



HAL
open science

L'expérimentation scientifique permet-elle le développement de l'esprit critique de l'élève ?

Cécile Gruson

► **To cite this version:**

Cécile Gruson. L'expérimentation scientifique permet-elle le développement de l'esprit critique de l'élève?. Education. 2012. dumas-00750748

HAL Id: dumas-00750748

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00750748v1>

Submitted on 12 Nov 2012

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 2 SMEEF
SPÉCIALITÉ « PROFESSORAT DES ÉCOLES »
ANNÉE 2011/2012
SEMESTRE 4**

INITIATION À LA RECHERCHE

MÉMOIRE

NOM ET PRÉNOM DE L'ÉTUDIANT : GRUSON CÉCILE

SITE DE FORMATION : Arras

SECTION : M2 Groupe 1

Intitulé du séminaire de recherche : Didactique des sciences

Intitulé du sujet de mémoire : « L'expérimentation scientifique permet-elle le développement de l'esprit critique de l'élève ? »

Nom et prénom du directeur de mémoire : Monsieur GRUMIAUX Fabien

Direction

365 bis rue Jules Guesde
BP 50458
59658 Villeneuve d'Ascq cedex
Tel : 03 20 79 86 00
Fax : 03 20 79 86 01
Site web : www.lille.iufm.fr

Historiquement, les sciences n'ont pas toujours eu la place qu'elles ont aujourd'hui dans les programmes de primaire. En effet on a longtemps pensé qu'il n'était pas utile d'enseigner des sciences à des élèves qui ne se destinent pas à des carrières scientifiques. Depuis, les temps ont changés et les mentalités également. On accorde de plus en plus d'importance à cette matière puisque l'on a découvert qu'elle pouvait apporter aux élèves des compétences transversales dont on n'avait pas conscience auparavant. C'est le cas de l'esprit critique. Mais le savoir scientifique est encore trop souvent enseigné de manière purement théorique par des maîtres peu à l'aise avec cette discipline. Le fait d'expérimenter et de manipuler permet de passer par le concret afin que les notions soient mieux acquises par les élèves. Ainsi, lorsque l'élève expérimente via une démarche d'investigation comme il est recommandé de le faire dans les instructions officielles, il a l'occasion de se poser des questions et d'analyser les résultats qu'il peut obtenir. Le fait de discuter des résultats et d'émettre un jugement par rapport à ce qu'ils observent permet aux élèves de développer leur esprit critique. Avoir un esprit critique c'est ne pas penser que tout savoir est acquis. Au cours de cette recherche, il a été question d'analyser les résultats obtenus grâce à une méthodologie adaptée qui permet de répondre à la question suivante : « L'expérimentation scientifique permet-elle le développement de l'esprit critique de l'élève ? ».

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de mémoire monsieur Fabien Grumiaux pour ses conseils qui ont contribué à l'amélioration de ce mémoire.

Je remercie également monsieur Sébastien Duflos pour son suivi et son aide.

Je remercie ensuite la classe de CM1/ CM2 de l'école La Fontaine de Beuvry ainsi que Mademoiselle Gruson pour m'avoir laissé faire mes recherches au sein de sa classe.

Je remercie de même Madame Sylvie Gréco, directrice de l'école La Fontaine pour son accueil.

Enfin, je remercie tous les enseignants avec lesquels j'ai pu m'entretenir pour enrichir ma recherche.

Table des matières

Introduction.....	P3
I Théorie.....	P4
1) Un peu d'histoire.....	P4
2) Expérience et expérimentation.....	P7
3) La main à la pâte.....	P11
4) L'esprit critique : Qu'est ce que c'est ?.....	P13
II Problématisation.....	P14
III Méthodologie.....	P16
IV Résultats et analyses.....	P21
1) Entretiens avec les maîtres.....	P21
2) Données initiales, problématique et hypothèses.....	P22
3) Tests résultats et interprétations par études de documents.....	P24
4) Tests résultats et interprétations par expérimentations.....	P28
5) Conclusions.....	P35
V Conclusions.....	P35
Bibliographie.....	P38
Annexes	

Introduction:

J'ai choisi d'axer mon mémoire de recherche sur les sciences expérimentales pour plusieurs raisons. Étant de formation scientifique, je suis tout particulièrement attachée à ce domaine. Je me suis intéressée à celles-ci très jeune. En effet, les sciences expérimentales comprennent de nombreuses disciplines comme la biologie, la physique, la chimie, la géologie ou encore la technologie. L'étude de ces matières permet de comprendre beaucoup de phénomènes naturels ou non et m'a permis d'étancher ma curiosité.

Bien que j'ai depuis longtemps émis le souhait d'être un jour professeur des écoles, j'ai toujours aimé les sciences et plus particulièrement les expérimentations d'où mon orientation post-bac vers une licence de biologie générale qui comprenait une part importante de travaux pratiques. Les manipulations m'ont permis de comprendre des phénomènes qu'il m'était impossible d'expliquer de manière théorique. Ces situations se sont produites à maintes reprises et ont par la même occasion contribué au développement de mon esprit critique.

Manipuler est donc pour moi un moyen de mieux appréhender des phénomènes compliqués. A mon avis, les modélisations et les expérimentations ont donc une part importante dans l'enseignement des sciences expérimentales. Cela peut aussi être une manière ludique d'apprendre et je pense que le jeu est important dans l'apprentissage pour des élèves de primaire. Les expérimentations peuvent être mises en places durant les trois cycles que compte l'école primaire. Je me suis donc interrogée sur l'importance de l'enseignement des sciences en primaire et plus particulièrement sur la mise en place de l'expérimentation et de la modélisation.

Pour commencer la recherche je me suis basée sur quelques articles, traitant de l'expérimentation et de la modélisation en école primaire.

J'ai d'abord choisi l'article de Faouzia Kalali intitulé « L'enseignement des sciences expérimentales ou le débat récurrent du culturel versus utilitaire: quels problèmes? » Selon l'auteur le débat concernant l'enseignement via l'expérimentation traverse les réformes et l'histoire. Bien que Kalali s'intéresse plus particulièrement à l'enseignement secondaire, les problèmes qui sont abordés sont semblables à ceux rencontrés en primaire. Puis j'ai étudié un article de Maria Arcà chercheur italienne en didactique qui s'intitule « La représentation scientifique de la réalité: expérience et expérimentation à l'école primaire. »

Les origines italiennes de Maria Arcà lui ont permis de prendre conscience de l'importance des expériences en classe car en Italie, les travaux pratiques ont peu de place dans l'enseignement des sciences expérimentales.

Ces recherches m'ont permises ensuite de trouver une problématique, d'élaborer une méthodologie qui m'a permis d'avoir des résultats à analyser comme je le montrerais tout au long de ce mémoire.

I Théorie

1) Un peu d'histoire...

Penchons nous donc tout d'abord sur l'histoire de l'enseignement des sciences grâce à l'article de Faouzia Kalali. Tout au long de son exposé, celle-ci retrace l'histoire de la mise en place de l'enseignement scientifique depuis la fin du XVIIIe siècle jusqu'à nos jours.

Les sciences et plus particulièrement l'enseignement des sciences ont toujours été sujet à des oppositions: scientifiques et littéraires, anciens et modernes...

Au cours de mes recherches, j'ai noté que la majeure partie du temps, les sciences sont d'abord enseignées de manière théorique alors que la pratique est abordée bien plus tard. Les sciences expérimentales sont donc opposées à une culture classique qui prône un enseignement théorique uniquement. Jusqu'en 1794, les sciences n'étaient résumées qu'à la physique dans les écoles centrales. Les techniques d'enseignement des sciences expérimentales permettent des applications de démonstrations contrairement à un enseignement classique, l'histoire confirme donc ceci puisque après avoir longtemps mis de côté l'expérimentation on lui donnera un peu plus d'importance. Les sciences expérimentales vont alors commencer à prendre leur place aux concours d'entrée de grandes écoles puis, vers la première moitié du XIXe siècle, on aura une mise en place des premiers programmes officiels.

Mais la culture classique va finalement marginaliser les sciences expérimentales qui seront étudiées en fin de cursus uniquement et les frontières entre les différentes disciplines scientifiques ne sont pas encore bien établies contrairement à aujourd'hui. En effet, en 1804 le rapport Cuvier insiste sur le fait que ces sciences sont purement descriptives et non

expérimentales. Ainsi, d'après Kalali (Kalali 2008) « on a deux visions de la discipline qui s'opposent : une vision descriptive et une vision scientifique ou expérimentale. C'est la tradition descriptive qui l'emporte dans l'enseignement. ». Le rapport Cuvier bouleverse malheureusement les théories émises précédemment puisque l'on émettait l'hypothèse que les sciences expérimentales étaient intéressantes pour l'application de démonstrations et donc comme j'ai pu le remarquer au cours de ma scolarité pour la compréhension pour finalement penser que les sciences expérimentales ne sont que descriptives et qu'elles ne permettent pas de mieux appréhender certains phénomènes et de développer l'esprit critique.

Vers 1840, à l'issue de la classe de 4ème, se développe un enseignement spécial des sciences. Celui-ci est destiné aux jeunes élèves destinés à des carrières dans les métiers commerciaux et industriels. On met alors l'accent sur les applications pratiques.

En 1852, la réforme de la bifurcation va rétablir l'enseignement des sciences expérimentales dès la 3ème. Kalali cite les propos de formateurs comme Fortoul qui indique dans son rapport « Les sciences ouvrent un large champ d'applications pratiques et qu'elles dirigent vers des buts utiles l'intelligence de la jeunesse qui sera préparée à des professions savantes, mais aussi à l'administration, au commerce et à l'industrie qui sont des formes essentielles des activités modernes. »

On remarque alors que la réputation des sciences expérimentales est bien meilleure qu'auparavant et que l'expérimentation commence à avoir une légitimité certaine mais uniquement dans les filières spécialisées. On donne dans celles-ci une importance à l'exercice de déduction d'après l'expérimentation. Le mécanisme de la démarche de recherche commence alors à se mettre en place.

