu'elles ressemblent à quelque chose qu'ils soient en mesure de mesurer : *« [...] Et si on les aplatit ? »* (49 – C.H. 6, séance 4), *« ...Le problème c'est que la boule de pâte à modeler elle est pas toute lisse partout. C'est pas comme une boule de ping pong, elle est pas parfaitement ronde. Du coup il faudrait faire fondre la pâte à modeler comme ça on va voir jusqu'où elle va »* (51 – J.P. 4, séance 4) et *« On a qu'à les aplatir »* (100 – C.H. 15, séance 5). En aplatissant ou faisant fondre les boules, le but des élèves peut être d'obtenir un contenu à mettre dans un contenant gradué, d'obtenir un objet de la forme d'un pavé droit (forme qui ressemble aux boîtes précédentes) ou de transformer un volume en "aire", en annulant la hauteur. Néanmoins, les élèves n'ont pas prouvé que c'était comme cela qu'il fallait comparer le volume de deux objets pleins. Cette méthode ne pourrait pas fonctionner avec tout type de matériaux : le bois ne peut ni s'aplatir, ni se fondre, par exemple. Il s'agit donc d'une contrainte empirique n'amenant pas de nécessité et n'étant donc pas explicitée par les élèves.

Contrainte 3 :

Grâce à un apport vidéo, plusieurs élèves se sont dits que *« On va la mettre dans l'eau »*

(6 – H.S. 2, séance 5). Plus précisément, *« [...] on met de l'eau dedans hop on met la pâte à modeler dedans et on met là où l'eau elle s'est arrêtée à la fin. Après, on met la deuxième boule de pâte à modeler dedans et on regarde là où est-ce qu'elle elle va »* (120 – C.H. 14, séance 4). Cela est devenu une nécessité : *« [...] Pour ça, il faut mettre dans l'eau et savoir l'eau elle monte jusqu'à où et elle est comment au début. Et on mettra jusqu'où elle monte et on compare les deux »* (14 – A.S. 4, séance 5) grâce à une explication : *« Bah si parce que du coup tu vas savoir celle qui prend le plus de place dans l'eau parce que du coup l'eau elle aura plus de place à cet endroit là et du coup elle va monter haut. Elle va monter plus haut pour garder sa place. C'est comme quand tu te mets dans ton bain : tu fais couler l'eau et quand tu t'allonges dedans bah l'eau elle va monter »* (138 – M.A. 23, séance 5). La contrainte empirique a été énoncée puis expliquée, elle est ainsi devenue aux yeux des élèves une nécessité : pour comparer le volume de deux objets pleins tels que des boules, il faut les plonger l'une après l'autre dans un récipient contenant de l'eau et marquer l'endroit où l'eau arrive après avoir mis chacune des boules.

e) La problématisation et ses interactions langagières : une explicitation du registre empirique

Les débats proposés aux élèves ont permis l'explicitation de plusieurs contraintes empiriques, sous la forme de nécessité :

Pour comparer les volumes d'objets creux,

- il faut les remplir à ras bord avec un contenu, sans laisser d'espace,
- il faut remplir à ras bord une seule boîte avec un contenu, sans laisser d'espace, puis transvaser ce contenu dans une autre boîte pour regarder s'il n'y a pas assez, trop, ou juste ce qu'il faut de contenu pour remplir cette deuxième boîte,
- en s'appuyant sur la mesure, il faut inscrire des marques, après transvasement du contenu.

Pour comparer le volume d'objets pleins,

- en les pesant, il faut que ces objets soient composés de la même matière,
- autrement, il faut les plonger l'un après l'autre dans un récipient contenant de l'eau et marquer l'endroit où l'eau arrive après avoir mis successivement chacun des objets.

La seconde hypothèse est donc validée car des contraintes empiriques ont été explicitées, grâce aux interactions langagières, pendant les débats en classe entière.

IV3) L'évolution des conceptions

Dans la séquence mise en place dans ma classe, le volume est d'abord perçu comme la contenance d'un objet vide, de la première à la troisième séance, puis comme la place qu'occupe un objet plein, dans les deux dernières séances.

a) L'évolution des conceptions de la classe

a1) Les conceptions de la classe concernant le volume d'objets creux

Conception 1 :

En ce qui concerne le volume d'un objet creux, de nombreux élèves pensaient que pour classer les boîtes de celle qui contenait le plus à celle qui contenait le moins, il suffisait de les mettre les unes dans les autres, même si la hauteur d'une boîte moins longue et moins large était plus grande qu'une boite plus longue et plus large : *« Mais nous c'est bon c'est déjà fait (en montrant les boîtes rangées les unes dans les autres) »* (3 – C.H. 1, séance 1) et *« Moi, j'ai peut-être une technique. Si on met le 1 dans le 10 du coup le 10 il est plus grand »* (27 – H.S. 1, séance 2). Ils pensaient donc qu'en classant les boîtes selon l'aire de leur base, ils les classeraient également selon leur volume. Cette conception erronée a laissé place à d'autres conceptions.

Conception 2 :

Un élève a proposé de plier les boîtes : *« Alors moi j'avais une idée, je sais pas si ça va marcher mais en tout cas je l'ai fait, je vais essayer. J'avais l'idée de prendre par exemple la 5 et puis prendre un autre modèle et puis après j'avais l'idée de plier la boîte pour voir si on avait la même contenance ailleurs, sur une autre boîte »* (69 – E.M. 3, séance 2). Néanmoins, cette proposition n'a pas été retenue par les autres élèves. Ensuite, les conceptions de remplissage et de mesure ont été mises en avant.

Conception 3 :

Concernant le remplissage, les élèves ont d'abord pensé à imaginer une quantité d'un certain contenu : *« Bah là on peut mettre moins d'eau et là on peut en mettre plus (en comparant la 1 et la 10) »* (11 – C.H. 4, séance 1), *« Ok alors on va s'amuser à tout classer. Alors je dirais que ces boîtes là elles contiennent pas mal et celles-là pas beaucoup (en montrant la 1 et la 10). Et la moins c'est vraiment celle-là je pense (la 10) »* (15 – C.H. 6, séance 1), *« Ah oui mais si on met plein de trucs fins (en montrant la surface de la 1) »* (16 – N.M. 3, séance 1), *« Est-ce que là-dedans, tu peux mettre plus de grains de sable que là-dedans ? »* (27 – C.J. 9, séance 1) et *« Mais là tu peux mettre plein de trucs fins en fait, super fins. Là, tu peux en mettre plus je te dis »* (29 – N.M. 7, séance 1). Cependant, quand les volumes étaient trop proches, les élèves avaient des difficultés : *« A l'œil nu, je sais pas »* (68 – N.M. 18, séance 1).

Conception 4 :

Les élèves ont donc compris que cela serait plus simple de remplir les contenants d'un véritable contenu : *« Bah quand on voit la contenance d'une boîte on peut mettre de l'eau dedans pour voir combien on peut en prendre »* (16 – N.R. 2, séance 2), *« ...Non mais pas de l'eau. Par exemple du riz ou... »* (75 – J.P. 8, séance 2), *« Bah sinon des trucs un peu plus gros, il y a des cubes aussi dans la classe »* (83 – C.J. 3, séance 2), *« ...Et, du sable sinon ?... »* (89 – H.S. 3, séance 2), *« ... ou des lentilles... »* (92 – E.M. 6, séance 2), *« ... ou des petits pois ! »* (93 – H.S. 4, séance 2). Mais ils se sont aperçus que les contenus dont ils se sont servis n'étaient pas assez précis car il y avait de l'espace entre chaque élément constituant ces contenus.

Conception 5 :

Ils ont ensuite eu l'idée de transvaser le contenu pour comparer le volume de leurs contenants : *« Je vais expliquer ma, bah pour savoir en fait si euh par exemple euh lequel est le plus petit ou lequel peut le moins contenir bah par exemple j'sais pas on prend euh quelque chose. On remplit par exemple bah le 4 de toute la chose et on verse ce qu'il y a dans le 4 dans par exemple euh le 1. Et on voit si le 1 il est rempli, il est aussi rempli que le 4 pour savoir s'il est plus grand ou plus petit »* (73 – J.P. 7, séance 2), *« Mais moi je dirais qu'il faut commencer par*

remplir à ras bord cette boîte et la verser dans l'autre. Et si ça arrive euh si l'eau déborde bah ça veut dire qu'elle est plus grande » (6 – N.R. 1, séance 3). Cette idée n'a été acceptée et donc testée que lors de la troisième séance, lorsqu'ils ont eu face à eux des contenants étanches et qu'ils ont pu mettre de l'eau en tant que contenu.

Conception 6 :

Concernant les mesures, ils ont tenté de se rappeler des formules apprises : *« Bah on peut prendre les mesures comme ça on saura »* (21 – C.J. 7, séance 1), *« Bah on va regarder avec la règle »* (37 – M.D. 4, séance 1), *« Mais si, on peut calculer la hauteur et la largeur »* (39 – N.M. 10, séance 1), *« Et après la longueur aussi »* (40 – C.H. 15, séance 1), *« Avec une unité sinon »* (43 – C.J. 12, séance 1), *« Bah mesurer toutes les boites, mesurer tout »* (119 – C.H. 6, séance 2) et *« Bah on met la règle dedans et hop on mesure ça etcetera et on calcule toutes les mesures d'une seule boîte et on fait ça avec toutes les boites »* (121 – C.H. 7, séance 2).

Conception 7 :

N'y parvenant pas, ils ont eu l'idée d'inventer une unité et une sous-unité de mesure puis de compter le nombre d'unités et de sous-unités de chaque contenant afin de les ranger par ordre croissant : *« ... On prend le premier, on verse et ça fait 3 pots par exemple »* (90 – N.R. 14, séance 2) et *« Moi j'ai une autre idée par contre. Moi j'avais l'idée qu'on prend un verre pour mettre du sable ou un truc comme ça. On prend un gobelet, on verse dans le récipient en verre par exemple. Et puis on attend qu'il soit à ras bord. Et puis on note sur une feuille par exemple cinq gobelets et deux poignées de main comme on avait fait nous. Et puis après on va voir si le pot en plastique il fait cinq verres et deux poignées de main »* (58 – E.M. 58, séance 3).

Conception 8 :

Finalement, les élèves ont trouvé que la méthode la plus précise consistait à prendre la mesure du niveau de l'eau : *« Bah par exemple je pense que sur le verre eh ben il faudrait faire des marques sur euh par exemple avec un feutre euh il faudrait faire des marques sur le verre par exemple d'écart de deux centimètres ou d'un centimètre, un centimètre cinq et comme ça on*

sait s'il est beaucoup plus grand ou pas » (44 – J.P. 4, séance 3).

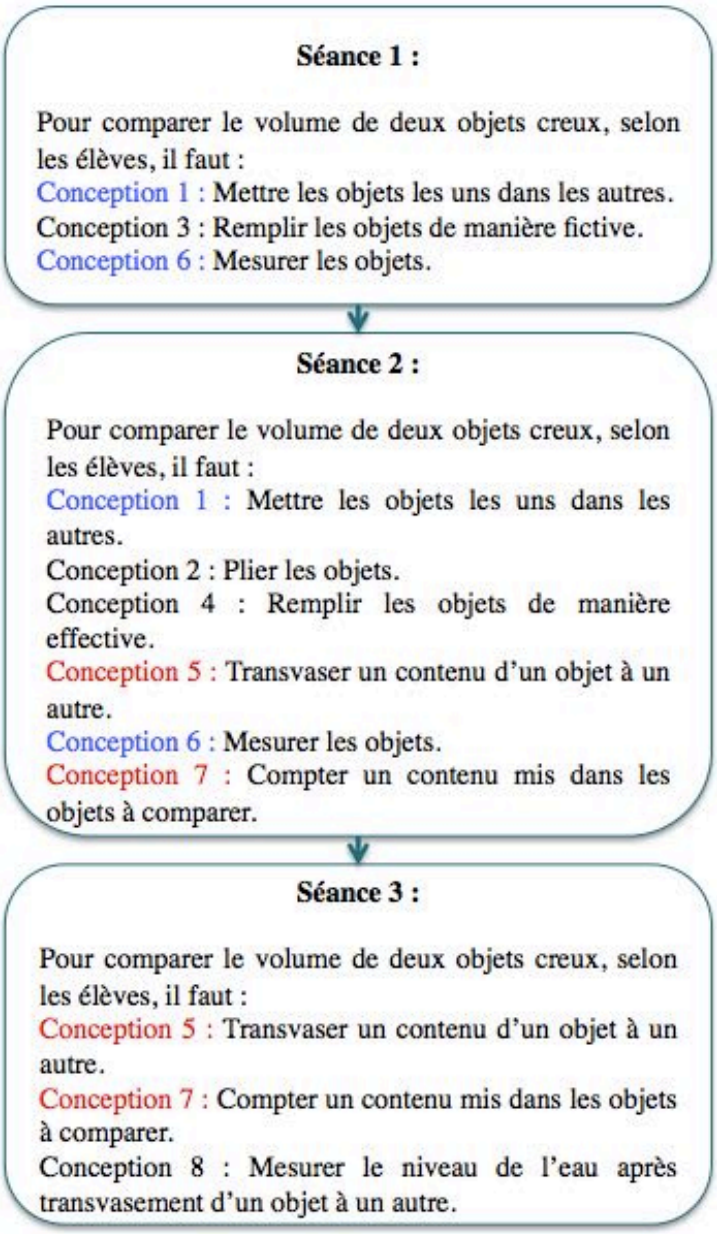


Schéma de synthèse[18]

Ainsi, leur conception initiale, étant de mettre les boites les unes dans les autres pour comparer leur volume, a évolué. A la fin des trois premières séances, les élèves ont compris que, pour comparer des objets creux, il fallait observer à l'œil nu lorsque c'était possible, remplir et transvaser, compter ou mesurer.

[18] Le bleu permet de repérer les conceptions communes aux séances 1 et 2 et le rouge celles communes aux séances 2 et 3.

a2) Les conceptions de la classe concernant le volume d'objets pleins

Conception 1 :

Pour ce qui est du volume des objets pleins, les élèves pensaient pouvoir comparer le volume en pesant les objets : *« Bah il faut peser les balles »* (30 – J.P. 1, séance 4), *« Bah oui il faut les peser avec une balance »* (31 – C.H. 2, séance 4), *« Bah oui comme on peut pas les mesurer »* (32 – N.T. 4, séance 4) et *« Bah moi aussi j'avais cette idée mais on peut les prendre dans la main et on voit laquelle est la plus lourde »* (33 – L.F. 3, séance 4). Pour eux, un lien entre le volume et la masse est prégnant. D'ailleurs, cette conception est restée présente jusqu'à la fin de la séquence pour certains élèves : *« Bah là c'est facile. Il faut la balance cette fois »* (2 – M.D. 1, séance 5). Elle était parfois cachée sous une autre raison : *« ... Je parlais de la matière. C'est la matière parce que si on remplit de plomb et si on remplit de pâte à modeler bah... »* (133 – C.J. 4, séance 5). Dans ce cas, la différence entre les deux matières (le plomb et la pâte à modeler) est la masse. Ainsi, le conflit cognitif n'a pas opéré donc le changement conceptuel non plus, pour quelques-uns.

Conceptions 2, 3, 4 et 5 :

Pour les autres, la masse n'avait pas de lien avec le volume donc ils ont cherché comment comparer le volume. Ils ont proposé le fait de faire le tour : *« Ah moi je sais peut-être mais je sais plus, je suis pas sûr du tout. On peut la mettre sur le tableau, on fait le tour avec un veleda et on fait la même chose avec l'autre »* (91 – H.S. 4, séance 5), de mesurer le diamètre avec le compas : *« Moi j'ai une autre technique euh je pense qu'elle va pas marcher mais bon. En fait tu prends un compas, tu fais euh fin tu prends la mesure euh la taille de la boule de pétanque et puis après tu regardes si la boule de pétanque elle est égale à la pâte à modeler »* (94 – E.M. 3, séance 5) et un cure-dents : *« Bah moi, j'ai une autre idée. Tu prends un cure dents, tu piques. Tu fais un trait là où c'est et l'autre tu fais pareil »* (47 – C.H. 5, séance 4) et *« Bah sinon moi j'ai une autre idée. Moi j'avais eu l'idée euh je prends ton idée de cure dents. On plante le cure dents dedans et puis si il ressort de l'autre côté eh ben on le laisse et si on reprend un autre cure dents... »* (50 – E.M. 1, séance 4), d'aplatir les boules : « Au pire la pâte à modeler on l'aplatit... » (119 – N.R. 13, séance 4) et « On a qu'à les aplatir » (100 – C.H. 15, séance 5) ou de les faire fondre pour

mettre le liquide dans des objets creux et ainsi comparer : *« ...Le problème c'est que la boule de pâte à modeler elle est pas toute lisse partout. C'est pas comme une boule de ping pong, elle est pas parfaitement ronde. Du coup il faudrait faire fondre la pâte à modeler comme ça on va voir jusqu'où elle va »* (51 – J.P. 4, séance 4). Dans ce dernier cas, l'élève comprend la conservation du volume en cas de déformation. Certains tentaient également de comparer à l'œil nu afin de savoir laquelle était la plus grande, laquelle prenait le plus de place : *« Parce qu'y en a une elle est plus petite et pas très très ronde et la boule de pétanque elle est plus grande »* (76 – L.F. 10, séance 5).

Conception 6 :

Comme je savais la méthode de comparaison de volumes d'objets pleins difficile à découvrir par des élèves de CM1 - CM2, j'avais cherché, en amont, une vidéo apportant l'idée de plonger les objets dans l'eau et d'observer le niveau monter proportionnellement au volume immergé (propriété d'Archimède). Les élèves ont donc vu que le niveau de l'eau montait quand l'homme était dans la baignoire et descendait lorsqu'il en ressortait : *« En fait le monsieur il est lourd fin en fait je sais pas s'il est lourd ou pas mais en fait quand il enlève son corps l'eau elle baisse et quand il le met, elle remonte »* (95 – P.V. 3, séance 4), *« C'est parce qu'en fait euh la personne elle est dans l'eau. Par exemple, vous êtes dans votre bain, on met l'eau, vous faites couler l'eau, voilà. Vous rentrez dans votre bain. L'eau elle va forcément monter parce que vous prenez de la place et l'eau elle peut pas rentrer dans votre corps du coup... »* (96 – J.P. 12, séance 4), *« ...Voilà, tu prends de la surface. C'est comme si y avait euh je sais pas une énorme île qui poussait au milieu de l'eau. Bah l'eau elle va monter sur les côtes parce qu'elle va être poussée, elle va plus avoir de place à cet endroit et du coup il va falloir qu'elle se mette autre part »* (98 – J.P. 13, séance 4). Au début, certains élèves pensaient que le niveau de l'eau dépendait de la masse. Mais des élèves ont expliqué que c'était par rapport à la place qu'occupait la personne que le niveau montait. Ainsi, ils ont eu l'idée de mettre les boules tour à tour dans un bocal d'eau pour comparer le niveau de l'eau et donc le volume, la place que prennent les deux boules : *« Bah peut-être que les pâtes à modeler si tu les mets dans l'eau tu vas voir laquelle est la plus lourde parce que ça va remonter »* (107 – C.J. 2, séance 4) et *« On va la mettre dans l'eau »* (6 – H.S. 2, séance 5). Certains se sont dits que ça devait fonctionner dans n'importe quel

contenu et voulaient alors mettre les boules dans du sel mais cette idée n'a pas été retenue afin de ne pas coller du sel sur la pâte à modeler et ainsi ne pas la gâcher : *« Mais oui ça va pas le faire avec de l'eau parce que souvent quand tu mets de l'eau dans une pâte à modeler ça ramollit. Et là quand on va la mettre dans l'eau elle va s'aplatir comme une crêpe »* (128 – N.R. 16, séance 4), *« On peut mettre du sel. Ouais du sel c'est bien »* (130 – N.R. 17, séance 4), *« Non parce qu'après ça va coller à la pâte à modeler »* (131 – J.P. 19, séance 4).

Séance 4 :

Pour comparer le volume de deux objets pleins, selon les élèves, il faut :
Conception 1 : Peser les objets.
Conception 3 : Mesurer le diamètre / la hauteur des objets.
Conception 4 : Aplatir ou fondre les objets.
Conception 6 : Mettre dans l'eau les objets, les uns après les autres et marquer la hauteur de l'eau pendant que chaque objet y est plongé.

Séance 5 :

Pour comparer le volume de deux objets creux, selon les élèves, il faut :
Conception 1 : Peser les objets.
Conception 2 : Tracer le tour de l'objet sur un support en une dimension.
Conception 3 : Mesurer le diamètre / la hauteur des objets.
Conception 4 : Aplatir ou fondre les objets.
Conception 5 : Regarder à l'œil nu la différence de grosseur.
Conception 6 : Mettre dans l'eau les objets, les uns après les autres et marquer la hauteur de l'eau pendant que chaque objet y est plongé.

Schéma de synthèse[19]

[19] Le bleu permet de repérer les conceptions communes aux séances 4 et 5.

La dernière méthode de comparaison (conception 6) a été réutilisée par certains pour la dernière séance qui servait à savoir si les élèves sauraient réinvestir leurs apprentissages dans le cas où les boules ont le même volume mais pas la même masse. Néanmoins, elle n'a pas été réutilisée par tous, ce qui veut dire que la conception initiale de certains élèves n'a pas été modifiée. Ainsi, je me questionne sur la cause de cette permanence. Pour tenter d'en comprendre les raisons, je vais analyser plus en détail ce qu'ont dit M.D., qui a réussi à changer de représentation, et C.H. qui n'y est pas parvenue.

b) L'évolution des conceptions de M.D. et C.H.

b1) Les interventions

C.H. et M.D. ont tous les deux participé aux débats et pourtant l'un (M.D.) a changé de représentation alors que l'autre (C.H.) n'a pas réussi à en changer. Ces deux élèves étaient dans le même groupe pendant la situation adidactique. Pendant celle-ci, C.H. est intervenue à vingt-neuf reprises tandis que M.D. a parlé six fois. Ensuite, M.D. est intervenu dans les débats à quinze reprises, puis neuf, puis onze, puis vingt-quatre. C.H., quant à elle, a parlé sept fois, puis huit, puis quatorze et enfin trente-cinq. Ainsi, la cause de la permanence de la conception initiale de C.H. ne semble pas être à mettre en lien avec le nombre d'interventions pendant les différentes séances.

b2) La conception initiale

Tous les deux pensaient que la masse avait un lien avec le volume : C.H. disait « *Bah oui il faut les peser avec une balance* » (31 – C.H. 2, séance 4) et M.D. disait *« Non, ça s'enlève du poids »* (78 – M.D. 9, séance 4), en voulant dire qu'une boule creuse et une boule pleine n'ont pas le même volume, n'ayant pas la même masse. Mais C.H. a compris que *« En fait ça se peut pas qu'on pèse parce qu'il faut que ce soit la même matière de départ. En fait quand tu pèses ça se peut pas parce que par exemple si on pèse le plastique et le verre ça se peut pas parce que le verre c'est déjà plus lourd de départ »* (80 – C.H. 8, séance 4).

b3) L'impression d'une évolution de conception initiale pour C.H.

Pour autant, C.H. était embêtée car la méthode apprise pour comparer le volume d'objets creux ne fonctionnait plus : « *Bah oui mais là dans les pâtes à modeler par exemple on peut pas mesurer parce qu'on peut rien mettre dedans* » (88 – C.H. 11, séance 4). Elle a donc réfléchi à des idées pour comparer les deux boules pleines : *« Bah moi, j'ai une autre idée. Tu prends un cure dents, tu piques. Tu fais un trait là où c'est et l'autre tu fais pareil »* (47 – C.H. 5, séance 4), *« Oui mais sinon on peut pas mesurer. Et si on les aplatit ? »* (49 – C.H. 6, séance 4), *« Il faut mettre quelque chose dans les boîtes pour peser. On va voir laquelle est la plus lourde comme ça »* (76 – C.H. 7, séance 4) et *« ... Mais on met de l'eau dedans hop on met la pâte à modeler dedans et on met là où l'eau elle s'est arrêtée à la fin. Après, on met la deuxième boule de pâte à modeler dedans et on regarde là où est-ce qu'elle elle va »* (120 – C.H. 14, séance 4). Il me paraissait alors que la conception initiale de C.H. avait été modifiée. En revanche, M.D. pensait toujours que *« C'est égaux »* (74 – M.D. 8, séance 4), en parlant des boîtes sur la balance, et que la dernière méthode proposée par C.H. ne pouvait pas fonctionner : *« Mais l'eau elle va s'imbiber dans la boule »* (86 – M.D. 10, séance 4).

b4) Le retour de la conception initiale

Lors de la cinquième séance, les conceptions initiales de ces deux élèves ont à nouveau ressurgi. M.D. disait : *« Bah là c'est facile. Il faut la balance cette fois »* (2 – M.D. 1, séance 5) et *« Oui mais c'est super lourd une boule de pétanque »* (5 – M.D. 2, séance 5). C.H., quant à elle, disait *« ...Ah oui peut-être. Mais la matière des fois par exemple le plomb c'est plus lourd que du plastique ou des choses comme ça... »* (17 – C.H. 2, séance 5), *« Bah oui mais la matière peut aussi faire le volume. Y a une matière qui peut prendre plus de volume »* (19 – C.H. 3, séance 5), *« Bah non c'est pareil, c'est le poids »* (50 – C.H. 10, séance 5), *« Non pour moi c'est pas ça le volume, ça c'est pas le volume »* (56 – C.H. 11, séance 5), *« Tu peux avoir une boule plus petite avec la pâte à modeler. Tu fais un trou dedans, tu la vides, tu mets du plomb dedans bah c'est peut être elle qui va gagner »* (108 – C.H. 16, séance 5) ou encore *« ...Y a aussi le poids »* (118 – C.H. 17, séance 5).

En plus de cela, C.H. était persuadée que la densité de la matière jouait un rôle dans le volume puisque certaines molécules sont serrées et d'autres non : *« Peut-être que c'est la même forme mais à l'intérieur ? Le polystyrène il a de l'air du coup ça prend moins de volume »* (21 – C.H. 4, séance 5), *« ...Bah oui mais dans la boule de polystyrène y a toujours de l'air. Y a des matières où y a de l'air et d'autres non »* (24 – C.H. 5, séance 5) et *« Bah oui contrairement au plomb non »* (26 – C.H. 6, séance 5).

b5) Les explications possibles quant à la permanence de la conception initiale

C.H. attache beaucoup d'importance au contrat didactique qu'elle a perçu pendant toute sa scolarité, ce qui l'amène à se dire qu'*« On peut essayer mais franchement c'est comme la dernière fois. Ca m'étonnerait que la maitresse nous fasse re-recommencer, ça veut dire que c'est pas ça »* (38 – C.H. 9, séance 5).

J'ai remarqué deux grandes différences entre M.D. et C.H. D'une part, M.D. a été acteur de l'expérience faite pour comparer deux boules alors que C.H. en a été spectatrice. D'autre part, C.H. ne tenait pas compte de ce qui se disait, elle restait persuadée qu'elle avait raison : *« Si ça flotte, l'eau elle va pas augmenter »* (121 – C.H. 18, séance 5), *« Bah oui mais ça veut dire que ça peut pas marcher tout le temps »* (125 – C.H. 20, séance 5), *« Oui bah même si c'est pas plus lourd y a la matière... »* (152 – C.H. 22, séance 5), *« Bah j'suis pas d'accord moi »* (167 – C.H. 23, séance 5), *« Sauf que si tu la vides ça fait exactement pareil »* (170 – C.H. 24, séance 5), *« Oui mais moi ce que je veux dire c'est que ça fait exactement pareil si tu vides... »* (174 – C.H. 25, séance 5), *« Oui mais si tu la vides ça fera exactement pareil »* (176 – C.H. 26, séance 5) ou encore *« Moi je veux vous montrer que si on fait autre chose ça peut ne pas marcher »* (178 – C.H. 27, séance 5). De même, elle ne comprenait pas tous les arguments : *« Bah la pâte à modeler si elle est plus grosse en taille mais à l'intérieur vide bah tu la mets dedans bah ça prend forcément plus de trucs. Vous au départ vous disiez que c'était le poids »* (182 – C.H. 29, séance 5), « *Bah moi depuis tout à l'heure je comprends que c'est le poids hein »* (186 – C.H. 30, séance 5). Au contraire, M.D. prenait en compte les différents arguments : *« Ah ouais ! Ah bah non »* (22 – M.D. 3, séance 5), *« Bah oui parce que... »* (36 – M.D. 5, séance 5), *« Ouais si on fait que ça euh mais bon on peut essayer »* (40 – M.D. 6, séance 5) ou encore *« ... Oui moi aussi je suis*

d'accord avec J.P.... » (112 – M.D. 9, séance 5). Nous pouvons donc supposer que C.H. n'était pas prête à tenir compte des contradictions de ses pairs, ce qui l'a peut-être empêchée de modifier son jugement.

b6) Les conceptions de C.H. et de M.D. à la fin de la séquence

A la fin, C.H. dit que le volume, *« Bah c'est la grande euh la taille »* (189 – C.H. 31, séance 5), mais, concernant la méthode de comparaison d'objets pleins, *« Ca je suis pas sûre »* (225 – C.H. 34, séance 5). Elle n'a donc pas changé de conception initiale bien qu'elle ait compris ce qu'est le volume. Au contraire, M.D. a compris que le volume est la place prise par l'objet : *« ...On a dit que c'était la grosseur »* (185 – M.D., séance 5), il sait que la matière *« ... Bah non ça n'a rien à faire »* (153 – M.D. 14, séance 5), il comprend que la masse n'a aucun impact non plus sur le volume : *« ... Bah c'est la boule de pétanque qui gagne... »* (143 – M.D. 11, séance 5) si on compare une petite boule d'or de la taille d'une balle de ping-pong et une grosse boule de pâte à modeler de la taille d'une boule de pétanque, et il prend conscience que la méthode, de mettre les objets pleins dans l'eau, à tour de rôle, pour comparer le niveau d'eau, fonctionne : *« Bah de toute façon c'est ça hein. Regardez là c'est le trait où y a la boule de pétanque et puis là c'est le trait où y a la pâte à modeler. Bah c'est plus la boule de pétanque qui fait hein »* (110 – M.D. 8, séance 5).