Après cette réforme, la méthode expérimentale devient un enjeu majeur dans la formation de l'esprit mais la hiérarchisation des différentes disciplines scientifiques est encore un obstacle à l'introduction de l'expérimental.

En 1909 puis en 1912, des rapports ont dénoncé le caractère trop « verbaliste » de l'enseignement des sciences expérimentales. On prônera alors une méthode plus inductive. C'est alors qu'apparaît une vraie méthode expérimentale elle sera décrite comme une

méthode formatrice de l'intelligence, libératrice de l'esprit et préparant à la vie réelle. Mais l'expérience posera tout de même problème car elle est plus descriptive qu'explicative. De manière générale les sciences expérimentales au sens propre sont apparues au début du 20^e siècle.

Dans les années 1950, les programmes de sciences paraissent obsolètes selon Kalali (Kalali 2008) « L'évolution de la science et des techniques montre les limites des programmes de sciences qui sont enseignés jusqu'alors dans les lycées et les collèges. » On réajuste donc les programmes pour qu'ils correspondent aux avancées scientifiques.

Au collège, l'initiation aux sciences techniques va apparaître dans les années 1970. Elle va débiter par l'étude d'appareils techniques simples qui pourraient intéresser les élèves. On est donc bien ici dans le ludique. Le côté ludique est, je pense, primordial dans l'expérimentation. En effet, qui dit ludique dit motivation de l'élève et donc une envie certaine de travailler pour découvrir quelque chose de nouveau. On met alors l'accent sur la manipulation, la conception et la modélisation de projets. Puis on assistera à un développement des observations via le microscope. Les sciences ont dès lors une influence sur toutes les autres disciplines enseignées dans le secondaire. On découvre de nouvelles techniques d'apprentissage et par ailleurs on développe l'esprit critique car la mise en place des activités citées ci-dessus font qu'il est nécessaire de faire réfléchir les élèves sur l'utilité de tel ou tel paramètre dans telle ou telle expérience. L'esprit critique est important pour le développement de l'élève.

Dès 1968, le mouvement va s'étendre jusqu'à l'école élémentaire où l'on aura une mise en place d'activités d'éveil scientifique et l'apparition d'un programme qui aura pour but de mieux faire connaître les relations de l'être vivant et de son milieu.

Actuellement, le caractère expérimental est de nouveau de plus en plus attribué à la physique-chimie et des recherches ont établi que le recours à l'expérience doit être construit sur un savoir théorique d'où la nécessité de mêler théorie et pratique. Je pense que ceci est regrettable car les sciences naturelles ou même la technologie sont autant liées à l'expérimentation que les sciences physiques. Ces disciplines sont également liées à un savoir théorique puisque toute expérimentation est basée sur de la théorie.

Ainsi, d'après Kalali (Kalali 2008), « Le qualificatif « expérimental » permet ainsi de définir deux registres complémentaires mais autonomes :

- le registre de la familiarisation pratique avec des objets, des phénomènes, des processus, des procédés, des rôles sociotechniques de l'activité scientifique et technique ;
- le registre des élaborations de concepts, de modèles ou de théories. »

L'histoire a donc montré que l'expérimental avait une place très importante dans l'enseignement des sciences.

Le couple théorie/pratique en science permet un développement de l'esprit critique pour appréhender des enjeux sociaux et éthiques liés au progrès scientifiques.

2) Expérience et expérimentation

Intéressons nous maintenant à l'article de Maria Arcà. L'objet de la recherche de celle-ci, concerne la représentation scientifique de la réalité par l'expérience et l'expérimentation en école primaire. Selon moi, la mise en place de travaux pratiques dans les écoles pourrait permettre une meilleure compréhension du sujet traité. C'est d'ailleurs la thèse que défend l'auteur. Cependant elle nous met en garde sur le fait de modéliser par expérience un fait réel. En effet la modélisation ne permet pas toujours de rendre compte correctement d'un phénomène réel d'où le risque de l'expérimentation en classe. Mais Arcà nous indique la chose suivante « Même les modèles les moins raffinés, dans la mesure où ils sont élaborés de manière cohérente par les enfants, peuvent constituer une trame de références conceptuelles susceptibles de soutenir et de donner une signification même aux activités expérimentales les plus complexes »(Arcà 1999). L'auteur appuie tout d'abord sa recherche sur une citation d'Einstein selon laquelle c'est l'homme qui essaie de représenter des phénomènes naturels sans pour autant y parvenir. L'essai de la représentation des faits réel par un modèle inventé est la base de l'expérimentation. C'est d'ailleurs en utilisant cette technique que j'ai mis en place les séances que j'ai animées en classe.

En Italie, les enseignements scientifiques ne sont pratiquement basés que sur la théorie. En effet le temps imparti aux travaux pratiques est négligeable et ceci de l'école primaire au lycée. Pourtant, selon moi il est important d'enseigner les sciences à l'école puisque cette discipline permet d'aborder beaucoup de sujets tout en développant d'autres

compétences qui ne sont pas forcément en rapport avec les sciences en elles mêmes. On inculque donc le savoir scientifique aux élèves en utilisant uniquement des livres qui leur rendent compte d'expériences ou d'expérimentations sans pour autant leur en expliquer le fonctionnement voire l'utilité. De plus, Arcà nous indique « À l'école primaire (6-11 ans), nombreux sont encore les enseignants qui, en sciences, expliquent le sujet choisi et dictent des définitions guère plus compréhensibles que celles d'un livre » (Arcà 1999) Elle ajoute que, passer d'une expérimentation à la théorie n'est pas une chose aisée : « Comme le savent tous les bons enseignants, passer - au plan conceptuel - d'une activité de manipulation (ou d'une activité expérimentale) à une réflexion scientifique est tout sauf simple, car cela présuppose l'intervention consciente de capacités cognitives de schématisation, d'interprétation, de généralisation. » (Arcà 1999) On peut d'ailleurs remarquer que souvent les élèves éprouvent des difficultés à transposer le modèle que l'on peut leur proposer à la réalité.

Cette recherche nous permettra de savoir si la mise en place de travaux pratique et la modélisation de situations réelles sont vraiment utiles pour la compréhension d'un sujet. Nous saurons alors si la théorie ne suffit pas à inculquer une culture scientifique de base à des élèves en primaire. D'après l'auteur apprendre les sciences a l'école « constitue une propédeutique destinée uniquement au métier de scientifique, ou de concevoir la science comme une discipline servant également à développer chez l'individu une attitude mentale de type scientifique pouvant lui être utile dans la vie quotidienne. » (Arcà 1999) L'expérimentation n'aurait donc pas sa place en primaire?

Une méthodologie lie l'expérimentation à la théorie jusqu'à donner la conclusion sans se demander si l'élève peut se poser telle ou telle question. On pense qu'il ne faut pas que l'élève se pose trop de question puisque l'on aurait pas le temps de lui répondre (ce qui peut être fort dommageable) d'où l'utilisation des méthodes synthétiques des manuels. Les rares fois où l'expérimentation est abordée en école primaire (on ne s'intéressera qu'à ce niveau) elle ne sert qu'à démontrer des résultats énoncés avant l'expérience donc déjà connus. C'est très souvent l'enseignant qui dit aux élèves ce qu'ils doivent observer et eux font de leur mieux pour comprendre. Mais ne pas contredire le maître fait partie du contrat didactique ce qui ne permet pas aux élèves de se questionner. C'est d'ailleurs ce que j'ai

rencontré le plus souvent lors de mes périodes de stages. Nous verrons dans l'analyse que les enseignants utilisent très rarement des démarches scientifiques dans lesquelles ce sont les élèves qui cherchent eux même leurs hypothèses et leurs expériences. Soit les enseignants n'ont pas reçu de formation scientifique assez conséquentes ou alors ils ne prennent pas le temps de faire réfléchir les élèves et d'organiser des séances de sciences uniquement dans ce but.

On peut superposer l'expérience à l'expérimentation . L'expérience correspond en réalité à une prise de conscience des faits. L'expérimentation permet de mieux comprendre les faits, de mieux les expliquer. Ainsi on peut assimiler l'expérimentation à de la manipulation ou de la modélisation. Arcà précise alors « Nous pensons que, de cette manière, et dans un avenir imprévisible, les enfants seront prêts à interpréter scientifiquement certains aspects de la vie quotidienne, qu'ils acquerront une attitude rationnelle à l'égard des événements habituels et qu'une fois grands, ils seront éventuellement en mesure de développer de nouvelles connaissances. » (Arcà 1999) Ces deux termes n'ont donc pas la même signification cependant ils peuvent être mis en relation pour étudier les liens de cause à effet. Il existe plusieurs types d'expérimentations: par exemple celles qui servent démontrer des résultats connus ou encore celles qui permettent de comprendre quelque chose.

Cependant, comme Arcà le souligne les élèves peuvent avoir du mal à interpréter les expériences ou ne pas en être capable. Ceci a pour conséquence des interprétations fausses et des résultats erronés. « Mais tous les élèves ne comprennent pas, au contraire, un point fondamental, c'est-à dire la connexion logique entre le plan de la reconstruction contrôlée d'un événement et ce qui se passe dans la réalité. »(Arcà 1999) Les élèves peuvent voir et comprendre une expérience sans pour autant comprendre le même phénomène dans la nature. Le rapport entre l'expérimentation et le réel est rarement expliqué par l'enseignant. Cependant cette difficulté ne pourrait elle pas permettre à l'enfant de développer son esprit critique?