Ainsi, la plupart des élèves ont changé de conception initiale au cours de cette séquence. Ils ont compris ce qu'est le volume dans le cas des objets creux et des objets pleins et ils savent comparer le volume de ces différents objets. Malgré cela, certains élèves ne sont pas parvenus à ce changement conceptuel. Cela peut être dû au manque de manipulation individuelle dans la deuxième partie de la séquence, au peu de séquences intégrant des situations adidactiques et des interactions langagières dans leur parcours scolaire ou encore à la contradiction des pairs qui peut être difficile à vivre pour des enfants de cet âge.

Conclusion

En fin de cycle 3, les élèves doivent savoir mesurer et calculer des volumes. Pourtant, la grandeur « volume » n'est pas acquise pour la plupart. J'ai donc décidé de m'intéresser à cette difficulté pour mieux enseigner ce concept aux élèves de cycle 3. Je me suis demandée comment construire et analyser, dans le double cadre de la problématisation et de la Théorie des Situations Didactiques, une séquence permettant à des élèves de CM1 et de CM2 de construire le concept de volume. J'ai émis deux hypothèses étroitement liées. Selon moi, la phase de manipulation, rendue possible par une situation adidactique, amènerait les élèves à faire émerger des contraintes empiriques de manière implicite. De même, les interactions langagières, pendant les débats, permettraient de construire le problème grâce à une explicitation des contraintes empiriques. Après avoir mené une séquence composée d'une situation adidactique et de débats, j'ai pu analyser les propos des élèves au regard de mes hypothèses et répondre à ma problématique.

Pour construire le concept de volume dans une classe de CM1 – CM2, deux phases sont très importantes. Effectivement, la situation adidactique proposée aux élèves, à savoir le classement de boîtes en fonction de leur volume, a permis l'émergence de plusieurs contraintes empiriques de manière implicite. Ensuite, les débats proposés aux élèves ont permis l'explicitation de plusieurs contraintes empiriques, sous la forme de nécessités : les contraintes peuvent donc être explicitées grâce aux interactions langagières, pendant les débats en classe entière.

Malgré ce résultat, certains élèves ne sont pas parvenus à modifier la totalité de leurs conceptions initiales, le changement conceptuel n'a donc pas eu lieu. Cela peut être dû au manque de manipulation individuelle dans la deuxième partie de la séquence, au peu de séquences intégrant des situations adidactiques et des interactions langagières dans leur parcours scolaire ou encore à la contestation des pairs qui peut être difficile à vivre pour des enfants de cet âge.

Ce mémoire m'a permis d'approfondir mes connaissances sur la didactique des mathématiques mais aussi sur la pédagogie. Il est difficile de lâcher prise, en tant que professeur des écoles ; il est plus aisé de tout contrôler. Or les élèves apprennent mieux en étant acteurs de leurs apprentissages. Cette année, je me suis donc véritablement questionnée sur ma pratique professionnelle. Ce que j'ai appris pour l'enseignement des mathématiques me permettra dans les prochaines années de me questionner sur chaque discipline enseignée.

Bibliographie et sitographie

Brousseau G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), p.33-115.

Choquet C. (Sans date). *Différents types d'usage des problèmes*.

Fabre M. in Kéradec H. (2015). Problématiser pour mieux enseigner. *Economie et Management*, 157, p.67-71.

Guissard M.F., Henry V., Lambrecht P., Van Geet P. & Vansimpsen S. (2015). Math & Manip pour construire la notion de volume. *Grand N*, 96, p.35-44.

Houdé O. (2018). *L'école du cerveau*. Bruxelles : Mardaga.

Lieury A. & Fenouillet F. (1996). *Motivation et réussite scolaire*. Paris : Dunod.

Ministre de l'Education Nationale. (2015). Compétences communes à tous les professeurs et personnels d'éducation. *Bulletin officiel n°13 du 26 mars 2015*. En ligne : http://cache.media.education.gouv.fr/file/13/04/3/encart6379_fiche14_404043.pdf

Ministre de l'Education Nationale. (2015). Programme d'enseignement de l'école maternelle. *Bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015*. En ligne : https://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_2/37/8/ensel4759_arrete-annexe_prog_ecole_maternelle_403378.pdf

Ministre de l'Education Nationale. (2015). *Timss 2015 mathématiques et sciences – évaluation internationale des élèves de CM1*. En ligne : https://www.education.gouv.fr/timss-2015-mathematiques-et-sciences-evaluation-internationale-des-eleves-de-cm1-4226

Ministre de l'Education Nationale. (2018). La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Bulletin officiel n°3 du 26 avril 2018*. En ligne : https://www.education.gouv.fr/bo/18/Special3/MENE1809043N.htm

Ministre de l'Education Nationale. (2018). Programme du cycle 2. *Bulletin officiel n°30 du 26 juillet 2018*. En ligne : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/programmes_2018/20/0/Cycle_2_programme_consolide_1038200.pdf

Ministre de l'Education Nationale. (2018). Programme du cycle 3. *Bulletin officiel n°30 du 26 juillet 2018*. En ligne : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/programmes_2018/20/2/Cycle_3_programme_consolide_1038202.pdf

Ministre de l'Education Nationale. (2018). Programme du cycle 4. *Bulletin officiel n°30 du 26 juillet 2018*. En ligne : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/programmes_2018/20/4/Cycle_4_programme_consolide_1038204.pdf

Orange C. (2003). Problématisation, savoirs et apprentissages en sciences. In Favre, M. & Vélas, E. *Situation de formation et problématisation*. Bruxelles : De Boeck, p.75-84.

Orange C. (2010). Etude des situations « forcées » : Quelles méthodes pour les recherches didactiques s'appuyant fortement sur les productions des élèves et de la classe ? *Actes du congrès de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF)*. Suisse : Université de Genève.

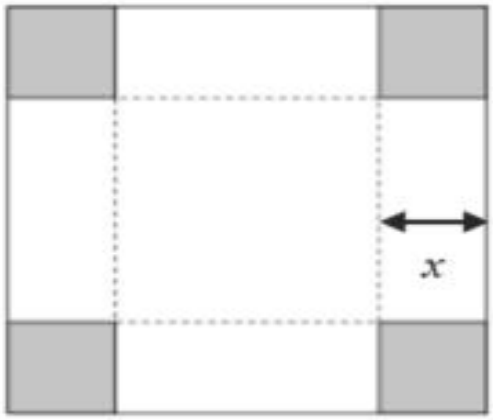
Orange C. (2012). *Enseigner les sciences: Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck.

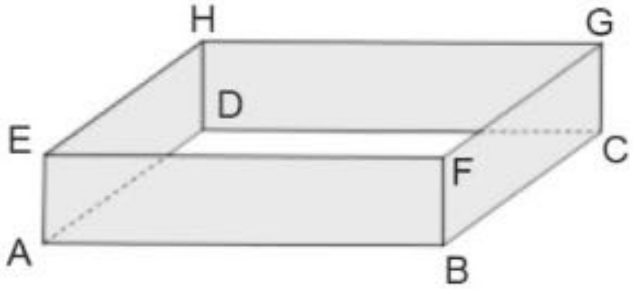
Rouquet F. (2018). L'apprentissage par problématisation du concept de vie. *Ressources,* 20, p.22-34.

Villani C. & Torossian C. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. En ligne : https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/imported_files/document/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf

Annexes

Annexe 1 : La solution du problème des boîtes





Les mesures des volumes de boîtes sont, pour la boîte :

- 1 : $19 \times 27 \times 1 = 513$ cm^3 quand x = 1 cm
- 2 : $17 \times 25 \times 2 = 850$ cm^3 quand x = 2 cm
- 3 : $15 \times 23 \times 3 = 1\,035$ cm^3 quand x = 3 cm
- 4 : $13 \times 21 \times 4 = 1\,092$ cm^3 quand x = 4 cm
- 5 : $11 \times 19 \times 5 = 1\,045$ cm^3 quand x = 5 cm
- 6 : $9 \times 17 \times 6 = 918$ cm^3 quand x = 6 cm
- 7 : $7 \times 15 \times 7 = 735$ cm^3 quand x = 7 cm
- 8 : $5 \times 13 \times 8 = 520$ cm^3 quand x = 8 cm
- 9 : $3 \times 11 \times 9 = 297$ cm^3 quand x = 9 cm
- 10 : $1 \times 9 \times 10 = 90$ cm^3 quand x = 10 cm

Le rangement des boîtes est donc :

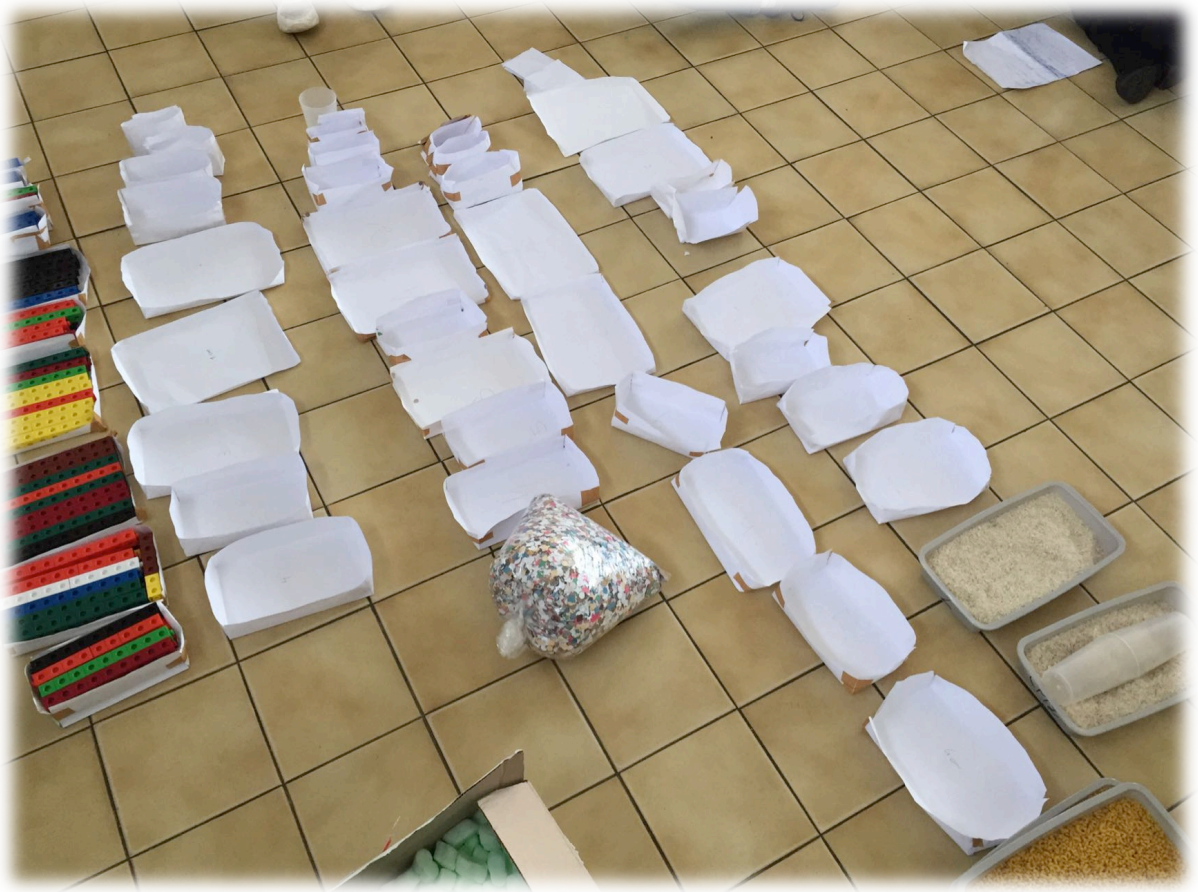
Boîte 10 < boîte 9 < boîte 1 < boîte 8 < boîte 7 < boîte 2 < boîte 6 < boîte 3 < boîte 5 < boîte 4

Annexe 2 : Les photos des travaux réalisés par les élèves

Séance 1 : le classement proposé par quatre groupes

Séance 2 : la recherche du classement par les cinq groupes

Séance 2 : le classement proposé par les cinq groupes



Annexe 3 : Les transcriptions des discussions et débats entre élèves

Séance 1 (rangement des boîtes d'un groupe de quatre élèves sur 12'30) :

Références	Intervenants	Interventions
1	Enseignante 1	Maintenant que vous avez construit vos boîtes, je vous demande de les classer de celle qui contient le moins à celle qui contient le plus.
2	C.J. 1	Qui contient quoi ?
3	C.H. 1	Mais nous c'est bon c'est déjà fait (en montrant les boîtes rangées les unes dans les autres).
4	N.M. 1	Mais non, celle qui contient le moins à celle qui contient le plus.
5	C.H. 2	Bah oui, celle là (la 10) c'est celle qui contient le moins et celle là (la 1) c'est celle qui contient le plus. On est d'accord ?
6	C.J. 2	Non.
7	C.H. 3	Si
8	C.J. 3	Bah non (en enlevant les boîtes les unes des autres).
9	M.D. 1	J'suis pas d'accord non plus.
10	N.M. 2	Et moi aussi j'suis pas d'accord. Explique pourquoi toi.
11	C.H. 4	Bah là on peut mettre moins d'eau et là on peut en mettre plus (en comparant la 1 et la 10).
12	C.J. 4	Oui mais dans celle-là (la boîte 4) tu peux en mettre plus.
13	C.H. 5	Oui, dans celle-là tu peux limite mettre plus de chose que là-dedans.
14	C.J. 5	Bah voilà.
15	C.H. 6	Ok alors on va s'amuser à tout classer. Alors je dirais que ces boîtes là elles contiennent pas mal et celles-là pas beaucoup (en montrant la 1 et la 10). Et la moins c'est vraiment celle-là je pense (la 10).
16	N.M. 3	Ah oui mais si on met plein de trucs fins (en montrant la surface de la 1).
17	C.J. 6	Bah non parce que le rebord il est petit quand même.

18	N.M. 4	Oui mais si tu mets plein de trucs fins (dans la 1), t'en mets plus que là-dedans (la boîte 5).
19	C.H. 7	Bah non, même les trucs fins t'en mets plus là (en montrant les boîtes 3, 4, 5 et 6).
20	N.M. 5	C'est pas faux.
21	C.J. 7	Bah on peut prendre les mesures comme ça on saura.
22	C.J. 8	On est d'accord que celle-là elle contient le moins ? (en montrant la 10)
23	M.D. 2	Bah oui.
24	C.H. 8	Ok, ça on est d'accord. Est-ce que ça, ça contient encore moins ? C'est un petit peu plus ou moins ?
25	M.D. 3	Un peu plus.
26	N.M. 6	Après c'est ça.
27	C.J. 9	Est-ce que là-dedans, tu peux mettre plus de grains de sable que là-dedans ?
28	C.H. 9	Euh ouais je pense. Euh je sais pas en fait, ça me paraît égal en fait.
29	N.M. 7	Mais là tu peux mettre plein de trucs fins en fait, super fins. Là, tu peux en mettre plus je te dis.
30	C.H. 10	J'sais pas.
31	N.M. 8	Mais si, tu peux en mettre plus comme c'est plus haut. Là c'est un rebord fin alors t'es d'accord, on peut en mettre moins ?
32	C.H. 11	Donc tu veux dire que dans celle-là (la 10), tu peux en mettre plus que là (la 1) ?
33	N.M. 9	Non, pas là.
34	C.H. 12	Je dirais qu'il y a plus d'air(e) là.
35	C.J. 10	J'suis pas sûre.
36	C.H. 13	Mais là M.D. t'es pas du tout avec nous en fait ! On a posé une question et on essaie d'y répondre là. Là on pense que c'est égal.
37	M.D. 4	Bah on va regarder avec la règle.
38	C.H. 14	Mais non, c'est pas avec ta règle qu'on va calculer. C'est pas

		avec une règle qu'on peut calculer l'aire.
39	N.M. 10	Mais si, on peut calculer la hauteur et la largeur.
40	C.H. 15	Et après la longueur aussi.
41	C.J. 11	Ah oui, j'ai compris.
42	N.M. 11	Voilà comment il faut calculer l'aire.
43	C.J. 12	Avec une unité sinon.
44	C.H. 16	Est-ce que tout le monde est d'accord ?
45	N.M. 12	Oui. Mais c'est périmètre (en montrant les rebords) et aire (en montrant la face du bas)
46	C.H. 17	Ok, qu'est-ce qu'on peut prendre comme unité ?
47	C.J. 13	J'essaie avec la règle.
48	N.M. 13	Qu'est-ce qu'on pourrait faire comme gabarit ?
49	C.J. 14	Ca fait neuf, trois et dix et demi.
50	C.H. 18	Ok et là (en prenant une autre boite), comment on peut faire ?
51	C.J. 15	Mais déjà lui c'est le plus petit (la 10).
52	C.H. 19	Oui mais après ?
53	C.J. 16	Bah lui.
54	C.H. 20	Mais en fait moi je pense que c'est lui (la 1). Moi j'aurais dit comme ça (en proposant un classement).
55	C.J. 17	Moi j'aurais dit que celui-là il contient le plus (en montrant la 4).
56	N.M. 14	Bah je sais pas trop parce qu'en fait il y en a qui sont plus petits mais plus hauts.
57	C.H. 21	Je pense aussi celui-là (la 5). J'hésite entre ces deux-là les plus grands (entre la 4 et la 5).
58	C.J. 18	Celui-là (en choisissant la 4). On a le plus petit et le plus grand.
59	C.H. 22	Le deuxième plus petit c'est celui-là (le 1), il est ultra fin, ultra petit.
60	C.J. 19	Non (en montrant la 9). Euh attends je vais voir quelque chose.
61	C.H. 23	Euh là les garçons y a que moi et C.J..

62	N.M. 15	Non, je regarde et je réfléchis.
63	C.J. 20	Et alors ?
64	N.M. 16	J'en sais rien, j'ai pas trouvé. Moi je sais pas trop.
65	C.H. 24	Est-ce que tout le monde est d'accord pour le plus grand et le plus petit déjà ?
66	N.M. 17	Oui ça c'est sûr.
67	C.H. 25	Mais après on sait pas.
68	N.M. 18	A l'œil nu, je sais pas.
69	C.H. 26	Moi je dirais comme ça (en proposant un classement).
70	M.D. 5	Oui, j'suis d'accord.
71	N.M. 19	Euh non c'est l'inverse entre ces deux-là (la 6 et la 7).
72	C.H. 27	M.D. est-ce que t'es d'accord ?
73	M.D. 6	Oui, je suis d'accord.
74	C.H. 28	Et toi C.J. ?
75	C.J. 21	Oui.
76	C.H. 29	Ok donc on est tous d'accord, c'est bon.

Total des interactions de l'enseignante : 1

Total des interactions des élèves : 75

C.H. : 29

C.J. : 21

N.M. : 19

M.D. : 6

Total des interactions : 76

Séance 2 (débat de 12’11 en classe entière) :

Références	Intervenants	Interventions
1	Enseignante 1	Hier, vous avez classé vos boîtes. Vous étiez 5 groupes. Là, j’ai mis que 3 classements (en montrant le tableau) parce qu’il y a certains groupes qui ont fait le même classement. Donc il y a certains groupes qui ont dit que la plus grande, non, la plus petite c’était la 10, ensuite la 9, la 8, la 7, la 6, la 5, la 4, la 3, la 2 puis la 1. Les deux autres groupes étaient d’accord aussi pour dire que la 10 et la 9, c’était les plus petites. Mais par contre après ils étaient plus d’accord avec ce groupe là. Eux, ils ont dit, après la 9 c’est la 1, puis la 2, puis la 3 qui sont les plus petites. Et après c’est 8, 7, 4, 6, 5. Et un autre groupe était d’accord avec le 10, le 9, le 1, le 2, le 3 mais après ils ont dit ah non nous on n’est pas d’accord, nous on dit que c’est la 7, la 8, la 6, la 5 et la 4.
2	M.A. 1	Oui mais maitresse...
3	Enseignante 2	Du coup, là vous pouvez voir que vous avez pas tous mis la même réponse.
4	Plusieurs 1	Non.
5	Enseignante 3	Oui, M.A..
6	M.A. 2	Mais nous hier on n’avait pas pu finir la fin du coup bah on n’a rien mis.
7	Enseignante 4	Oui bah du coup vous, vous êtes parmi le groupe où comme vous avez pas fini bah j’ai pas pu mettre votre classement ici. Mais ce qu’on peut observer là c’est quand même qu’il y a une différence.
8	Plusieurs 2	Bah oui.
9	Enseignante 5	Donc là moi je vous pose une question et je m’en vais dans le fond de la classe, je vous laisse répondre à cette question : Comment on peut faire pour être sûr de savoir quelle boîte contient plus qu’une autre ? Allez-y ! Levez pas la main, allez-y !
10	Plusieurs 3	...

11	Enseignante 6	Vous devez juste vous écouter hein !
12	L.F. 1	Alors qui veut prendre la parole ?
13	J.P. 1	Il faut s'écouter !
14	N.R. 1	Bah moi j'ai une idée mais je suis pas sûr en fait...
15	L.F. 2	... Bah vas-y, dis !
16	N.R. 2	Bah quand on voit la contenance d'une boîte on peut mettre de l'eau dedans pour voir combien on peut en prendre.
17	C.J. 1	Bah ça va traverser.
18	M.A. 3	C'était sur ce point que j'étais pas d'accord.
19	N.R. 3	Mais tu prends le 1 et le 4. Bah le 4 il va y a avoir plus que le 1. Mais le 1 il est plus grand.
20	M.A. 4	Bah non parce que le 4 il va dans le 1 du coup l'eau elle aura même pas le temps d'aller jusque dans le 1.
21	N.R. 4	Mais non, le rebord il est plus petit.
22	M.A. 5	Ca veut rien dire les bords
23	N.R. 5	Bah si, si tu mets de l'eau dedans, ça va déborder plus vite
24	M.A. 6	Oui mais c'est parce que c'est plus haut mais du coup si tu verses le 4 dans le 1 forcément ça va s'étendre mais avant de monter.
25	M.D. 1	Ouais mais oui c'est sûr parce qu'en fait là c'est tout petit bah là oui mais sauf qu'il y a des rebords donc bah ça prend du temps à monter (en montrant la boîte 10).
26	N.M. 1	Oui mais y a des groupes qu'ont mis l'inverse.
27	H.S. 1	Moi, j'ai peut-être une technique. Si on met le 1 dans le 10 du coup le 10 il est plus grand.
28	M.A. 7	Hein ? Le 10 ? Le 10, il est comme ça ! (en montrant la boîte).
29	L.F. 3	Ah oui le 10 il est plus petit !
30	N.R. 6	Il disait le 1 c'est le plus grand mais moi je pense pas.
31	H.S. 2	Attends-tends-tends. Si on met ça dedans bah voilà le 10 il est plus grand que le 1.
32	L.F. 4	Bah non !
33	M.D. 2	Bah pas du tout !

34	E.M. 1	Moi j'ai une autre idée !
35	N.M. 2	Regarde, elle va même pas passer dedans (en essayant de mettre la 1 dans la 10).
36	M.D. 3	Ca a la même épaisseur, ça fait 1 cm ça à peu près. Bah oui c'est sûr ça fait 1 cm.
37	N.M. 3	Oui et ça, ça fait pas 1 cm ?
38	M.D. 4	Si, ça fait 1 cm.
39	N.M. 4	Eh ben pourtant ça c'est plus grand ! Et regarde on peut même pas le passer dedans (en ré-essayant de mettre la 1 dans la 10).
40	Enseignante 7	Oui mais ça vous étiez tous d'accord il me semble, non ?
41	Plusieurs 4	...
42	L.M. 1	Mais chut euh... Ecoutez !
43	E.M. 2	Moi j'ai une idée.
44	Plusieurs 5	...
45	Plusieurs 6	Chut !
46	J.P. 2	Ceux qui ont des idées, ils lèvent la main !
47	M.A. 8	J'explique. Vu que le 1 il s'étend plus et le 4 il est plus en hauteur bah du coup l'eau elle s'écoule donc là t'es d'accord c'est plus haut mais c'est plus petit du coup bah ça va pas s'écouler. D'abord ça va monter et après ça va s'écouler du coup le temps que ça aille en hauteur bah ça va prendre du temps
48	N.R. 7	Sinon, il faut que ça contienne le plus possible de surface en fait.
49	M.A. 9	Je vais montrer mon idée parce que là...
50	E.L. 1	Il dit que si on met de l'eau dans le 4 et le 1 bah tu vas plus rapidement remplir le 4 que le 1.
51	N.R. 8	Mais non justement, ça monte moins rapidement. Il faut que la boîte contienne le plus possible de choses.
52	M.A. 10	Bah alors c'est le 1.
53	N.R. 9	Mais non.
54	J.P. 3	On voit pas ce que vous faites hein !

55	M.A. 11	Le 4, forcément oui...
56	M.D. 5	...Il est plus grand parce qu'en fait il a des rebords. En fait là il y a le 1 et le 4 (en montrant les boîtes). Le 4, il a des rebords alors il peut monter plus haut alors que celui-là il a des petits rebords.
57	C.J. 2	Ca va monter plus vite.
58	M.D. 6	Donc ça va déborder plus vite. En même pas une seconde euh
59	J.P. 4	Oui peut-être mais...
60	M.D. 7	... Le 1, il est beaucoup plus grand (en montrant la surface)
61	C.H. 1	Mais c'est pas ça qu'il faut prendre en compte...
62	M.D. 8	... En fait c'est la longueur pour que ça monte plus haut.
63	N.R. 10	En fait je pense que c'est égal moi....
64	M.D. 9	...Ah ouais moi aussi je pense...
65	N.R. 11	... parce que la feuille de papier c'est la même alors je pense que c'est égal.
66	J.P. 5	Enzo va parler s'il vous plait.
67	L.F. 5	Ecoutez-le. Les garçons...
68	Enseignante 8	M.D. ! M.A. ! N.M. !
69	E.M. 3	Alors moi j'avais une idée, je sais pas si ça va marcher mais en tout cas je l'ai fait, je vais essayer. J'avais l'idée de prendre par exemple la 5 et puis prendre un autre modèle et puis après j'avais l'idée de plier la boîte pour voir si on avait la même contenance ailleurs, sur une autre boîte.
70	T.C. 1	On vient de le faire. Mais là en fait le 1 et le 4 ils sont à peu près égaux hein.
71	J.P. 6	Moi j'ai une idée !
72	E.M. 4	Vas-y J.P..
73	J.P. 7	Je vais expliquer ma, bah pour savoir en fait si euh par exemple euh le quel est le plus petit ou le quel peut le moins contenir bah par exemple j'sais pas on prend euh quelque chose. On remplit par exemple bah le 4 de toute la chose et on verse ce qu'il y a dans le 4 dans par exemple euh le 1. Et

		on voit si le 1 il est rempli, il est aussi rempli que le 4 pour savoir s'il est plus grand ou plus petit.
74	N.M. 5	Mais y a toujours un problème. Si ça va pas à ras bord...
75	J.P. 8	...Non mais pas de l'eau. Par exemple du riz ou...
76	N.M. 6	... Si c'est pas à ras bord aussi, on va faire comment ?
77	M.D. 10	Oh du riz ! Maitresse, est-ce que tu as du riz ?
78	N.R. 12	Mais faut pas que ça laisse de l'espace. Si on met des crayons, ça laisse de l'espace.
79	J.P. 9	Oui sauf que si tu mets du riz ça laisse pas de l'espace.
80	Enseignante 9	Je peux en trouver si vous voulez tester.
81	M.D. 11	Oh oui pour cet après-midi.
82	Enseignante 10	Je ne sais pas si ça va marcher mais je peux en ramener.
83	C.J. 3	Bah sinon des trucs un peu plus gros, il y a des cubes aussi dans la classe.
84	J.P. 10	Bah oui sauf que ça peut laisser de l'espace alors que le sable non. Fin les cubes ça va forcément laisser de l'espace.
85	N.M. 7	Bah non, s'ils sont collés comme ça (il montre avec ses mains).
86	E.M. 5	Que le riz ou le sable, c'est bon.
87	M.D. 12	Je suis d'accord avec J.P..
88	N.R. 13	Bah sinon on prend un pot et on verse et on dit ça fait 4 pots....
89	H.S. 3	...Et, du sable sinon ?...
90	N.R. 14	... On prend le premier, on verse et ça fait 3 pots par exemple.
91	C.H. 2	Maitresse, il faut amener quelque chose : du sable, du riz...
92	E.M. 6	... ou des lentilles...
93	H.S. 4	...ou des petits pois !
94	E.M. 7	Non, des petits pois, c'est trop gros.
95	N.R. 15	Et ça coûte cher les lentilles !
96	C.J. 4	Oui mais après tu fais comment pour les prendre. On peut pas les compter un à un pour savoir hein.
97	Plusieurs 7	Mais non, on va pas faire ça !