J'ai également remarqué que les résultats erronés des élèves ne viennent pas toujours du fait qu'ils aient mal interprété une expérimentation. En effet, l'enseignant peut parfois être responsable d'une idée reçue qui pourrait persister dans les connaissances de

l'élève. Je prendrais pour exemple une idée reçue inculquée aux élèves par bon nombre d'enseignants : « Pour faire du feu, les hommes préhistoriques utilisaient deux silex qu'ils frottaient l'un contre l'autre. » Il est bien évident que deux silex ne feront pas d'étincelles et qu'il est nécessaire d'utiliser une pierre à feu et du silex pour en obtenir. Étant animatrice en géologie lors des villages des sciences, j'ai pu à de nombreuses reprises constater que ce sont les enseignants qui avaient inculqué cette idée à leurs élèves. Il est donc important de vérifier les résultats des élèves mais aussi leur interprétation et également ce qu'enseigne le maître.

Les exemples donnés par l'auteur nous montrent que l'expérimentation en classe n'est utile et efficace que si elle est correctement mise en place et gérée par l'enseignant. Il doit veiller à ce que ses élèves ne se créent pas de fausses représentations de la réalité. L'expérimentation doit apprendre aux élèves à penser. En effet, trop de théorie pourrait faire croire aux élèves que la science n'est qu'un savoir qu'il faut restituer sans comprendre.

L'auteur nous propose la solution suivante: il faut que les élèves décrivent le phénomène observé et que les observations de chacun d'entre eux permettent de « problématiser » la situation. Les travaux pratiques développent la curiosité et le travail d'équipe car chacun peut raconter sa propre expérience. C'est ce que nous verrons lors de l'analyse de séances.

Ainsi, la comparaison de Maria Arcà entre la méthode d'enseignement des sciences en Italie et en France nous permet de penser que faire des sciences théoriques n'est pas faire des sciences à proprement parlé. En effet, selon mon avis, on ne peut faire des sciences que si l'on passe par une démarche bien particulière. Si l'enseignant se contente d'inculquer un savoir théorique à ses élèves on n'a pas de démarche scientifique. Les grandes découvertes scientifiques ne se sont pas faites à partir du seul savoir théorique des scientifiques. Pour faire de la « vraie » science, il faut se poser des questions, émettre des hypothèses et savoir les démontrer en expérimentant par exemple. En somme la théorie ne permet pas la construction de savoir. On apprend sans comprendre d'où l'importance de l'expérimentation.

Arcà ne nous donne pas de définition bien précise de l'expérimentation. C'est

pourquoi, je me suis appuyée sur les écrits de Giordan et De Vecchi ainsi que sur le dictionnaire afin d'approfondir ma recherche. Qu'est-ce que l'expérimentation? D'après le Petit Larousse, l'expérimentation est une méthode scientifique reposant sur l'expérience et l'observation contrôlée pour vérifier des hypothèses. En primaire, l'expérimentation doit, selon Giordan suivre une démarche traditionnelle appelée démarche OHERIC par André Giordan(à la base pour dénoncer ce type de méthode). Ceci veut dire que Toute phase d'expérimentation devrait commencer par une phase d'observation après laquelle l'élève doit émettre une problématique et se poursuivre par différentes étapes dont l'émission d'hypothèse, l'expérience en elle même, l'obtention de résultats, l'interprétation et enfin la conclusion. On remarque pourtant que ce fonctionnement est très peu respecté par les enseignants. En effet cette méthode est plutôt déductive. L'expérience n'a pas ici pour but de démontrer des résultats déjà donnés par l'enseignant. Plus régulièrement, ceux ci utilisent la méthode inverse qui est inductive. Selon Gérard de Vecchi cette méthode est trop belle pour être vraie. « Jamais nous n'avons pu expérimenter de la sorte dans aucun laboratoire ! Une fois que le chercheur a répondu à son questionnement, la méthode OHERIC est en fait une reconstruction par la pensée a posteriori ; c'est une réorganisation de ses recherches. » (De Vecchi 2006 p 43). C'est pourquoi il est difficile d'utiliser la méthode de Giordan en classe. On idéaliserait donc trop l'expérimentation ? Cependant, je pense que cette méthode serait la mieux adaptée au développement de l'esprit critique.

3) La main à la pâte

Nous avons donc pu déduire de ces articles que historiquement, l'expérimentation dans l'apprentissage des sciences avait eu de plus en plus d'importance jusqu'à l'heure actuelle. Cependant une surcharge des programmes en école primaire pousse les professeurs des écoles à sous exploiter le potentiel de l'expérimentation. La complexité de la mise en place d'une telle démarche a également tendance à « effrayer » les enseignants. Apprendre de manière ludique, comprendre par soi même, engager des démarches de recherches et donc développer son esprit critique... Telles sont les qualités d'un enseignement par l'expérience. Plus récemment, en 1996, Georges Charpak prix nobel de physique s'est penché sur le problème et a développé un programme appelé « la main à la pâte » Ce programme apporte une méthode d'enseignement fondée sur la manipulation dès 6 ans qui avait déjà été testée auparavant sous le nom de « Hand on » dans les ghettos noirs des États-Unis. Ce programme met l'accent sur la démarche d'investigation : l'enfant est

ainsi invité à se demander pourquoi les flaques ont disparu de la cour de son école, ou pourquoi son ombre n'a pas la même taille à différentes heures de la journée. L'approche expérimentale, plutôt que la transmission d'un savoir théorique, est surtout mise en valeur. Enfin, La Main à la Pâte permet d'effectuer avec les élèves un véritable travail sur la langue : les enfants apprennent à exposer un raisonnement, en utilisant à l'occasion des termes sophistiqués etc.(source Wikipédia) Un site internet permet aux enseignants de partager leurs idées d'activités en classe, en fonction des domaines scientifiques abordés, et de l'âge de leurs élèves. En 2000 le plan de rénovation de l'enseignement des sciences à l'école (PREST) s'inspire de la méthode de Charpak. On remarque également que l'enseignant a un rôle très important car c'est lui qui doit mener la classe et les élèves à des réflexions scientifiques sans pour autant trop les guider.

Par ailleurs, il semble que depuis quelques années la démarche La MAP (main à la pâte) soit remise en question. En effet, ce type d'apprentissage prendrait trop de temps sur les temps d'enseignement. De plus, les enseignants ont eu tendance à faire une « course à l'originalité » à travers cette méthode. Enfin, on a pu remarquer que les manipulations n'étaient pas toujours adaptées aux jeunes publics de l'école primaire et nous avons assisté à un oubli des programmes officiels.

Les nouveaux programmes de 2008 attachent beaucoup moins d'importance à la démarche la main à la pâte même si ils y font encore référence comme nous pouvons le voir dans le bulletin officiel du 19 juin 2008 je cite: « Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel,(...). Leur étude contribue à faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part. Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de la *Main à la pâte* sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. » Ceci est mentionné pour le cycle 3. On peut alors penser que le développement cognitif de l'enfant ne serait pas assez développé avant le cycle 3 pour expérimenter. Mais y-a-t-il vraiment un âge pour commencer à développer l'esprit critique? Dès la maternelle des petites manipulations simples peuvent entraîner une démarche scientifique qui aiderait à comprendre certains phénomènes. Actuellement, les sciences sont de plus en plus intégrées aux projets d'écoles

qui traitent le plus souvent d'écologie et d'environnement mais encore une fois, on peut se poser la question d'une réelle adaptation aux programmes. L'école dans laquelle j'ai pu mener mes recherches avait intégré l'étude de l'air au projet d'école en partenariat avec différentes structures . Ainsi, toutes les classes ont un projet différent sur un même thème et communiquent entre elles afin de partager ce qu'elles ont appris. L'expérimentation dans un projet d'école a donc permis dans ce cas de favoriser la communication interclasse. C'est donc une autre ressource que l'on peut exploiter grâce à l'expérimentation scientifique.

On a beaucoup reproché à la méthode LA MAP le fait qu'elle utilise beaucoup trop les représentations des élèves. En effet, souvent cette méthode préconise de se baser sur les représentations pour mieux les invalider ensuite. Ce n'est, à mon avis, pas la méthode la plus efficace. On a à de nombreuses reprises constaté que même si les représentations des élèves étaient déconstruites, elles restaient parfois ancrées dans les connaissances des élèves. Il vaut mieux alors « écraser » ces connaissances en inculquant la bonne théorie aux élèves afin qu'ils se rendent compte d'eux même que si l'on a pas parlé de leurs connaissances antérieures c'est qu'elles ne sont pas vraies.

4) L'esprit critique...qu'est-ce que c'est ?

Intéressons nous maintenant à l'esprit critique. D'abord, le mot critique vient de « krinein » qui en grec veut dire juger. Souvent, critiquer a un sens plutôt péjoratif dans le sens où il sous entend le fait d'émettre un jugement négatif. Mais une critique peut également être positive et c'est d'ailleurs le cas lorsque l'on parle de critique littéraire.

D'après Gérard De Vecchi, « On confond peut-être un peu trop facilement critiquer et avoir un esprit critique ! Si le premier est à relativiser puisqu'il est porteur de jugement et stérilise l'idée, le second enrichit l'idée et fait incontestablement partie des compétences à faire acquérir. »(De Vecchi 2006 p 177)

L'esprit critique pourrait donc être la capacité d'émettre un jugement qu'il soit positif ou négatif. Il est souvent sous entendu dans les nouveaux programmes de 2008. En effet, le développement du langage et le débat sont des notions vers lesquelles les nouveaux programmes sont axés. Mais pour pouvoir débattre et s'exprimer n'est il pas nécessaire de posséder un esprit critique développé ? En ce sens on peut alors affirmer que l'esprit critique est un facteur important dans différentes matières étudiées à l'école

primaire. La science est donc une matière très utile pour développer des compétences transversales, des capacités qui peuvent être utiles non seulement à l'école mais également dans la vie quotidienne des enfants et donc futurs adultes. De Vecchi dira, non sans humour, à ce sujet « Le développement d'une culture scientifique devrait permettre de lutter contre les manipulations intellectuelles de toutes sortes dont certaines sont très dangereuses. » (De Vecchi 2006, p 178)

Piaget a montré que l'enfant construit ses propres connaissances et les structures de son intelligence à travers l'activité qu'il développe dans son environnement. Si l'enfant peut acquérir ses connaissances grâce à ce qui l'entoure c'est qu'il a un esprit critique à la base. Il doit être capable d'analyser ce qui est bien et ce qui est mal donc il fait preuve d'esprit critique.