98	C.H. 3	Tu fais des transferts à chaque fois, tu mets dans un verre et après dans un autre et voilà.
99	M.D. 13	On va prendre un verre et on va le verser et voir combien il y en a et voilà.
100	L.T. 1	Oh ouais !
101	E.M. 8	Sinon, si on prend des lentilles et ben par exemple hein on prend un gobelet, on verse dans un cube et puis après par exemple si ça prend 3 cubes, si ça prend 3 gobelets bah on marque sur une feuille par exemple le 1 : 3 gobelets.
102	C.H. 4	Oui mais ça peut te prendre la moitié par exemple.
103	J.P. 11	Bah on met un demi ou un tiers, un quart ou j'sais pas.
104	M.A. 12	Mais autant faire directement dans les trucs...
105	N.M. 8	... On met juste à ras bord et si l'autre il est pas rempli à ras bord et ben celle là elle est plus grande que celle là.
106	M.A. 13	Voilà !
107	Enseignante 11	Alors, est-ce que quelqu'un a une autre idée ?
108	M.D. 14	Bah le riz.
109	Enseignante 12	Ok. Est-ce que quelqu'un a une autre idée ?
110	Plusieurs 8	Non
111	Enseignante 13	Ok donc je vais essayer de récapituler et si j'ai oublié quelque chose, vous me le dites. Il y en a qui voulait, au début, se servir d'eau donc mettre de l'eau dedans...
112	N.R. 16	... Mais c'est comme le riz maitresse.
113	Enseignante 14	Vous pensez que c'est comme le riz ?
114	Plusieurs 9	Non !
115	N.R. 17	Non c'est pas comme le riz mais ça a la même fonction.
116	Enseignante 15	Ok, je récapitule. Donc certains ont pensé à mettre de l'eau dans les boîtes pour pouvoir comparer. D'autres ont pensé à plier les boîtes d'une certaine façon pour pouvoir aussi comparer le volume. Après il y a eu l'idée de les mettre les unes dans les autres pour voir s'il y en a une qui prend plus de place qu'une autre. Et après il y a eu l'idée soit des cubes, soit du riz, soit des lentilles, soit du sable. Est-ce que j'ai

		loupé une idée ?
117	C.H. 5	Bah les mesures.
118	Enseignante 16	Comment ça les mesures ?
119	C.H. 6	Bah mesurer toutes les boites, mesurer tout.
120	Enseignante 17	Mesurer tout quoi ?
121	C.H. 7	Bah on met la règle dedans et hop on mesure ça etcetera et on calcule toutes les mesures d'une seule boîte et on fait ça avec toutes les boites.
122	M.D. 15	Oui mais ça va durer hyper longtemps ! Et maitresse, je pense que pour le riz les rebords sont pas assez solides.
123	Enseignante 18	On va essayer tout ça, je vais aller chercher le matériel.

Total des interactions de l'enseignante : 18

Total des interactions des élèves : 105

N.R. : 17

M.D. : 15

M.A. : 13

J.P. : 11

N.M. : 8

E.M. : 8

C.H. : 7

L.F. : 5

C.J. : 4

H.S. : 4

L.M. : 1

E.L. : 1

T.C. : 1

L.T. : 1

Plusieurs en même temps : 9

Total des interactions : 123

Séance 3 (débat de 10’21 en classe entière) :

Références	Intervenants	Interventions
1	Enseignante 1	Alors, comment est-ce qu’on peut faire pour comparer le contenu de ces deux récipients là ? Là, j’ai amené deux récipients donc ce ne sont pas vos boîtes en papier. Il y a un récipient en plastique (en le montrant) et un récipient en verre (en le montrant). Donc à vous maintenant de débattre entre vous. Comment est-ce que vous pouvez faire pour comparer le contenu de ces deux récipients ?
2	E.L. 1	On peut essayer avec de l’eau non ?
3	J.P. 1	Ouais
4	N.M. 1	Ou du sable
5	H.S. 1	Ou avec du riz
6	N.R. 1	Mais moi je dirais qu’il faut commencer par remplir à ras bord cette boîte et la verser dans l’autre. Et si ça arrive euh si l’eau déborde bah ça veut dire qu’elle est plus grande.
7	H.S. 2	N.R., c’est plus facile de faire l’inverse...
8	N.R. 2	...Mais non comme ça on va voir l’évolution. Si il reste beaucoup ça veut dire que celle-ci elle est beaucoup plus grande que celle-ci et si il reste un tout petit peu...
9	J.P. 2	Ouais bah N.R. nous on avait fait ça avec euh...
10	N.R. 3	...Bah oui nous avec les pâtes on versait tout dans le plus petit ou dans le plus pratique bah au pire au hasard. On versait les pâtes. On mettait à ras bord. Hop on renversait comme ça et on voyait si ça débordait ou si c’était à ras bord.
11	C.H. 1	Bah nous aussi. On peut le faire avec de l’eau.
12	N.R. 4	Par contre maitresse, il faut que ça arrive à ras bord comme ça du coup on disait que c’était ex-aequo.
13	C.H. 2	Moi je pense qu’avec de l’eau c’est beaucoup plus précis parce que là il n’y a pas du tout d’air avec de l’eau.
14	L.F. 1	Bah on peut faire l’expérience.
15	Enseignante 2	Vous avez tous donné vos idées ?
16	Plusieurs 1	Bah oui

17	M.D. 1	Non, y a H.S. qui veut mettre du sable.
18	H.S. 3	Moi je veux mettre du sable.
19	E.L. 2	Oui c'est mieux parce que l'eau si elle déborde elle coule partout alors que le sable.
20	M.D. 2	Bah oui le sable il restera accroché.
21	L.F. 2	Mais c'est plus précis l'eau.
22	L.M. 1	Mais oui.
23	M.D. 3	Faut mieux de l'eau en fait.
24	L.F. 3	Bah sinon on essaie soit avec de l'eau avant et après avec heu le sable.
25	E.L. 3	Bah c'est un peu pareil.
26	Enseignante 3	Euh du coup si vous faîtes, que ce soit avec du sable ou avec de l'eau. Comment est-ce que vous faites ? Est-ce que vous êtes tous d'accord avec N.R. pour dire qu'on met dans une et après on met dans l'autre ?
27	Plusieurs 2	Oui.
28	N.R. 5	Après c'est possible l'inverse hein, mettre dans le récipient en verre.
29	Enseignante 4	Dans celui-là, celui en verre et après mettre dans celui en plastique ?
30	E.M. 1	Oui, c'est même mieux comme ça.
31	Enseignante 5	Est-ce que quelqu'un a une autre idée pour comparer ?
32	Plusieurs 3	Non.
33	Enseignante 6	Donc si je récapitule, on met de l'eau dans un des deux récipients...
34	J.P. 3	...ou du sable...
35	Enseignante 7	...ou du sable. Après on met dans l'autre, on transvase, et on regarde si c'est bien...
36	M.D. 4	...si ça déborde...
37	Enseignante 8	...Oui.
38	M.A. 1	On pourra le faire dehors ? Parce que là dans la classe, si ça déborde...
39	Enseignante 9	...Oui.

Expériences		
40	Enseignante 10	Certains ne sont pas sûrs de savoir s'il y a une grande différence ou pas.
41	C.H. 3	...Y en a pas une énorme hein...
42	Enseignante 11	... Est-ce que vous avez une solution pour savoir s'il y a une grande différence ou pas ?
43	M.D. 5	Oui, on met des cubes.
44	J.P. 4	Bah par exemple je pense que sur le verre eh ben il faudrait faire des marques sur euh par exemple avec un feutre euh il faudrait faire des marques sur le verre par exemple d'écart de deux centimètres ou d'un centimètre, un centimètre cinq et comme ça on sait s'il est beaucoup plus grand ou pas.
45	N.M. 2	Bah non c'est pas logique parce que...
46	C.H. 4	...J'ai rien compris...
47	N.M. 3	...y en a un il est plus grand en largeur qu'en hauteur du coup ça va pas marcher.
48	J.P. 5	Bah oui mais si par exemple le euh comment dire si on met l'eau dans le petit bac blanc et qu'on le verse dans le pot en verre et que le pot en verre il a les mesures. Donc ça va aller jusqu'à une certaine mesure ou pas ou ça va être entre les deux. Et du coup après on va rajouter euh on va voir la euh je sais pas comment m'expliquer bah euh ce qu'il reste qu'est pas rempli dans le verre...
49	M.D. 6	...Peut-être qu'avec le sable...
50	J.P. 6	...Et comme ça on saura.
51	E.L. 4	Moi j'avais une autre euh au pire on peut faire l'inverse. On remplit le bocal à ras bord. Après on remplit avec l'eau qu'est dans le bocal le petit bac et après comme ça on regarde ce qui reste.
52	J.P. 7	Ouais bah par exemple oui.
53	E.L. 5	Et s'il en reste beaucoup en centimètres ça veut dire que c'est beaucoup plus grand.
54	L.F. 4	Moi je comprends rien des deux.

55	J.P. 8	Bah je peux expliquer...
56	M.D. 7	...En fait Enzo il a dit que en fait il faut remplir le bocal et après tu verses dans le bocal blanc et puis après quand il est à ras bord, t'arrêtes et puis tu calcules euh...
57	N.R. 6	...Combien de centimètres il reste.
58	E.M. 2	Moi j'ai une autre idée par contre. Moi j'avais l'idée qu'on prend un verre pour mettre du sable ou un truc comme ça. On prend un gobelet, on verse dans le récipient en verre par exemple. Et puis on attend qu'il soit à ras bord. Et puis on note sur une feuille par exemple cinq gobelets et deux poignées de main comme on avait fait nous. Et puis après on va voir si le pot en plastique il fait cinq verres et deux poignées de main.
59	N.M. 4	Je pense que l'idée de J.P. et Enzo est largement plus précise.
60	M.D. 8	Euh ouais. Ouais parce que là un gobelet euh des fois il va être à ras bord.
61	E.L. 6	Bah ça dépend si tu mets un peu moins que le gobelet que t'avais mis avant euh c'est pas précis.
62	N.M. 5	Oui et puis mettre à ras bord sans rien renverser euh voilà.
63	C.H. 5	C'est jamais précis. Y a toujours une petite différence.
64	M.D. 9	Bah moi je suis d'accord avec l'idée de J.P. et de Enzo.
65	C.H. 6	Moi aussi.
66	N.M. 6	Ouais.
67	Enseignante 12	Donc si je récapitule soit on prend alors par contre avec de l'eau tes poignées de main je ne sais pas comment tu vas les faire ?
68	E.M. 3	C'est avec du sable.
69	Enseignante 13	Alors soit on prend un gobelet et on regarde combien de gobelets il faut et combien de poignées de main ou soit on met l'eau dans un des récipients. Après, on le vide et on regarde ce qu'il reste comme place ou alors on prend le verre euh le bocal en verre et on met toute l'eau qu'on peut mettre dedans et on regarde combien y en reste. C'est ça ?

70	C.H. 7	Je préfère la technique de J.P. et Enzo.
71	Enseignante 14	Bah vous allez essayer les trois techniques et on va voir.
72	E.L. 7	Pourquoi trois techniques ?
73	Enseignante 15	Du bocal en plastique vers le bocal en verre, du bocal en verre vers le bocal en plastique...
74	E.L. 8	...Ah oui...
75	Enseignante 16	...et la technique d'Enzo qui dit qu'il faut...
76	N.M. 7	...Mais il faut du sable...
77	E.L. 9	...Mais le bocal euh il faut mettre des mesures.
78	Enseignante 17	Quelles mesures ?
79	N.M. 8	Bah oui quelles mesures ? Parce que par exemple si on met sur le grand bocal en verre les mesures. Si on met l'eau dedans bah le blanc c'est les mêmes mesures.
80	Plusieurs 4	Hein ?
81	J.P. 9	Bah ouais fin ouais.
82	N.M. 9	Bah pas vraiment mais euh.
83	E.L. 10	Bah faut mieux commencer par le bocal.
84	J.P. 10	Ouais c'est sûr faut mieux commencer par le bocal, c'est mieux.
85	Enseignante 18	Donc là est-ce qu'on a quelque chose à faire avant de verser l'eau ?
86	E.L. 11	Oui il faut mettre les mesures.
87	Enseignante 19	Quelles mesures ?
88	J.P. 11	Bah j'sais pas un centimètre cinq ou un centimètre ou deux centimètres.
89	E.L. 12	Bah sinon un centimètre.
90	Plusieurs 5	Oui.
91	J.P. 12	Bah j'sais pas c'est un peu petit quand même.
92	C.H. 8	Bah c'est pas grave.
93	Enseignante 20	Donc vous voulez dire qu'en hauteur vous mettez un centimètre, vous graduez le bocal dans le sens de sa hauteur ? (en montrant)
94	Plusieurs 6	Oui.

95	Enseignante 21	Et vous faites la même chose ici ? (en montrant la boîte en plastique)
96	E.L. 13	Non, là on le fait pas parce que l'autre on va le vider parce qu'on sait que le bocal il est un peu plus gros donc on peut mettre plus d'eau. Donc on va regarder ce qu'il reste et s'il en reste pas ou s'il en reste trois centimètres ou alors juste un centimètre alors on va dire que ça va
97	N.R. 7	On va voir. S'il en reste deux centimètres c'est pas beaucoup.
98	Enseignante 22	D'accord bah vous allez essayer.

Total des interactions de l'enseignante : 22

Total des interactions des élèves : 76

N.R. : 7

M.D. : 9

J.P. : 12

N.M. : 9

E.M. : 3

C.H. : 8

H.S. : 3

E.L. : 13

L.M. : 1

L.F. : 4

M.A. : 1

Plusieurs en même temps : 6

Total des interactions : 98

Séance 4 (débat de 25’11 en classe entière) :

Références	Intervenants	Interventions
1	Enseignante 1	Qu’est-ce qu’on a appris sur le volume ?
2	N.T. 1	Avec du papier, on peut faire des boîtes.
3	Enseignante 2	Et qu’est-ce qu’elles ont de spécial ces boîtes ?
4	N.T. 2	Elles ont le même volume.
5	Enseignante 3	Donc avec une même feuille de papier, on peut faire plusieurs boîtes qui n’ont pas le même volume.
6	M.D. 1	Il faut les remplir pour s’en rendre compte.
7	Enseignante 4	Alors pour comparer le volume...
8	M.D. 2	...Bah il faut remplir un bocal et tu le transvase et puis on va voir si ça déborde. Bah si ça déborde, c’est le bocal qui est plus grand et si c’est l’autre bocal qui dépasse bah c’est pas le plus grand.
9	Enseignante 5	Il n’y avait pas que cette méthode. Rappelez-vous, E.M. avait proposé une autre méthode...
10	M.D. 3	...Elle ne marchait pas...
11	Enseignante 6	Si, elle marchait mais elle était...
12	N.T. 3	...Moins précise...
13	Enseignante 7	...Moins précise. Donc là tu as parlé de la méthode la plus précise mais il y a d’autres méthodes.
14	L.F. 1	Bah aussi il y avait l’idée de mettre les graduations sur le bocal. Et on mettait de l’eau dedans et on versait dans la boîte blanche et puis on voyait ce qu’il restait dans le bocal et euh on devait compter ce qu’il restait d’eau. Mais euh on comptait pas l’eau, on comptait combien il restait de graduations...
15	Enseignante 8	...De centimètres...
16	L.F. 2	...Oui.
17	Enseignante 9	Par rapport à ça, qu’est-ce que je vous ai dit à la fin ? Vous, vous avez regardé combien il restait en centimètres donc vous avez essayé de mesurer en fait ce qu’il manquait ou ce qu’il y avait en trop.

18	P.V. 1	Bah tu nous as montré des verres mesureurs et on a oublié de te dire qu'il fallait prendre des verres mesureurs.
19	Enseignante 10	Les verres mesureurs étaient en centimètres ?
20	P.V. 2	Non, en millimètres.
21	M.D. 4	Mais non, en centimètres.
22	C.H. 1	Mais non, c'est des litres.
23	N.R. 1	Il y avait aussi les centimètres carrés, non ?
24	C.J. 1	Non, c'est des centimètres cubes.
25	Enseignante 11	Alors oui il y a les litres, millilitres, centilitres et tout ça et puis il y a aussi les centimètres cubes. Donc on parle de centimètres cubes. Les centimètres carrés, on entend carré. Dans un carré, on ne peut rien mettre, c'est plat. Pour qu'on puisse mettre quelque chose dans le récipient, il faut que ce soit un...
26	Plusieurs 1	...Un cube...
27	Enseignante 12	...Un cube donc on dit un centimètre cube.
28	N.M. 1	On l'a vu l'année dernière ça.
29	Enseignante 13	Oui, et on va le revoir. Alors on a vu plein de choses sur le volume. Si je vous présente ces deux boules-là (en présentant deux boules en pâte à modeler de même volume), comment on peut faire pour comparer ces deux boules qui sont pleines ?
30	J.P. 1	Bah il faut peser les balles.
31	C.H. 2	Bah oui il faut les peser avec une balance.
32	N.T. 4	Bah oui comme on peut pas les mesurer.
33	L.F. 3	Bah moi aussi j'avais cette idée mais on peut les prendre dans la main et on voit la quelle est la plus lourde.
34	M.D. 5	C'est pas précis ça.
35	N.M. 2	C'est trop difficile ça, c'est pas précis. Là on a de quoi le faire alors autant prendre la balance.
36	M.A. 1	Ca ne peut pas marcher parce qu'une boule de pâte à modeler c'est jamais tout rond en fait. Y a des petits bouts qui dépassent.

37	J.P. 2	Bah et alors ?
38	M.D. 6	En fait c'est ex æquo.
39	Enseignante 14	On va essayer, je vais chercher la balance
Expériences : 1 - Peser les deux boules. 2 - Peser deux boîtes en papier qui n'ont pas le même volume (enseignante)		
40	C.H. 3	C'est du papier et le papier a le même poids.
41	Enseignante 15	Mais on cherche le volume là.
42	C.H. 4	Oui mais là on peut le mesurer, on le met pas sur la balance.
43	Enseignante 16	Oui mais là, ce que je vous demande, est-ce que c'est le poids ?
44	Plusieurs 2	Bah non.
45	Enseignante 17	Je vous demande le volume. Vous m'avez dit pour connaître le volume on prend une balance
46	J.P. 3	Là on veut connaître le volume donc là où y en a le plus ou le moins.
47	C.H. 5	Bah moi, j'ai une autre idée. Tu prends un cure dents, tu piques. Tu fais un trait là où c'est et l'autre tu fais pareil.
48	N.M. 3	Bah non, ça c'est la hauteur.
49	C.H. 6	Oui mais sinon on peut pas mesurer. Et si on les aplatit ?
50	E.M. 1	Bah sinon moi j'ai une autre idée. Moi j'avais eu l'idée euh je prends ton idée de cure dents. On plante le cure dents dedans et puis si il ressort de l'autre côté eh ben on le laisse et si on reprend un autre cure dents...
51	J.P. 4	...Le problème c'est que la boule de pâte à modeler elle est pas toute lisse partout. C'est pas comme une boule de ping pong, elle est pas parfaitement ronde. Du coup il faudrait faire fondre la pâte à modeler comme ça on va voir jusqu'où elle va.
52	M.A. 2	Avec quoi tu veux faire fondre la pâte à modeler ?
53	J.P. 5	Bah je sais pas moi.
54	Enseignante 18	Je ne peux pas faire fondre la pâte à modeler, non. Avant de continuer, est-ce que vous êtes toujours d'accord pour dire

		que pour savoir le volume on peut utiliser la balance ?
55	Plusieurs 3	Non.
56	N.M. 4	C'est pour le poids.
57	J.P. 6	On pourra savoir quel est le plus grand volume mais on pourra pas savoir c'est quoi son volume
58	Enseignante 19	Donc là je peux savoir quelle est la feuille qui peut contenir le plus grand volume ? (en montrant les boîtes en papier sur la balance)
59	J.P. 7	Oui, c'est ça.
60	Enseignante 20	Avec la balance, là vous voyez quelle est la boîte qui a le plus grand volume ?
61	Plusieurs 4	Non.
62	N.R. 2	Bah non en fait parce que les feuilles de papier A4, ça a le même poids. On peut pas prendre la balance parce que c'est la même unité de départ. Une feuille, même si on la plie, c'est le même poids.
63	Enseignante 21	Donc on ne peut pas mesurer le volume de ces deux boîtes avec la balance ?
64	M.D. 7	Bah non parce que c'est trop léger.
65	N.R. 3	C'est le même gabarit là. Si tu fais des origamis et que tu les poses, ça fera pareil.
66	Enseignante 22	Donc N.R. nous dit qu'on ne peut pas utiliser la balance pour comparer des volumes.
67	J.P. 8	Si si si mais là c'est pas la même chose parce que les feuilles on les a découpées mais on les a pas découpées pareil donc elles sont forcément différentes.
68	N.M. 5	C'est pas faux.
69	N.R. 4	Oui mais tu peux mesurer la feuille qui est la plus lourde que l'autre, ça veut dire qu'elle contient plus de surface que l'autre.
70	J.P. 9	Bah alors faudrait essayer la plus lourde avec par exemple la 8.
71	M.A. 3	Bah en fait pas forcément parce que si on a mis beaucoup de

		scotch bah ça va faire du poids en plus.
72	E.M. 2	Ah bah oui !
Expérience de J.P.		
73	N.R. 5	Bah on peut pas voir.
74	M.D. 8	C'est égaux.
75	H.S. 1	La balance, elle est pas du tout précise.
76	C.H. 7	Il faut mettre quelque chose dans les boîtes pour peser. On va voir laquelle est la plus lourde comme ça.
77	Enseignante 23	Alors du coup si je fais un trou dans une boule et que j'enlève plein de pâte à modeler, est-ce que le volume sera le même que l'autre boule remplie de pâte à modeler ?
78	M.D. 9	Non, ça s'enlève du poids.
79	N.R. 6	Bah si ça sera toujours le même volume. Bah je sais pas moi, ça sera le même volume mais il sera pas rempli. Quand tu vois la feuille 8 (en parlant de la boîte) remplie de rien, vide, bah c'est strictement pareil sauf qu'on la remplit. Comme hier, on a mis dans le vase (en parler du bocal en verre) de l'eau pour comparer avec une boîte en plastique. On a comparé bah le vase plein d'eau et le vase sans eau bah c'est toujours le même vase.
80	C.H. 8	En fait ça se peut pas qu'on pèse parce qu'il faut que ce soit la même matière de départ. En fait quand tu pèses ça se peut pas parce que par exemple si on pèse le plastique et le verre ça se peut pas parce que le verre c'est déjà plus lourd de départ.
81	Enseignante 24	Tu veux dire que si on avait pris quelque chose en verre et quelque chose en plastique qui peut contenir exactement la même chose en eau, si on l'avait pesé, ça n'aurait pas fait le même poids ?
82	C.H. 9	Bah non parce qu'il y a une matière qu'est plus lourde de départ.
83	J.P. 10	Ca dépend parce qu'à un moment donné forcément la boîte en plastique elle se remplit par exemple d'eau. Forcément, à

		un moment donné elle va être aussi lourde que le bocal en verre qui n'est pas rempli d'eau.
84	C.H. 10	Oui mais si tu les remplis les deux, c'est le verre qui va...
85	J.P. 11	...Oui, forcément.
86	M.D. 10	Mais l'eau elle va s'imbiber dans la boule.
87	N.R. 7	On peut pas savoir combien d'eau il y a dans la vase quand on pèse. Nous, on travaille sur les volumes. On veut savoir dans un vase combien on peut mettre d'eau en millilitres, litres, litres cubes et tout ça.
88	C.H. 11	Bah oui mais là dans les pâtes à modeler par exemple on peut pas mesurer parce qu'on peut rien mettre dedans.
89	H.S. 2	Mais là on voit que c'est la plus lourde alors c'est la plus grande.
90	N.R. 8	Bah pas forcément parce que si on met un petit poids en plomb et un gros poids vide à l'intérieur en métal bah le poids en plomb sera plus lourd alors qu'il est beaucoup plus petit.
91	Enseignante 25	Oui mais là c'est la même matière alors je vais vous donner un indice parce que c'est très compliqué. Je vous montre une vidéo et vous me direz ce que vous avez compris.
Vidéo		
92	M.D. 11	Eh ben en fait le monsieur eh ben quand l'eau elle est entrée dans le caleçon eh ben quand il en perd eh ben ça sèche et ça en met partout.
93	N.T. 5	Mais non c'est pas ça du tout.
94	Plusieurs 5	Mais non (en riant).
95	P.V. 3	En fait le monsieur il est lourd fin en fait je sais pas s'il est lourd ou pas mais en fait quand il enlève son corps l'eau elle baisse et quand il le met, elle remonte.
96	J.P. 12	C'est parce qu'en fait euh la personne elle est dans l'eau. Par exemple, vous êtes dans votre bain, on met l'eau, vous faites couler l'eau, voilà. Vous rentrez dans votre bain. L'eau elle va forcément monter parce que vous prenez de la place et

		l'eau elle peut pas rentrer dans votre corps du coup...
97	N.R. 9	...Tu prends de la surface dans l'eau...
98	J.P. 13	...Voilà, tu prends de la surface. C'est comme si y avait euh je sais pas une énorme île qui poussait au milieu de l'eau. Bah l'eau elle va monter sur les côtes parce qu'elle va être poussée, elle va plus avoir de place à cet endroit et du coup il va falloir qu'elle se mettre autre part.
99	Non identifié 1	Ah !
100	J.P. 14	C'est pour ça que ça monte ou ça descend.
101	N.M. 6	Bah il est plus lourd et il prend largement moins de place. Du coup bah techniquement il va couler.
102	E.M. 3	De quoi N.M. ?
103	N.M. 7	Non rien je parlais tout seul.
104	E.M. 4	Ah ok.
105	Enseignante 26	Et pourquoi je vous ai montré ça ?
106	N.T. 6	Pour nous donner un indice.
107	C.J. 2	Bah peut-être que les pâtes à modeler si tu les mets dans l'eau tu vas voir la quelle est la plus lourde parce que ça va remonter.
108	E.L. 1	C'est ce que je pensais mais je n'étais pas sûr.
109	N.R. 10	On prend un gobelet, on le gradue de un centimètre en un centimètre. On met de l'eau euh par exemple au dessus d'une pâte à modeler. On met à côté, on met au dessus un trait et comme ça on met un deuxième verre à côté et on met l'eau au même niveau que l'autre. On plonge les deux pâtes à modeler et l'eau qui va être la plus haute...
110	J.P. 15	...C'est celle qui aura le plus grand volume...
111	N.R. 11	...C'est elle qui aura le plus de volume. Et après, avec les centimètres, on va pouvoir dire si elle est beaucoup plus grosse ou un petit peu plus grosse.
112	L.T. 1	Mais si ça tombe pile entre les deux.
113	C.H. 12	Mais on peut mettre dans les verres mesureurs.
114	Enseignante 27	J'ai un saladier mais je n'ai pas les verres mesureurs d'hier.