Scientifiquement parlant, je pense que l'esprit critique est à la base de beaucoup de découvertes scientifiques. En effet, si certains grands scientifiques n'avaient pas eu d'esprit critique, nous habiterions encore sur une planète plate autour de laquelle le soleil effectuerait une rotation journalière !

En résumé, l'esprit critique est une capacité permettant de remettre en cause certains faits mais également de ne pas affirmer ses idées sans en être sûr. En un sens, avoir l'esprit critique c'est aussi savoir argumenter et posséder un libre arbitre incontestable. Enfin avoir l'esprit critique c'est aussi accepter d'avoir tort et c'est pourquoi l'acquisition et le développement de l'esprit critique est fortement lié à la notion de confiance en soi.

Même si l'on peut penser que le bénéfice du développement d'une telle capacité est faible au niveau des connaissances, elle sera beaucoup plus importante au niveau des compétences transversales.

L'esprit critique est nécessaire pour faire des activités scientifiques mais dans un même temps les activités scientifiques développent l'esprit critique. Ainsi on constate l'apparition d'une « boucle de développement » qui se met en place en science mais aussi dans d'autres disciplines.

II Problématisation

La lecture de ces différents articles nous pousse donc à nous interroger au sujet de l'expérimentation en classe. En effet on se demande alors si les expérimentations

permettent de faciliter la compréhension des élèves ? Et donc qu'est ce que la compréhension ? Comprendre c'est conceptualiser, c'est donc avoir sa propre définition.

Mais alors y a-t-il expérimentation à chaque fois que l'on manipule ?

Quelle est aujourd'hui la place réelle de l'expérimentation en classe et que peut-t-elle apporter?

On peut également se demander dans quels cas l'expérimentation est elle intéressante ou inintéressante? En effet la manipulation et l'expérimentation peut parfois nuire aux représentations et à la compréhension des élèves dans ce cas l'intérêt d'une telle technique serait moindre. De même certaines situations ne sont pas compatibles avec l'expérimentation. Celle ci peut parfois être inutile.

Nous tenterons alors de répondre à la question suivante: L'expérimentation à l'école primaire permet elle un développement de l'esprit critique des enfants? Ainsi nous pourrons également nous interroger sur l'utilité de l'expérimentation en science pour les autres matières et ainsi porter un intérêt sur la transversalité. La transversalité est le fait de créer des passerelles entre différentes matières. En effet, des compétences étudiées dans certaines matières peuvent être utiles dans d'autres. Par exemple, le fait d'étudier la grammaire ou l'orthographe en français peut être utile dans d'autres matières afin de ne pas faire de fautes. En ce sens, l'esprit critique entre dans le contexte de la transversalité. Il peut s'acquérir et s'utiliser dans toutes les disciplines enseignées à l'école primaire. On note tout de même que les sciences sont une bonne occasion de faire travailler l'esprit critique des élèves et encore plus lorsqu'ils ont l'occasion de trouver eux même la démarche d'investigation et de faire les expériences seuls.

On note que l'expérimentation doit être menée dans le respect de l'éthique, et de la sécurité des personnes et de l'environnement. En ce sens la mise en place de l'expérimentation en classe a ses limites car elle doit obéir à de nombreuses règles. On pourra également aborder la notion de théorie constructiviste car l'expérimentation et plus généralement la démarche expérimentale suit cette théorie. En effet, le constructivisme permet à l'élève de construire lui même son savoir. Il dispose de toutes les connaissances et observations dont il a besoin pour émettre lui même ses hypothèses et les démontrer pour ainsi construire son savoir.

Le mot « développer » est défini comme suit par le Petit Larousse : « assurer la

croissance de, donner toute son extension à, augmenter la puissance, l'étendue de... » On devra donc mettre en œuvre tout les moyens possibles permettant d'assurer la croissance de l'esprit critique de l'enfant.

Comme nous l'avons vu précédemment, expérimentation et esprit critique sont des notions très liées. Sans esprit critique, une expérimentation n'a pas la même valeur et revient à ne travailler qu'avec un savoir théorique. C'est pourquoi on doit veiller à ce que dans la méthodologie proposée on ait un moyen de voir quand les élèves font preuve d'esprit critique.

Les notions de développement, d'expérimentations et d'esprit critiques étant plus claires à présent, une méthodologie peut être mise en place afin de répondre à la question principale : L'expérimentation permet elle de développer l'esprit critique de l'élève ?

III Méthodologie

Afin de répondre aux questions que je me suis posées précédemment, j'ai imaginé une méthode basée sur l'observation de groupes d'élèves mis dans une situation d'expérimentation au cycle 3 dans une classe de CM1/CM2 .

L'enseignante a choisi un thème commun à toute les classes de l'école car il entre dans le projet d'école : l'air. Le but de ce projet est que chacune des classes de l'école étudie différentes caractéristiques de l'air. Ensuite, les plus petits viendront montrer aux plus grands ce qu'ils ont découvert afin que les grands puissent s'appuyer sur ces connaissances pour enrichir les leurs. Par exemple, les maternelles ont prouvé que l'on pouvait transvaser de l'air et qu'il était inodore. Ceux-ci sont venus montrer leurs expériences aux CM2 pour que ces derniers puissent partir de ce qu'ils ont appris pour faire d'autres découvertes sur les propriétés de l'air. Au final, chaque classe aura réalisé des fiches rendant compte de ses expériences. Celles-ci seront accessibles aux parents lors d'une exposition en fin d'année.

Je me suis basée, pour mes séances, sur l'observation de deux groupes qui utiliseront une méthode d'approche différente du thème. Les deux groupes ont eu les

mêmes consignes à quelques différences près. Le premier groupe a étudié le sujet à partir de documents papiers voire de sites internet sélectionnés par l'enseignante. Le second quand à lui a eu l'occasion de mettre en œuvre la méthode d'investigation préconisée par les Instructions officielles. Il fallait donc veiller à ce que l'enseignante utilise la méthode inductive.

Comme je l'ai dit précédemment la méthode OHERIC de Giordan est selon ses dires utopiques. C'est pourquoi il a fallu trouver une méthode mieux adaptée à ma recherche et aux élèves avec lesquels j'ai travaillé. C'est ainsi que j'ai découvert durant mes recherches la méthode DIPHTERIC. Celle ci permet aux élèves d'être acteurs de leurs apprentissages et fonctionne comme suit :

-**DI : Données Initiales** : Elles regroupent les observations des élèves, leurs conceptions initiales ou encore les petites expériences modèles effectuées dans le but de pouvoir observer un phénomène qui entraînerait ensuite un questionnement.

-**Formulation d'un Problème** : A partir des données initiales, les élèves doivent formuler un problème sous la forme d'une question qui soit compréhensible pour tous.

-**Émission d'Hypothèses** : Trouver des solutions possibles au problème posé pour pouvoir les vérifier ensuite.

- **Test** : Cette phase est consacrée à la vérification des hypothèses émises par différents moyens dont la démarche expérimentale. D'autres moyens sont proposés comme , l'observation , la modélisation, la recherche documentaire, l'enquête ou la visite.

- **Résultats et Interprétation** : Durant cette phase, on recueille les résultats et on tente de les expliquer en les analysant.

-**Conclusion** : Grâce à la conclusion on valide ou non l'hypothèse de départ.

Il est important de respecter l'ordre de ces étapes afin de favoriser le développement de l'esprit scientifique et donc de l'esprit critique de l'élève.

Pour une meilleure efficacité de l'observation, les groupes composés de 4 ou 5 élèves étaient hétérogènes. Ils ont été faits par l'enseignante et j'ai découvert durant mes analyses les profils des élèves. J'ai donc pu y trouver des élèves en difficulté, de bons élèves, ou des élèves qui ont plus ou moins confiance en eux. Au départ, il était prévu de privilégier certains rôles selon le profil des élèves. J'aurai par exemple donné le rôle de

rapporteur aux les élèves qui ont du mal à prendre la parole ou encore le rôle de secrétaire pour des élèves dont le temps d'attention est court (il sera ainsi stimulé par les autres élèves). Cette différenciation pédagogique aurait pu permettre une efficacité plus grande du travail. Cependant, je me suis rendu compte qu'il était impossible de distribuer les rôles étant donné que je n'ai mené que deux séances et que je ne connaissais pas bien les élèves. J'ai donc fait en sorte que chacun écrive individuellement ce que le groupe a dit. L'enseignante avait l'habitude de faire des fiches expériences à coller dans le cahier de science. J'ai donc repris la même méthode au cours de la démarche d'investigation.

Les élèves des groupes expérimentation ont du trouver l'expérience qui leur a permis de répondre à leur problématique eux-mêmes. Le matériel nécessaire était déjà présent dans la classe mais d'autres objets inutiles y ont été ajoutés afin que la réflexion soit complexifiée.

En ce qui concerne le relevé des informations, il était prévu au départ qu'un groupe soit enregistré tandis que l'autre serait observé directement. Cependant, je n'ai pu me focaliser que sur un seul des deux groupes par séance. J'ai donc enregistré et fait le relevé d'un seul des deux groupes. Les groupes ont travaillé en autonomie afin que les interventions du maître n'influencent pas leur démarche et leur réflexion. L'enseignante ou moi-même pouvions cependant intervenir pour apporter des précisions qui n'étaient pas en rapport avec la recherche. Les informations étaient récoltées grâce à un tableau (Voir annexe 1).