115	C.H. 13	Ah.
116	E.M. 5	Euh du coup si tu prends un gobelet en plastique eh ben et que tu mets de l'eau dedans eh ben si la pâte à modeler elle coule eh ben il y aura pas assez de place.
117	N.R. 12	Peut-être que si.
118	E.M. 6	Bah non.
119	N.R. 13	Au pire la pâte à modeler on l'aplatit...
120	C.H. 14	...Mais on met de l'eau dedans hop on met la pâte à modeler dedans et on met là où l'eau elle s'est arrêtée à la fin. Après, on met la deuxième boule de pâte à modeler dedans et on regarde là où est-ce qu'elle elle va.
121	J.P. 16	Ouais c'est vrai ça évite de faire plus de traits.
122	N.R. 14	Mais euh c'est le même idée que moi. Sauf que tu l'as modifiée.
123	N.M. 8	Mais y a un problème. Si la pâte à modeler elle est imbibée d'eau on fait comment ? On sait pas si elle se remplit d'eau par exemple.
124	N.R. 15	Bah maitresse, est-ce qu'elle résiste à l'eau ?
125	J.P. 17	Mais non elle résiste pas à l'eau.
126	Enseignante 28	Je ne sais pas, on verra bien.
127	J.P. 18	Bah forcément ça va pas marcher.
128	N.R. 16	Mais oui ça va pas le faire avec de l'eau parce que souvent quand tu mets de l'eau dans une pâte à modeler ça ramollit. Et là quand on va la mettre dans l'eau elle va s'aplatir comme une crêpe.
129	Enseignante 29	On va faire l'expérience et ça répondra à votre question.
130	N.R. 17	On peut mettre du sel. Ouais du sel c'est bien.
131	J.P. 19	Non parce qu'après ça va coller à la pâte à modeler.
132	Enseignante 30	On essaie comme vous avez proposé avec l'eau.
Expérience avec l'eau		

Total des interactions de l'enseignante : 30

Total des interactions des élèves : 102

N.T. : 6

M.D. : 11

L.F. : 3

P.V. : 3

C.H. : 14

N.R. : 17

C.J. : 2

N.M. : 8

J.P. : 19

M.A. : 3

E.M. : 6

H.S. : 2

E.L. : 1

L.T. : 1

Elève non identifié : 1

Plusieurs en même temps : 5

Total des interactions : 132

Séance 5 (débat de 36’32 en classe entière) :

Références	Intervenants	Interventions
1	Enseignante 1	J’ai deux boules (en présentant une boule en pâte à modeler et une boule de pétanque). Comment savoir la quelle a le plus grand volume ?
2	M.D. 1	Bah là c’est facile. Il faut la balance cette fois.
3	M.A. 1	Bah non. C’est pas le poids qui compte.
4	H.S. 1	La boule de pétanque elle est vide.
5	M.D. 2	Oui mais c’est super lourd une boule de pétanque.
6	H.S. 2	On va la mettre dans l’eau.
7	A.S. 1	Bah oui moi je pense qu’il faut les mettre dans de l’eau pour savoir jusqu’à où l’eau elle va monter.
8	H.S. 3	La boule de pétanque elle coule donc ça change rien.
9	L.F. 1	Bah la pâte à modeler aussi hein.
10	A.S. 2	Le niveau d’eau qui monte.
11	E.M. 1	Ah bah oui le niveau d’eau qui monte bah oui.
12	A.S. 3	Le quel a le plus grand périmètre, c’est pas le poids là.
13	J.P. 1	On parle pas du périmètre.
14	A.S. 4	Ben le plus grand. Ah oui le plus grand volume. Bah on cherche pas à savoir le poids, on cherche à savoir le volume. Pour ça, il faut mettre dans l’eau et savoir l’eau elle monte jusqu’à où et elle est comment au début. Et on mettra jusqu’où elle monte et on compare les deux.
15	C.H. 1	Moi je pense que...
16	N.M. 1	...Moi je suis d’accord avec toi...
17	C.H. 2	...Ah oui peut-être. Mais la matière des fois par exemple le plomb c’est plus lourd que du plastique ou des choses comme ça...
18	M.A. 2	...Mais on parle pas du poids.
19	C.H. 3	Bah oui mais la matière peut aussi faire le volume. Y a une matière qui peut prendre plus de volume.
20	A.S. 5	Si on prend une boule en polystyrène et une boule en plomb bah c’est exactement de la même forme.

21	C.H. 4	Peut-être que c'est la même forme mais à l'intérieur ? Le polystyrène il a de l'air du coup ça prend moins de volume.
22	M.D. 3	Ah ouais ! Ah bah non.
23	A.S. 6	Mais là les deux sont pleines. Si t'as une boule de plomb pleine, une boule de polystyrène pleine...
24	C.H. 5	...Bah oui mais dans la boule de polystyrène y a toujours de l'air. Y a des matières où y a de l'air et d'autres non.
25	M.A. 3	Oui mais dans la pâte à modeler y a de l'air.
26	C.H. 6	Bah oui contrairement au plomb non.
27	M.D. 4	Bah là de la feraille heu...
28	C.H. 7	...Bah y a pas d'air.
29	J.P. 2	Dans la pâte à modeler, y a de l'air ?
30	C.H. 8	Bah oui.
31	A.S. 7	Mais l'eau elle va rentrer à l'intérieur et l'eau soit elle monte soit bah soit elle descend. Parce que si l'eau elle va à l'intérieur bah forcément elle va descendre. Bah moi je pense qu'il faut mettre dans l'eau.
32	N.R. 1	Moi je pense qu'il faut la mettre dans l'eau. Mais dans un verre mesureur avec des vraies mesures parce que sinon c'est fait pas très bien.
33	L.F. 2	Moi je suis d'accord avec A.S. mais je sais que fin comparer la boule de pétanque et la pâte à modeler je suis sûre que c'est la boule de pétanque qui a plus de volume parce qu'elle est plus lourde. Bah on s'en fiche du poids mais du coup elle est en métal et elle est plus ronde et la pâte à modeler bah je sais pas comment elle est. Elle est molle du coup euh.
34	N.R. 2	Bah on met dans l'eau, ça veut rien dire.
35	L.F. 3	Bah oui mais moi je suis d'accord avec A.S., je l'aurais mise dans l'eau.
36	M.D. 5	Bah oui parce que...
37	L.F. 4	...Moi je suis d'accord avec A.S., je les aurais mises dans l'eau.
38	C.H. 9	On peut essayer mais franchement c'est comme la dernière

		fois. Ca m'étonnerait que la maitresse nous fasse re-recommencer, ça veut dire que c'est pas ça.
39	N.M. 2	Ouais pour moi y a autre chose, si on fait que ça euh.
40	M.D. 6	Ouais si on fait que ça euh mais bon on peut essayer.
41	Enseignante 2	Donc soit on pèse les deux boules et on voit la différence, soit on les met dans l'eau.
42	L.F. 5	Dans l'eau moi je dis.
43	Enseignante 3	On peut faire les deux expériences.
44	M.A. 4	Ca sert à rien de faire les deux.
Expériences		
45	Enseignante 4	La coupelle de la balance où était la balle de pétanque était plus basse que l'autre, ça veut dire que la boule de pétanque a un plus gros volume ?
46	N.T. 1	Mais non ça veut pas dire ça. Ca veut rien dire le poids.
47	Enseignante 5	D'accord donc vous dites que comparer avec la balance, ça ne marche pas ?
48	Plusieurs 1	Bah non.
49	Enseignante 6	Est-ce que l'eau marche ?
50	C.H. 10	Bah non c'est pareil, c'est le poids.
51	L.F. 6	Bah en fait la boule de pétanque...
52	A.S. 8	...La boule de pétanque c'est un millimètre plus haut.
53	L.F. 7	Avec la pâte à modeler ça a le même volume.
54	A.S. 9	Non, la boule de pétanque elle a fait monter l'eau de un millimètre plus haut.
55	Enseignante 7	Donc il y a une petite différence entre les deux volumes ?
56	C.H. 11	Non pour moi c'est pas ça le volume, ça c'est pas le volume.
57	Enseignante 8	Alors comment tu ferais ?
58	C.H. 12	Bah je sais pas mais c'est sûr que c'est pas le volume.
59	M.A. 5	Mais si, c'est ça qu'on a fait la dernière fois.
60	N.M. 3	Mais non mais là c'est pas le poids. Dans la vidéo, c'était comme ça.
61	A.S. 10	Mais par exemple on pourrait essayer de faire euh avec la boule de pétanque et une plus petite boule de pâte à modeler.

		On verra avec une plus petite boule de pâte à modeler, on verra bien.
62	Enseignante 9	Donc on fait un nouveau test en comparant une plus petite boule de pâte à modeler avec la boule de pétanque.
Expérience		
63	L.F. 8	Ah y a une plus grosse différence là.
64	A.S. 11	Ah la quand même y a une grosse différence.
65	N.M. 4	Oh c'est une minuscule différence.
66	A.S. 12	Bah non, regarde (en montrant les traits).
67	N.M. 5	Ah tu parles de ces traits là ? Mais avec le reflet, on n'avait pas vu.
68	C.H. 13	Bah ça veut quand même pas dire ça le volume hein.
69	N.R. 3	Bah si.
70	J.P. 3	Mais ça voudrait dire que le poids et le volume c'est la même chose du coup fin à peu près.
71	N.R. 4	Bah non.
72	Enseignante 10	Si vous trouvez que votre expérience ne prouve rien, trouvez autre chose.
73	L.F. 9	Bah si, ça prouve que en fait quand t'as la boule de pâte à modeler pareil que la boule de pétanque l'eau elle est pareil mais si la boule de pâte à modeler elle est plus petite du coup quand tu la mets on voit en fait elle est pas au même niveau.
74	Enseignante 11	Si je vous présente ces deux boules là, est-ce qu'elles ont le même volume ?
75	Plusieurs 2	Bah non.
76	L.F. 10	Parce qu'y en a une elle est plus petite et pas très très ronde et la boule de pétanque elle est plus grande.
77	M.A. 6	Bah oui la boule de pétanque est plus grande.
78	Enseignante 12	Est-ce que c'est ça que vous avez vu là ? (en montrant le saladier avec de l'eau).
79	M.A. 7	Bah oui.
80	J.P. 4	Ca dépend ça dépend en fait.
81	Enseignante 13	Je vous parle de ces deux boules là (les boules testées

		pendant la dernière expérience).
82	J.P. 5	Ah bah pour ces deux boules oui.
83	M.A. 8	Bah oui parce que celle-là (en parlant de la boule en pâte à modeler), elle est beaucoup plus petite.
84	C.H. 14	Mais moi je pense que là ça la boule de pétanque c'est peut-être plus gros oui parce que ça prend plus de place donc l'eau elle monte plus.
85	M.A. 9	Bah non ça prend pas plus de place si tu prends une grosse boule de pâte à modeler.
86	Enseignante 14	On parle de ces deux boules là (les boules testées pendant la dernière expérience).
87	M.A. 10	Bah oui mais là c'est normal, c'est la boule de pétanque parce que l'autre elle est plus petite.
88	Enseignante 15	Si je fais une grosse boule de pâte à modeler (en en faisant une plus grosse que la boule de pétanque), est-ce que vous savez à l'œil nu quelle est celle qui a le plus grand volume ?
89	M.A. 11	Bah non.
90	Enseignante 16	Comment vous pouvez faire pour savoir quelle est la boule qui a le plus grand volume ?
91	H.S. 4	Ah moi je sais peut-être mais je sais plus, je suis pas sûr du tout. On peut la mettre sur le tableau, on fait le tour avec un veleda et on fait la même chose avec l'autre.
92	E.M. 2	Hein ? De quoi ?
93	H.S. 5	Bah ça fait un rond.
94	E.M. 3	Moi j'ai une autre technique euh je pense qu'elle va pas marcher mais bon. En fait tu prends un compas, tu fais euh fin tu prends la mesure euh la taille de la boule de pétanque et puis après tu regardes si la boule de pétanque elle est égale à la pâte à modeler.
95	Plusieurs 3	Hein ?
96	L.F. 11	En fait j'ai compris moi. En fait il prend le compas, il l'ouvre et il prend là comme ça et il regarde comment c'est (en ouvrant son compas et montrant l'écartement).

97	N.M. 6	Oui mais c'est pas possible.
98	J.P. 6	Bah on fait pareil que tout à l'heure avec l'eau mais. Bah si c'est ça parce que comme ça tu sais la quelle prend le plus de place. Elle peut très bien être vide euh elle peut très bien prendre autant de place mais être vide.
99	M.A. 12	Mais si elle était vide elle flotterait du coup.
100	C.H. 15	On a qu'à les aplatir.
101	L.F. 12	Tu peux répéter J.P. s'il te plait ?
102	J.P. 7	Bah en fait ça pourrait marcher mais euh parce que c'est bien ce qu'on a fait pour savoir c'est laquelle qui prend le plus de place mais par exemple euh si euh pour le volume ça marche pas vraiment parce que si y en a une où la maîtresse elle a fait un trou dedans...
103	Enseignante 17	...Mais là elles sont pleines...
104	J.P. 8	...Bah alors c'est bon alors ce qu'on a fait.
105	M.A. 13	Bah voilà ! Parce que du coup ça veut dire que la boule de pétanque comme c'est monté plus haut bah ça veut dire qu'elle prend plus de place donc ça veut dire qu'elle a un plus grand volume.
106	M.D. 7	Bah moi je pense que de toute façon tu le voyais hein à la balance alors...
107	M.A. 14	...La balance ça sert à rien.
108	C.H. 16	Tu peux avoir une boule plus petite avec la pâte à modeler. Tu fais un trou dedans, tu la vides, tu mets du plomb dedans bah c'est peut être elle qui va gagner.
109	N.R. 5	Au pire tu prends une boule de plomb et tu la recouvres de pâte à modeler (en riant).
110	M.D. 8	Bah de toute façon c'est ça hein. Regardez là c'est le trait où y a la boule de pétanque et puis là c'est le trait où y a la pâte à modeler. Bah c'est plus la boule de pétanque qui fait hein.
111	Enseignante 18	Bon alors là on en est restés à M.A. qui nous dit qu'il est d'accord avec J.P....
112	M.D. 9	...Oui moi aussi je suis d'accord avec J.P....

113	N.R. 6	...Oui moi aussi. Je sais pas pourquoi mais c'est la bonne technique.
114	M.A. 15	Bah parce que c'est ce qu'on a vu sur la vidéo.
115	N.M. 7	C'est la bonne technique parce qu'ils ont raison. C'est soit ça prend plus de place et bah ça fait monter l'eau ou soit ça prend moins de place et ça...
116	C.J. 1	...J'suis pas trop d'accord avec J.P. parce que de toute façon ça sera la boule de pétanque la plus lourde parce que c'est la matière. Le plomb c'est une matière qui pèse plus lourd que la pâte à modeler. Alors même si elle est remplie ou pas remplie ça fait la même chose.
117	M.A. 16	Mais oui mais le poids ça donne rien parce que si ça monte plus haut ça veut dire que le plomb n'a plus assez de place pour se mettre ici du coup elle monte. Ca monte plus haut. Donc ça veut dire que...
118	C.H. 17	...Y a aussi le poids.
119	M.A. 17	Mais non.
120	J.P. 9	Bah oui le poids ça fait rien.
121	C.H. 18	Si ça flotte, l'eau elle va pas augmenter.
122	M.A. 18	Mais oui sauf que l'eau elles étaient par terre.
123	C.H. 19	Parce que là elles y étaient mais si c'est une matière qui flotte...
124	M.A. 19	...Mais oui mais là on te parle de ça, on te parle pas d'une autre matière.
125	C.H. 20	Bah oui mais ça veut dire que ça peut pas marcher tout le temps.
126	C.J. 2	Bah oui la dernière fois qu'on l'a fait ça marchait parce que c'était la même matière mais là je pense pas que ça va marcher.
127	L.F. 13	Bah non c'est pas la même matière du tout. C'est du métal face à du heu bah je sais pas.
128	C.H. 21	Ca doit être du plastique.
129	N.R. 7	Du pétrole.