Ce tableau m'a permis de connaître les différences entre les élèves. J'ai donc eu des débuts de réponses à mes questions. De plus, si des répliques me semblaient importantes je les notais sur une seconde feuille.

J'ai attaché de l'importance aux raisons pour lesquelles les élèves posent telle ou telle question et aux manières d'intervenir de ces derniers. Il a fallu différencier les phases de travail et de réflexion de la démarche Diphérique. L'argumentation des élèves a été un facteur très important.

J'ai ainsi pu tirer des conclusions à long termes et avoir des résultats plus fiables.

Pour interpréter les résultats, je me suis basée sur « La grille d'analyse des niveaux successifs d'attitude scientifique » de André Giordan (Giordan 1978) Celui ci a défini des niveaux comme suit :

Curiosité

Niveau 1 : ne s'intéresse à rien

Niveau 2 : regarde superficiellement, touche, baille devant le matériel passe d'une chose à l'autre sans fils conducteurs / fait des comptes rendus de ses observations contenant des idées préconçues.

Niveau 3 : étonnement ponctuel / commence à regrouper ses observations / pose des questions

Niveau 4 : étonnement devant une situation ou un fait / remet en question et complète le savoir antérieur / pose des questions précises qui motivent pour une investigation ultérieure / fait des observations précises sous-tendues par une motivation / curiosité qui débouche sur des activités constructives intellectuelles.

Activité critique

Niveau 1 : accepte tout ce qui se présente sans le mettre en question / tient les idées acquises comme une vérité.

Niveau 2 : commence à se poser des questions et discute de ce que disent les autres quand le maître le lui demande / s'attache plus à la façon de présenter qu'au contenu / critique sans émettre d'argument.

Niveau 3 : se pose des questions sur le travail des autres / critique tout seul, même de façon incomplète / tient compte des éléments qui infirment ses résultats / apparition de la critique argumentée

Niveau 4 : remet en question quelques idées établies en se référant à son expérience / contrôle les faits en tenant compte de tous les éléments éventuellement en recherche.

Activité Investigatrice

Niveau 1 : passif

Niveau 2 : fait une investigation si encouragé, si aidé, si on lui donne des idées.

Niveau 3 : fait une Investigation tout seul en envisageant une seule possibilité et s'arrête en cas d'échec.

Niveau 4 : fait une étude tout seul à partir d'une question personnelle, en envisageant plusieurs possibilités d'investigations, sans qu'il lui soit nécessaire de réussir dans l'application.

Grâce à la grille d'André Giordan, j'ai pu analyser plus facilement mes observations et également avoir une idée plus précise de l'évolution de l'esprit critique des élèves.

Cependant, j'ai rencontré des soucis par rapport au comportement des élèves. En effet, ces élèves me rencontraient pour la première fois et ne comprenaient pas bien pourquoi une autre intervenante faisait les séances de sciences. C'est pourquoi ils se montraient soit trop timides, soit ils testaient jusqu'ou ils pouvaient aller. Il a donc fallu faire plusieurs mises au point avec l'enseignante pour faire comprendre aux élèves qu'ils étaient en situation de travail ce qui a été bénéfique et a créé une ambiance de travail correcte. De plus, l'enseignante n'a pas l'habitude de faire manipuler les élèves et étant donné que cette situation était inhabituelle, elle a accentué l'énervement des élèves. La seconde séance quand à elle est en partie inexploitable car c'était la dernière avant les vacances. Les élèves étaient donc fatigués et manquaient de motivation. Celle-ci portait sur la pression de l'air.

Lors de la première séance qui traitait de la différence air froid / air chaud, les groupes expérimentations et le groupe étude de documents se trouvaient dans la même pièce. J'ai remarqué que les élèves censés travailler en autonomie avec l'étude de documents avaient tendance à écouter ce qui se passait dans les groupes expérimentations ce qui a eu des conséquences dans leur travail comme nous le verrons dans l'analyse. C'est pourquoi, lors de la deuxième séance j'ai cherché à séparer le groupe analyse de documents des groupes expérimentations. Le groupe étude de document a donc été réparti soit dans une pièce jouxtant la salle de classe soit avec une autre enseignante. Les élèves qui étaient seuls dans la pièce d'à côté, ont profité du fait que nous n'étions pas avec eux pour bâcler ou ne pas faire le travail demandé.

Le Groupe expérimentation quand à lui n'était pas motivé, il fallait les stimuler pour qu'ils s'expriment. Tous ces facteurs ont donc contribué au fait que la deuxième séance ne se soit pas déroulée comme je le souhaitais.

Il est évident que les groupes ont été inversés lors de cette séance. Le groupe étude de document était à la séance d'avant en expérimentation afin de ne pas créer d'inégalités entre les élèves.

Étant donné que je souhaitais étudier l'évolution de l'esprit critique, le fait ne

n'avoir pu animer que deux séances et qu'une seule soit exploitable est handicapant. L'évolution ne sera donc pas étudiée et ma recherche ne se basera que sur la différence entre le traitement d'un thème par document ou par expérimentation.

Toutefois, l'observation a ses limites. En effet, elle prend beaucoup de temps et peut ralentir le travail de l'enseignante. C'est pourquoi, pour compléter ma recherche, je me suis entretenue avec quelques enseignants concernant l'expérimentation en classe.

Ainsi, j'ai pu récolter de nombreuses données que j'ai pu analyser afin de pouvoir tenter de répondre à ma problématique de départ : « L'expérimentation scientifique permet-elle de développer l'esprit critique de l'élève ? »

IV Résultats et analyses

1) Entretiens avec les maîtres

De manière générale, beaucoup d'enseignants tous cycles confondus que j'ai rencontrés sont d'accord sur un point : Ils accordent de moins en moins d'importance à l'enseignement des sciences expérimentalement parlant par manque de moyens. En effet certains thèmes comme la géologie (c'est celui qui est revenu le plus souvent) ne sont pas facilement exploitables du point de vue du matériel et du coût. Toutes les écoles n'ont pas la chance d'avoir des échantillons de roches ou des maquettes à leur disposition. En revanche, les enseignants n'hésitent pas à faire manipuler les élèves lorsqu'il n'y a pas de contrainte matérielle ni de manque de temps. Le plus souvent, ce sont les sciences naturelles ou la physique chimie (lorsqu'elle ne nécessite pas beaucoup de matériel comme pour les changements d'état de l'eau) qui sont privilégiées.

D'autres professeurs ne font quasiment pas de sciences car ils ne sont pas à l'aise avec cette discipline. Malgré le fait que les enseignements proposés dans les programmes de 2008 soient basiques, il est vrai qu'il est nécessaire d'être à l'aise dans certains thèmes pour les enseigner correctement. Si cela n'est pas le cas, l'enseignant risque de partager avec ses élèves des savoirs erronés qui sont ancrés dans leur conscience (comme c'est le cas avec le silicium). C'est pour cela que le plus souvent, des décloisonnements sont organisés afin que les sciences soient enseignées correctement par des maîtres qui maîtrisent bien cette discipline.

Je les ai ensuite interrogés sur le méthode la MAP. Souvent, ils s'en inspirent pour leur démarche d'investigation mais ne prennent pas les séances telles qu'elles sont proposées. Ils trouvent généralement que c'est un bon principe de mise en évidence de cause à effet par l'élève. Le fait que les élèves cherchent eux même « le pourquoi du comment » développe beaucoup de compétences et met l'élève en valeur. Il se sent à égalité avec son enseignant puisque c'est lui qui fait la leçon avec ses expériences . Généralement la méthode la MAP inspire les enseignants mais ils ne l'utilisent pas telle quelle.

En ce qui concerne l'esprit critique, tous sont d'accord pour dire que cette compétence peut s'acquérir dans toute les matières et notamment en sciences. L'un des maîtres m'a indiqué que dans le cadre où la mission de l'enseignant est de préparer l'élève à son rôle de futur citoyen, et que pour être citoyen, il faut disposer de son esprit critique, alors, le développement de l'esprit critique est important, et même une compétence transversale à développer et motiver dans l'ensemble des apprentissages. Sa définition de l'esprit critique est la capacité à analyser un certain nombre de propositions (différents de postulats...), de les comparer à d'autres, de prendre du recul devant la conclusion qu'on en fait, et d'agir, le tout en étant le plus possible objectif. Ainsi, l'esprit critique est selon les enseignants très important dans toute les matières et facilement mis en œuvre en science lorsqu'il est question de critiquer les résultats et de les remettre en question lorsqu'ils ne sont pas concluants.

2) Les données initiales, problématique, hypothèses

La partie données initiales est commune aux groupes expérimentations et études de document. Comme je l'ai dit précédemment, cette séance était consacrée à l'étude de la différence entre l'air chaud et l'air froid. L'élément déclenchant de l'investigation est venu de lui même. En effet, le matin de ma venue, un ballon de baudruche posé sur le radiateur de la classe avait éclaté. L'enseignante en a donc profité pour faire remarquer aux élèves que le rideau bougeait seul au dessus du radiateur en n'allant pas plus loin.

Lorsque je suis arrivée en début d'après midi, j'ai demandé aux élèves de me résumer ce qu'ils avaient déjà appris sur l'air. Ils m'ont donc énuméré plusieurs propriétés que les autres classes étaient venues leur montrer ou qu'ils avaient montrées eux même. Ils savaient alors que l'air est inodore, on peut le sentir grâce à ses déplacements, il est

incolore, il est composé de particules que l'on appelle des molécules et enfin il a une masse.

J'ai donc ensuite demandé aux élèves pourquoi le rideau bougeait seul et pourquoi le ballon a éclaté d'après leurs connaissances. Les élèves m'ont donc proposé plusieurs hypothèses :

a-A cause de la chaleur

b-1) A cause de l'air, 2) des courants d'air

c-La fenêtre est mal fermée

d-A cause du mouvement de l'air dans la classe.

e-Parce que l'air a une masse et que cette masse appuie sur le rideau.

J'ai donc écrit toutes ces hypothèses au tableau et j'ai proposé aux élèves de vérifier ou d'exclure d'abord les plus simples toutes ensemble.

Un élève a proposé que l'on vérifie si la fenêtre est bien fermée. Après vérification, nous avons pu exclure l'hypothèse c.

Un autre élève a proposé que plus personne ne bouge dans la classe et que l'on ferme toutes les portes et fenêtres pour tester à la fois les hypothèses b2 et d. Nous avons donc constaté que même si l'on faisait en sorte qu'il n'y ait plus de courants d'air ou de mouvement d'air dans la classe, le rideau bougeait encore. Ceci a donc permis d'exclure les hypothèses b2 et d.

A ce stade, il nous restait alors les hypothèses a, b1 et e. J'ai été surprise à ce moment de la démarche quand l'un des élèves qui montrait un grand intérêt à la recherche m'a dit : « Mais si l'air a une masse, cela veut dire qu'il peut tomber. Là on dirait que le rideau bouge parce que quelque chose remonte ... On peut retirer l'hypothèse e ? » Il m'a fallu un temps de réflexion pour lui dire que sa supposition n'était pas mauvaise mais que si tout l'air tombait toutes les molécules se tasseraient comme des grains de sable au sol. Or on peut respirer dans la classe et on sent le déplacement de l'air quand on bouge. Le fait que le rideau bouge pourrait donc avoir un rapport avec la masse de l'air mais nous ne savons

pas lequel. J'ai veillé à ce que cet élève soit dans un groupe expérimentation étant donné qu'il a fait preuve d'esprit critique lors des données initiales et des hypothèses formulées après avoir trouvé la problématique.

Voyant qu'après cette étape, les élèves n'avaient plus d'idées, j'ai proposé de les séparer en deux groupes pour passer à l'étape test des hypothèses restantes. Le fait que le rideau bouge et que le ballon ait éclaté aurait un rapport avec la chaleur et la masse de l'air...

3) Test, résultats et interprétations par étude de documents

(Annexes 2 et 3 : Document et questionnaire proposés aux élèves)

Le groupe étude de documents était composé de dix élèves. Ne pouvant pas joindre toutes les productions des élèves, je tiens à disposition les productions des élèves.

Il m'a semblé que l'étude du fonctionnement de la montgolfière était une bonne idée pour différencier l'air chaud et l'air froid. A cela, j'ai ajouté une page du manuel des élèves sur laquelle figuraient un carillon des anges (qu'ils ont d'ailleurs du fabriquer pour la fête des mères), un tourne broche à air chaud et une turbine sans leur mode de fonctionnement. Dans le questionnaire proposé, on peut trouver des questions fermées dont les réponses sont explicitées dans le document et des questions plus ouvertes qui permettent à l'élève de donner son avis et donc de faire preuve d'esprit critique. En général, les élèves ont répondu correctement aux questions fermées en citant le texte et en n'ajoutant pas de commentaires.

Analysons les réponses aux questions les unes après les autres. D'après la première question, aucun des élèves du groupe n'avait rencontré les objets présentés dans la page du manuel.

La question 2 était assez ouverte. Les élèves devaient imaginer le mode de fonctionnement des objets présentés. Huit élèves ont répondu que ces objets fonctionnaient à l'air chaud sans chercher à « creuser » le fonctionnement. Ils n'ont pas cherché à expliquer le rôle de l'air chaud dans le fonctionnement des objets. On note d'ailleurs que l'une des photos s'intitulait « tourne broche à air chaud »...Un autre élève n'a pas répondu du tout. Seul un élève (Nous l'appellerons Thibault) a précisé que la « turbine » du carillon tournait grâce à l'air chaud des bougies.

En ce qui concerne la question 3, les élèves devaient imaginer ce qu'il pourrait se passer si les bougies n'étaient pas allumées. Je peux classer les réponses des élèves selon leur « pertinence » et leur niveau de réflexion.

- Trois élèves ont répondu « cela ne marche pas » sans justifier pourquoi.

- Deux autres élèves pensent que le carillon ne tourne pas parce qu'il n'est pas chauffé alors qu'à la question d'avant ils avaient bien répondu que ces objets fonctionnaient à l'air chaud et non à la chaleur. C'est donc qu'ils ont regardé le titre de la photo sans réfléchir au fonctionnement. Ils n'ont donc pas fait preuve d'esprit critique.

- Deux autres élèves écrivent que cela ne fonctionne pas car il n'y a pas d'air chaud. Ils ont fait le lien entre la deuxième et la troisième question mais n'ont pas l'air d'avoir compris le rôle de l'air chaud.

- Deux élèves ont mentionné la notion de poussée par l'air chaud. Les « pales » du carillon seraient donc poussées par l'air chaud mais ils ne parlent pas de montée d'air chaud.

- Thibault quand à lui a écrit que cela ne fonctionnait pas car l'air chaud ne montait pas. Il a bien su trouver la caractéristique de l'air que l'on voulait mettre en évidence mais n'a pas mentionné ni la notion de poussée ni la notion de masse. On peut considérer que sa réponse est la plus réfléchie. On note ici un début d'esprit critique.

Pour répondre à la question 4, les élèves devaient faire un schéma simplifié du carillon des anges en expliquant par des signes son fonctionnement. Pour cette question, cinq élèves n'ont pas compris ce que signifiait schéma simplifié. En effet, ils ont dessiné le carillon tel qu'ils le voyaient sans y ajouter de flèche pour expliquer le fonctionnement ni même d'annotations. Un autre élève a dessiné le carillon de la même manière mais n'a ajouté des flèches que pour montrer le sens de rotation du carillon.

Les quatre autres élèves semblent avoir mieux intégré le sens de « schéma simplifié » car leur dessin se compose de traits simples. Cependant on ne remarque pas d'annotations et leur schéma ne représente pas vraiment la situation.

On peut alors penser que la notion de schéma simplifié a « bloqué » la réflexion des élèves. Il n'avaient peut être pas l'habitude de faire ce type de dessins. Leurs réponses ne sont pas vraiment celles que j'attendais puisque l'air chaud qui monte n'a pas vraiment été représenté.

Les questions suivantes concernent le mode de fonctionnement de la montgolfière. Le but de la question cinq était d'illustrer une phrase par un schéma et de le compléter par une phrase dont ils devaient trouver deux mots manquants. Cette phrase explicitait l'une des caractéristiques de l'air qu'il fallait étudier. Tous les élèves du groupe ont compris comment il fallait illustrer la phrase et ont fait un schéma correct. Mais la phrase était suffisamment simple et explicite pour garantir la réussite de la question. En ce qui concerne la phrase à compléter, un seul élève a répondu correctement, il s'agit de Thibault. Le schéma devait servir de base pour compléter la phrase. On en conclut qu'il est difficile pour les élèves de transformer un schéma en phrase. Ils n'ont pas compris ce qu'ils ont dessiné. Seul Thibault a su, à première vue, comprendre son dessin.

Pour répondre aux questions 6 et 7, il suffisait de trouver la phrase du texte dans laquelle se trouvaient les réponses. Les élèves ont presque tous répondu juste mais ces questions s'apparentaient plus à un travail littéraire qu'à une recherche scientifique. Un élève ayant répondu faux n'a pas vraiment fait d'erreur puisqu'il a répondu à la question 7 dans la question 6. Un autre élève a répondu en ne tenant pas compte du texte mais de ses représentations de la montgolfière. En effet, il a répondu que le feu gonflait la montgolfière et que pour qu'elle décolle, il faut enlever les poids. On remarque donc bien qu'il n'a tenu compte que de ce qu'il connaissait de la montgolfière. Les élèves ont considéré comme exact le contenu du texte. Ils l'ont recopié tel quel sans le remettre en question. Ils n'ont donc pas fait preuve d'esprit critique.

C'est dans les deux dernières questions que les élèves pouvaient faire part de leur réflexion. Dans la question 8, on demandait aux élèves si ils pensaient que l'air qui nous entoure était toujours le même. La réponse attendue était qu'il était toujours composé de la même manière mais que la température pouvait différer ce qui avait une conséquence sur la place que prenaient les molécules. Cette question reprenait donc une notion abordée précédemment et elle était destinée à ancrer définitivement celle-ci dans la mémoire de l'élève. Il semblerait que la question a été mal formulée. Il aurait fallu que je demande si l'air était identique du point de vue de la composition et ce qui différait. C'est pourquoi ils ont en majorité répondu que la température différait et que donc l'air était différent. Un élève n'a pas répondu à la question. Trois autres élèves n'ont répondu qu'à une partie de la question c'est à dire qu'ils pensent que l'air est toujours composé de la même manière mais ne se justifient pas et ne parlent pas de température. Thibault quand à lui, a répondu que la

composition de l'air était différente et que la température pouvait l'être également. Ainsi on se rend compte que même si des éléments de réponse étaient abordés précédemment, les élèves n'ont pas su retranscrire ce qu'ils avaient appris. Mais cela peut être du à l'ambiguïté de ma question.

Le but de la dernière question était de rassembler toutes les caractéristiques de l'air froid et de l'air chaud que les élèves ont pu découvrir à la lecture des documents. Un seul élève n'a pas du tout répondu à la question sûrement par manque de temps car les autres réponses ont été écrites. Le plus souvent les tableaux sont incomplets et l'on remarque que certains élèves manquent d'esprit de synthèse. La caractéristique la mieux retenue par les élèves est que l'air chaud est plus léger que l'air froid. D'ailleurs, un élève n'a noté que cette caractéristique. Trois élèves sur dix ont donné les trois principales caractéristiques abordées dans le document en abordant la différence de densité par le biais des molécules ou de la place que prend l'air.