130	M.A. 20	Mais ça change rien, c'est toujours le même volume. Elles disent que c'est le poids mais non.
131	C.J. 3	Non j'ai pas dit que c'était le poids...
132	M.A. 21	...Mais C.H. elle dit ça...
133	C.J. 4	...Je parlais de la matière. C'est la matière parce que si on remplit de plomb et si on remplit de pâte à modeler bah...
134	N.R. 8	...C'est pas la matière. Si tu prends une boule de pâte à modeler et une boule autre bah ça fait la même surface. Elle fait le même volume, pourtant c'est pas la même matière.
135	C.J. 5	Bah oui mais si tu la mets dans l'eau, ça va pas marcher ?
136	M.A. 22	Bah si.
137	C.J. 6	On peut pas savoir.
138	M.A. 23	Bah si parce que du coup tu vas savoir celle qui prend le plus de place dans l'eau parce que du coup l'eau elle aura plus de place à cet endroit là et du coup elle va monter haut. Elle va monter plus haut pour garder sa place. C'est comme quand tu te mets dans ton bain : tu fais couler l'eau et quand tu t'allonges dedans bah l'eau elle va monter.
139	M.D. 10	C'est comme dans une piscine euh quand ça déborde ça déborde.
140	C.J. 7	Bah oui mais ça va pas monter pareil selon la matière...
141	M.A. 24	...Bah si, la matière on s'en fiche.
142	J.P. 10	En fait par exemple si tu prends l'or c'est super lourd. Si tu prends par exemple une bague euh une boule d'or euh grosse comme une balle de ping pong et que tu prends une boule de pâte à modeler grosse comme une balle de pétanque...
143	M.D. 11	...Bah c'est la boule de pétanque qui gagne...
144	M.A. 25	Bah voilà.
145	J.P. 11	...Bah ça va être la boule de pâte à modeler qui va euh prendre le plus de volume.
146	M.D. 12	Bah oui parce que la...
147	C.J. 8	...Pas forcément...
148	Plusieurs 4	...Bah si...

149	M.D. 13	...Si la balle de ping pong euh la machine elle est toute petite comme ça, c'est sûr hein.
150	H.S. 6	Bah elle flotte hein, c'est du plastique.
151	J.P. 12	Et pourtant bah c'est peut-être plus lourd mais ça fait pas du tout le même volume parce que c'est beaucoup plus petit.
152	C.H. 22	Oui bah même si c'est pas plus lourd y a la matière...
153	M.D. 14	...Bah non ça n'a rien à faire.
154	M.A. 26	On peut mettre une très grosse boule de pâte à modeler dans l'eau pour voir si ça marche avec la boule de pétanque.
155	Enseignante 19	D'accord, tu peux essayer.
Expérience		
156	M.A. 27	Bah du coup c'est beaucoup plus haut pour la pâte à modeler donc c'est pas le poids. Du coup on a raison, c'est bien ça, on avait raison.
157	Enseignante 20	Vous avez raison de quoi ?
158	M.A. 28	Bah c'est pas le heu c'est pas la matière. C'est pas la matière qui fait que qui fait le volume.
159	M.D. 15	C'est la c'est la (en faisant un geste avec ses mains).
160	Enseignante 21	C'est la grosseur qui fait le volume d'après toi ?
161	M.A. 29	Bah oui c'est pas le fait qu'elle soit plus lourde. Par exemple tu prends euh...
162	M.D. 16	...C'est quand y a quelqu'un qui euh un adulte et un enfant dans une piscine euh un adulte euh tu mets un adulte la machine elle va déborder et puis si tu mets un enfant...
163	L.F. 14	...Machine (en riant)...
164	M.D. 17	...Bah euh ça va déborder mais pas mais moins qu'un adulte. Donc là c'est pareil.
165	M.A. 30	Bah oui c'est comme si tu prenais N.R. et N.M. et que tu les mettais dans une piscine et voilà.
166	M.D. 18	(Rires).
167	C.H. 23	Bah j'suis pas d'accord moi.
168	J.P. 13	Bah on t'a donné la preuve. On t'a donné la preuve en mettant plus de pâte à modeler...

169	L.F. 15	...Regarde (en montrant les traits sur le saladier), là c'est l'eau qui était, là c'est la boule de pétanque et là c'est la pâte à modeler.
170	C.H. 24	Sauf que si tu la vides ça fait exactement pareil.
171	M.D. 19	Mais on parle pas de la vider.
172	P.V. 1	Le volume c'est tout autour, c'est pas l'intérieur, oh la la.
173	J.P. 14	Le volume c'est la place que ça prend. On t'a montré la preuve avec la grosse boule de pâte à modeler.
174	C.H. 25	Oui mais moi ce que je veux dire c'est que ça fait exactement pareil si tu vides....
175	M.D. 20	...Mais on la vide pas là c'est des boules.
176	C.H. 26	Oui mais si tu la vides ça fera exactement pareil.
177	M.D. 21	Sauf qu'on te parle pas de les vider.
178	C.H. 27	Moi je veux vous montrer que si on fait autre chose ça peut ne pas marcher.
179	J.P. 15	Comment ça si tu fais autre chose ?
180	C.H. 28	Bah tu la vides et contre euh une pleine plus petite et une grande bah vide mais plus grosse...
181	J.P. 16	...Tu parles de quoi ?
182	C.H. 29	Bah la pâte à modeler si elle est plus grosse en taille mais à l'intérieur vide bah tu la mets dedans bah ça prend forcément plus de trucs. Vous au départ vous disiez que c'était le poids.
183	M.A. 31	Mais non, on n'a jamais dit que c'était le poids
184	N.R. 9	Non, on n'a jamais dit que c'était le poids...
185	M.D. 22	...On a dit que c'était la grosseur.
186	C.H. 30	Bah moi depuis tout à l'heure je comprends que c'est le poids hein.
187	M.D. 23	Bah faut peut-être écouter hein.
188	Enseignante 22	C.H., est-ce que tu peux me dire ce que c'est le volume ?
189	C.H. 31	Bah c'est la grande euh la taille.
190	Enseignante 23	Quel est le contenant qui a le plus grand volume ? (en montrant une bannette remplie de feuilles et un gros carton vide).

191	Plusieurs 5	La boîte en carton.
192	E.M. 4	Moi je pense la euh...
193	N.M. 8	Comment ça ? Le plus grand volume ?
194	Enseignante 24	Oui, le plus grand volume.
195	M.A. 32	Bah le carton
196	N.M. 9	Moi je dis celle-là (en parlant de la bannette) parce que l'autre elle a des trous donc l'eau elle va passer.
197	Enseignante 25	Bah vos boîte en papier dans ce cas là on ne pouvait pas parler de volume ?
198	J.P. 17	Mais non c'est pas ça, ils ont pas compris. Le volume c'est pas le poids, le volume c'est la place que la chose elle prend à un endroit. Bah par exemple si tu mets la bannette dans l'eau bah la bannette elle va couler évidemment donc tu fais le trait, t'enlèves, et si tu mets le carton après bah dans l'endroit et bah l'eau elle va pas elle va plus monter parce que le volume il prend beaucoup plus de place.
199	Enseignante 26	Donc en fait si je veux comparer le volume de ces deux boîtes, je les mets dans l'eau ?
200	L.F. 16	Mais non on peut pas les mettre dans l'eau !
201	M.A. 33	Mais là ça se voit à l'œil nu.
202	Enseignante 27	Mais si je veux une preuve ?
203	L.M. 1	Tu remplis les boîtes et...
204	M.D. 24	...Et tu les pèses.
205	Enseignante 28	Pourquoi je les remplis ? L.M. nous dit, si on veut comparer le volume, on remplit les boîtes.
206	M.A. 34	Bah pas forcément.
207	Enseignante 29	Si je veux comparer ces deux boîtes, je les remplis et je vois la quelle contient le plus de quelque chose ?
208	Plusieurs 6	Bah oui.
209	M.A. 35	Bah oui c'est ce qu'on a fait avec les feuilles de papier.
210	Enseignante 30	Alors quel est le plus grand volume entre cette bannette et ce carton ?
211	Plusieurs 7	Le carton.

212	Enseignante 31	Bah pourtant je vous assure que là y a rien (en montrant l'intérieur du carton) et là (en montrant la bannette) il y a plein de choses. La bannette elle est pleine, le carton il est vide.
213	N.M. 10	Mais on peut mettre des trucs.
214	J.P. 18	Ca veut dire que la bannette en fait on parle pas du poids là, on parle du volume que prend la chose, que prend l'objet. On parle de la grosseur que l'objet il prend comme place...
215	M.A. 36	...De la place...
216	J.P. 19	...Oui, de la place que l'objet il prend.
217	M.A. 37	Par exemple, tu mets ça dans un coin ça va pas prendre beaucoup de place, c'est comme un meuble dans une maison, c'est pas grand quoi.
218	N.M. 11	Ca dépend les quels.
219	M.A. 38	Oui mais par exemple tu mets un meuble dans ta maison et par exemple un humain bah forcément ça va être le meuble qui va prendre le plus de volume parce qu'il prend beaucoup plus de place.
220	Enseignante 32	Qu'est-ce que tu en penses C.H. ?
221	C.H. 32	Qu'en fait ils ont raison.
222	Enseignante 33	Ils ont raison de dire que ça (le carton) ça a un plus grand volume que ça (la bannette) ?
223	C.H. 33	Oui.
224	Enseignante 34	Mais est-ce qu'ils ont raison pour les boules ?
225	C.H. 34	Ca je suis pas sûre.
226	Enseignante 35	Et toi C.J. ?
227	C.J. 9	Bah j'suis pas sûre non plus.
228	Enseignante 36	Et pour ça t'es sûre ?
229	C.J. 10	Bah je pense parce que ça se voit. Ca se voit que là si tu la replies ça va jusque là donc tu peux la remplir plein de fois.
230	Enseignante 37	Donc en fait là vous m'avez parlé de place. Le volume, c'est la place que prend ce carton, c'est la place que prend cette bannette eh ben les objets pleins comme les boules c'est

		pareil, c'est la place que ça prend. Même si on enlève ce qui est à l'intérieur, ça prend toujours autant de place. Et si on remplissait la boule de quelque chose...
231	M.A. 39	...Ca changerait rien...
232	Enseignante 38	...Eh ben ça ferait toujours la même chose.
233	M.A. 40	Donc voilà.
234	Enseignante 39	Donc en fait qu'en on met qu'une boule qu'une toute petite boule en pâte à modeler à côté de la boule de pétanque...
235	C.H. 35	...C'est la boule de pétanque qui gagne...
236	Enseignante 40	...C'est la boule de pétanque qui a le plus grand volume. Si on fait une grosse boule de pâte à modeler avec les quatre pots (de pâte à modeler), comme la boule de pâte à modeler est plus grosse que la boule de pétanque...
237	N.M. 12	...C'est elle qui gagne...
238	Enseignante 41	...C'est elle qui a le plus grand volume. Donc en fait votre stratégie avec l'eau elle marchait très très bien.
239	Plusieurs 8	Voilà.
240	Enseignante 42	Non c'est pas voilà parce que c'est C.H. et C.J. qui nous ont permis de se poser des questions...
241	N.M. 13	...et de réfléchir.
242	Enseignante 43	Oui donc là ce qu'on va pouvoir écrire sur le cahier c'est qu'en fait peu importe la masse, peu importe le poids, le volume il dépend pas du tout du poids en fait. Le volume c'est la place que ça prend.

Total des interactions de l'enseignante : 43

Total des interactions des élèves : 198

N.T. : 1

N.R. : 9

N.M. : 13

C.H. : 35

J.P. : 19

E.M. : 4

L.F. : 16

M.D. : 24

M.A. : 40

H.S. : 6

A.S. : 12

C.J. : 10

P.V. : 1

L.M. : 1

Plusieurs : 8

Total des interactions : 242

Résumé

Le volume est une grandeur mathématique qui est travaillée dès le cycle 1. Pourtant, il s'agit d'un concept qui n'est pas toujours totalement maîtrisé, y compris à l'âge adulte. Avant de mesurer un volume, il est donc nécessaire de découvrir et de manipuler la grandeur pour bien l'appréhender.

Dans ce mémoire, il est question de la construction de ce concept dans une classe de CM1 – CM2. Je vous parle de problématisation et de situation adidactique, deux cadres qui m'ont permis de comprendre comment enseigner cette notion afin que les élèves comprennent ce qu'est le volume et comment comparer cette grandeur, qu'il s'agisse de celle d'un objet creux ou d'un objet plein.

Je vous explique, dans cet écrit, les deux phases qui permettent cet enseignement : la phase de manipulation grâce aux situations adidactiques, et des interactions langagières entre pairs, lors de débats. Ces deux éléments permettent en effet aux élèves de construire le problème et d'y répondre, donc de problématiser.

Mots clés : mathématiques, volume, problématisation, situation adidactique, CM1 – CM2.

Volume is maths magnitude that is studied since kindergarten (in France). However, it is a concept that is not always completely well used, including during adulthood. Before measuring a volume, it is necessary to discover and to manipulate magnitude to better perceive it.

In this research paper, it is question of this concept's construction in a 10-11-year-old class. I explain to you about problematization and *situation adidactique*[1], two theoretical frameworks which allowed me to understand how to teach this notion to pupils, how to make them understand the volume and how to compare this magnitude, in case of full or hollow objects.

In this paper, I explain two stages that allow this teaching: a manipulation's stage thanks to *situations adidactiques*[2], and peer discussions, throughout debates. Indeed, these two elements allow to pupils to construct an issue, in other words, to problematize.

Key words: maths, volume, problematization, *situation adidactique*[3], 10-11-year-old class.

---

[1] , [2] and [3] : It is a situation where knowledge emerge with decisions and regular and efficient actions on the environment.