Dans deux productions, il semblerait que les élèves se soient intéressés à la notion de molécules sans pour autant la comprendre. En effet, ils se sont contentés de répondre « Il se disperse, il se détache ». Les élèves parlent donc de l'air et n'ont pas compris qu'il fallait associer ce fait aux molécules. Cela dénote une mauvaise compréhension du document. Ils n'ont pas fait preuve d'esprit critique puisqu'ils n'ont pas cherché à remettre en cause le document ni même ce qu'ils ont répondu.

Les trois dernière productions dont celle de Thibault sont intéressantes. En effet, les trois élèves parlent du fait de gonfler ou de dégonfler un ballon. Il est important de noter que les documents proposées n'abordaient pas ce paramètre. Cependant, comme je l'ai dit précédemment les groupes études de documents et expérimentations étaient dans la même pièce et travaillaient en même temps. Une des expériences abordées dans l'autre groupe mettait en œuvre le gonflement d'un ballon par de l'air chaud comme nous le verrons ci-après. On peut donc en déduire que les élèves se sont inspiré de ce qu'ils entendaient du groupe expérimentation pour répondre à leur questionnaire. Deux des élèves qui sont dans ce cas ont commis plusieurs erreurs auparavant. Leur inattention ressort donc de leur travail. En ce qui concerne Thibault, la dernière question est en plus illustrée de l'expérience effectuée dans l'autre groupe. Cela remet donc en cause les hypothèses que j'avais pu faire à la lecture des réponses précédentes selon lesquelles cet élève avait un

certain esprit critique dans le sens où il émettait des réflexions sur le document. Thibault a en fait mêlé les enseignements des expérimentations à l'étude de document.

Les résultats et la conclusion sont intégrées à l'étude de document. Ils ne sont pas produits par les élèves comme souvent dans le cas des recherches documentaires de ce type.

De manière générale, on note que les réponses des élèves ne font pas apparaître l'esprit critique des élèves ou alors lorsque l'on notait la présence d'esprit critique, je me suis rendue compte qu'elle n'avait aucun rapport avec l'étude de documents. La recherche par étude de document n'est pas très ludique et ne suscite pas de motivation chez les élèves. Ceci peut être la cause de l'absence d'esprit critique dans les réponses des élèves. On pourrait également expliquer l'absence d'esprit critique par le contrat didactique entre enseignant et élève.

4) Tests, résultats et interprétations par expérimentation

Pour la phase de test par expérimentation j'ai amené aux deux groupes divers objets et matériaux pouvant servir à trouver la solution de notre problématique. Comme ils en avaient l'habitude, les élèves ont rédigé des fiches expérience en notant la problématique proposée. Je leur ai ensuite demandé de réfléchir à des expériences qui pouvaient avoir un rapport avec l'air et la chaleur. J'appellerai les élèves du groupe élève 1, 2, 3 et 4 (E1, E2, E3, E4). Mon analyse quand à elle ne se portera que sur les réflexions des élèves en rapport avec ma problématique. Pour cela je vais retranscrire les cinq passages les plus significatifs de la séance puis je m'appuierai sur le tableau de l'annexe 1 pour compléter mon analyse et ainsi catégoriser les élèves grâce à la classification de Giordan.

Premier extrait :

E1 : L'air a une masse peut être que l'air chaud est plus ou moins lourd que l'air froid ?

E2 : Il faut mettre de l'air chaud dans un ballon et de l'air froid puis les peser.

Moi: C'est difficile quand même.

E3 : Bah oui hein !!!

E2 : Je peux essayer de mettre l'air chaud au sèche cheveu avec un tuyau ! (Il essaie cela marche pas)

E1: On a qu'à mettre le ballon au frigo et le peser après

Moi : Tu peux essayer, on verra le résultat plus tard.

Deuxième extrait :

E2:Et si on met de l'air chaud dans une bouteille et qu'on appuie dessus pour remplir un ballon ?

Moi : Comment tu compte t'y prendre ?

E2 :Ben on met de l'eau chaude au fond de la bouteille et un ballon au dessus l'air de la bouteille va chauffer et on appuiera sur la bouteille pour faire rentrer l'air dans le ballon

E4 : (Rires) Pfu n'importe quoi l'air peut pas être chauffé.

Moi : Tu en es sûr ? (pas de réponse) Essayons !

(La bouteille plastique se dilate a cause de la chaleur)

E3:Madame faut une bouteille en verre ça fondra pas !

Moi : D'accord pourquoi pas !

E1:Bah oui mais on ne pourra plus appuyer sur la bouteille pour gonfler le ballon.

Moi: Essayons on verra ce qu'il se passe.

(E2 se porte volontaire pour faire l'expérience, le ballon se gonfle)

E3 : Eh madame le ballon il gonfle tout seul !!!!

E2 : C'est l'eau qui a poussé l'air dans le ballon.

E1 : Bah non l'eau est au fond !!

Moi : Comment on peut savoir si c'est l'eau qui a poussé l'air ou si c'est parce que l'air s'est réchauffé ?

E1 : Bah on met de l'eau froide à la place.

(E1 est volontaire pour faire l'expérience mais le ballon ne gonfle pas)

Moi: Le ballon ne gonfle pas. Comment ça se fait E4? (il était inattentif)

E4 : Bah c'est parce que on chauffe la bouteille !!!

Moi : Ça n'explique pas !! Qu'est ce qu'on chauffe aussi ? (pas de réponse de E4)

E1:On dirait qu'il y a de l'air qui se crée.

E3 : Peut être qu'il y a un trou dans la bouteille !!!

E4 : N'importe quoi !!!! Sinon on ne pourrait pas mettre d'eau !

E1:En tout cas l'air de la première bouteille il prend plus de place parce qu'il a gonflé le ballon.

Moi : Tu as sans doute raison mais qu'est ce que ça veut dire ?

E3 : Que l'air chaud monte dans le ballon !!!

(je penche la bouteille, le ballon reste gonflé)

E2 : Bah non vu que là le ballon est encore gonflé !!

E1: que l'air chaud prend plus de place que l'air froid ?

Moi : Oui c'est le cas !!

E3 : Mais du coup on a un ballon d'air chaud on peut le peser et le comparer à un ballon d'air froid !!

Moi : Mais comment être sur que l'on aura la même quantité d'air ?

E4 : C'est pas possible !!!

E1 : Bah avec expérience du frigo y'a pas ce problème on verra !!

Moi : Oui on vérifiera !

E2 : C'est peut être l'eau qui fait ça !

Moi : Est ce qu'on a une solution pour enlever l'eau et avoir de l'air chaud ou froid quand même ?

E1 : On met la bouteille dans des glaçons ou dans l'eau chaude !

(Je sollicite E4 qui a l'air ailleurs... Il souffle mais s'exécute . On obtiens les mêmes résultats)

Moi : On sait donc maintenant que l'air chaud prend plus de place mais est ce qu'il y a d'autres différences ?

Troisième extrait :

Le ballon de l'extrait 1 est sorti du réfrigérateur : Il pèse le même poids qu'au début.

E1 : Alors ça vaut dire que les deux ont le même poids ?

Moi : En fait c'est normal puisque l'on a mis une certaine quantité d'air au début il n'a pas pu s'échapper ou entrer dans le ballon.

E2 : Mais madame le ballon il est plus petit !!

E3 E4 E1 : Ah ouais !!!!

Moi:En effet mais on sais déjà pourquoi !!!

E1:Oui parce que l'air chaud prend plus de place !!

E3 : On le sait mais ça peut pas être pour ça que le rideau bouge !

Quatrième extrait :

E1 : Mais du coup à la base on voulait savoir si il y avait une différence de poids mais on ne peut pas !

Moi:Quand quelque chose est lourd qu'est ce qu'il se passe ?

E3 : Ça tombe !

E2:Mais de l'air ça peut pas tomber...

Moi : Je ne sais pas...

E1:Ben peut être qu'on peut prendre la température de l'air par terre et de l'air au plafond ?

E4 : Ben c'est le même air dans toute la classe !

Moi : Essayons

(E3 installe les thermomètres et l'on remarque une différence de température : celui du dessus de l'armoire indique 26°C alors que au sol on a 18°C)

E1 : Alors ça voudrait dire que l'air chaud est plus léger que l'air froid.

(On note que l'observation des thermomètres n'est pas une expérience à proprement parlé mais d'une constatation)

Cinquième extrait :

Moi : E4 tu peux nous dire ce qu'a montré l'expérience des thermomètres ?

E4:Bah l'air chaud est en haut !!

Moi : Oui donc...

E1:Donc il monte puisqu'il est plus léger !!

Moi : Très bien!! Donc l'air chaud prend plus de place et il monte !!!

E2 : C'est pour ça que le rideau bouge !!!!

E3 et E4 : Ah ouais !!!!

E1 : Mais madame en montagne plus on monte plus c'est froid !!

Moi : La montagne n'est pas une salle de classe et c'est une autres histoire que nous verrons dans la prochaine séance !! (Séance sur la pression de l'air)

Dans le tableau proposé en annexe 4, j'ai rassemblé l'ensemble de la séance. Ainsi, j'ai pu, grâce à mes résultats classer les élèves selon la classification de Giordan et analyser la séance.

Commençons par l'élève numéro1. D'après les résultats il appartiendrait au niveau 4

de la curiosité, c'est à dire qu'il montre un certain étonnement devant une situation ou un fait, il remet en question et complète le savoir antérieur, il pose des questions précises qui motivent pour une investigation ultérieure et fait des observations précises sous-tendues par une motivation. Cette curiosité débouche sur des activités constructives intellectuelles. J'ai pu remarquer que trouver la réponse à la problématique par l'expérimentation engendrait de la motivation chez cet élève. Il a construit une hypothèse sur un savoir qu'il avait acquis précédemment à savoir la masse de l'air et a tout mis en œuvre pour pouvoir la démontrer avec l'aide de ses camarades. On confirme donc grâce à toutes ces remarques que l'élève 1 montre une curiosité certaine.

En ce qui concerne l'activité critique, l'élève 1 semble appartenir au niveau 4 de la grille de Giordan. Il remet en question quelques idées établies en se référant à son expérience et contrôle les faits en tenant compte de tous les éléments éventuellement en recherche. J'ai pu remarquer à de nombreuses reprises qu'il critiquait de façon objective les affirmations que pouvaient faire ses camarades ou moi même. On peut le remarquer lorsqu'il a souligné le fait que la température baissait en altitude à la montagne. Cet élève a donc un esprit critique assez développé qui est motivé par l'expérimentation.

Intéressons nous maintenant à l'élève numéro 2. D'après Giordan son étonnement ponctuel et le fait qu'il commence à regrouper ses observations et pose des questions fait que sa curiosité est de niveau 3. En effet, on a pu remarquer que lorsque c'est lui qui émet une hypothèse ou une proposition, il fait beaucoup d'efforts pour les mettre en œuvre. Il est curieux de ce qui l'intéresse et c'est également une source de motivation pour le travail.

En ce qui concerne l'activité critique, on remarque que l'élève se pose des questions sur le travail des autres, qu'il critique tout seul, même de façon incomplète, qu'il tient compte des éléments qui infirment ses résultats et que l'on a une apparition de la critique argumentée. En effet, à plusieurs reprises, l'élève numéro 2 a émis des critiques que ce soit de ses propositions ou de celles de ses camarades. Il tient compte de ce qu'il connaît déjà et s'en sert pour infirmer ou confirmer une hypothèse.

Pour l'activité investigatrice, l'élève 2 fait, à plusieurs reprises, une investigation tout seul en envisageant une seule possibilité et s'arrête en cas d'échec. C'est le niveau 3 de la classification de Giordan. On a pu remarquer cela lorsqu'il s'est concentré sur l'expérience de la bouteille mais qu'elle n'a pas fonctionné comme il le voulait. Cette réaction était

notamment visible dans le comportement de l'élève puisqu'il hésitait après cet épisode à reformuler de nouvelles hypothèses.

Cet élève montre donc un esprit critique assez important dans les cas qui lui semblent intéressants. On peut supposer que si on lui avait proposé une étude de documents cet élève aurait montré beaucoup moins d'intérêt puisqu'elle ne nécessite aucune manipulation et que dans le cas d'une étude documentaire, l'élève ne pourrait pas s'exprimer et donner ses idées. Encore une fois, l'expérimentation engendre la motivation et donc l'esprit critique de cet élève.

L'élève numéro 3 est différent de l'élève numéro 2. En ce qui concerne la curiosité, il montre un étonnement ponctuel, il commence à regrouper ses observations et pose des questions. Bien qu'il participe moins que l'élève numéro 2, il fait partie du niveau 3 de curiosité de Giordan. Il était parfois distrait mais faisait quelques remarques intéressantes comme nous pouvons le voir dans les extraits ci-avant. Cet élève me posait énormément de questions et me demandait souvent mon avis. Cela traduit un manque de confiance en lui. Je pense que ce facteur empêche l'élève de développer pleinement son esprit critique. Cet élève aurait été plus à l'aise avec l'étude de documents mais n'aurait pas osé critiquer les documents proposés ni émettre un avis .

En ce qui concerne l'activité critique, l'élève numéro 3 serait plutôt du niveau 2 de la classification de Giordan. En effet, il commence à se poser des questions et discute de ce que disent les autres. Il s'attache plus à la façon de présenter qu'au contenu (c'est ce que l'on a pu voir avec l'expérience de la bouteille) enfin, il critique sans émettre d'argument. C'est le cas lorsqu'il dit que le rideau ne peut pas bouger à cause du fait que l'air chaud prenne plus de place. Lorsqu'il émet une critique c'est souvent sous forme de question à l'enseignant. Il lui demande ainsi confirmation, preuve encore une fois que cet élève manque de confiance en lui.

En ce qui concerne l'activité investigatrice, il semblerait que l'élève numéro 3 soit de niveau 2 c'est à dire que l'élève ne fait une investigation que s'il est encouragé, aidé, ou si on lui donne des idées. Comme on peut le voir dans les extraits, ce n'est jamais cet élève qui émet les propositions de départ. Il donne quelques idées pour appuyer les propositions de ses camarades. Ceci confirme donc que cet élève est de niveau 2. Encore une fois, on peut voir que le fait qu'un élève n'ait pas confiance en lui peut provoquer un blocage en ce

qui concerne l'émission de critiques et a fortiori le développement de l'esprit critique car comme chacun le sait c'est en s'entraînant que l'on devient meilleur.

L'élève numéro 4 est un cas très particulier. Avant que l'activité ne commence, il montrait déjà des signes de lassitude et n'avait aucune envie de travailler. Il écoutait très peu et essayait de capter l'attention de ses camarades du groupe voisin. Pour faire en sorte qu'il manipule, je devais le solliciter contrairement à ses camarades. Cela s'est donc ressenti dans son comportement. Si l'on se penche sur la curiosité de l'élève, son niveau selon Giordan serait le numéro 2. Il regarde superficiellement, touche, baille devant le matériel et passe d'une chose à l'autre sans fils conducteurs. Il fait également des comptes rendus de ses observations contenant des idées préconçues. Il ne s'est intéressé au matériel proposé que pour faire l'intéressant. Les expériences proposées ne l'intéressaient pas plus. Pour toutes ces raisons on peut dire que le niveau de curiosité de l'élève est très faible.

En ce qui concerne l'activité critique, l'élève numéro 4 accepte tout ce qui se présente sans le mettre en question et tient les idées acquises comme une vérité. C'est pourquoi il appartiendrait au niveau 1 de Giordan. Lorsqu'on lui dit quelque chose, il ne cherche pas à critiquer ou à remettre en cause une affirmation. Cet élève manque clairement de motivation. En étude de document cet élève se serait contenté de répondre aux questions sans chercher à les justifier. Si l'activité proposée n'intéressait pas l'élève, il ne pouvait pas se montrer motivé ou faire preuve d'esprit critique.

Le niveau de l'activité investigatrice montre également le manque de motivation de l'élève. Il est de niveau 1 c'est à dire passif. Il ne s'exprimait que lorsqu'on le sollicitait pour retrouver son attention ou lorsqu'il avait l'occasion de se moquer de ses camarades. Cet élève, d'après l'enseignante, est habituellement perturbateur. Étant donné que les élèves n'avaient pas l'habitude de manipuler, cette séance n'a fait qu'accentuer le caractère perturbateur de l'élève.

Après la série d'expériences proposée, les élèves ont pu procéder comme à leur habitude. C'est à dire qu'ils ont fait une « fiche expérience » par expérience réalisée sur laquelle ils ont pu répertorier la problématique, ce qu'ils ont observé, ce qu'ils pouvaient en déduire et la conclusion. A la suite de cela, chaque élève a eu l'occasion de participer à la réalisation d'affiches sur le modèle de la fiche expérience. Celles ci seront exposées

courant juin dans l'exposition destinée aux parents avec les travaux des autres classes.

J'ai donc eu l'occasion de pouvoir analyser les réflexions d'un groupe d'élève très hétérogène mais majoritairement intéressés par ce qu'on leur proposait. Bien qu'un élève n'avait pas confiance en lui, ou qu'un autre manquait de motivation cette séance s'est globalement déroulée correctement. L'esprit critique était bel et bien présent lors de cette séance. Il est possible que le changement de méthode de travail ait pu favoriser la motivation des élèves tout comme l'objectif exposition. Quoi qu'il en soit, on a globalement observé un esprit critique plus important dans les groupes expérimentations que dans les groupes études de documents.

5) Conclusions

Après avoir effectué les tests différents dans les deux groupes, l'enseignante et moi avons demandé l'attention de toute la classe. Nous avons d'abord corrigé en classe entière l'étude de documents. Ainsi le groupe expérimentation a pu comprendre pourquoi l'air chaud prenait plus de place que l'air froid. Ensuite, les groupes expérimentations ont pu faire part de leurs recherches au groupe étude de documents. Encore une fois, ce sont les élèves qui ont été les plus motivés par les expériences qui se sont portés volontaires pour exposer leur recherches à l'autre groupe. Nous avons demandé au groupe étude de documents si ils souhaitaient apporter quelque chose au groupe expérience afin qu'ils puissent faire preuve d'esprit critique mais nous n'avons obtenu aucun résultat.

V Conclusions

L'analyse des résultats obtenus grâce à la méthodologie m'a permis de répondre en partie à la problématique proposée à savoir « L'expérimentation scientifique permet-elle le développement de l'esprit critique de l'élève ? ».

Historiquement parlant, on a attaché de plus en plus d'importance à l'enseignement des sciences jusqu'à notre époque. On s'est rendu compte que le savoir scientifique était utile dans la vie courante. C'est pourquoi on a également consacré de plus en plus de temps à l'enseignement par expérimentation car comme j'ai pu le montrer tout au long de mes recherches, le fait que les élèves pratiquent les sciences en manipulant fait qu'ils retiennent plus facilement les notions abordées. En effet l'apprentissage des sciences permet de

développer des compétences utiles, voire nécessaire dans d'autres matières ou encore dans la vie de tous les jours. L'enseignement des sciences a certes une importance mais le cheminement utilisé pour l'enseignement l'est tout autant. Les sciences servent aussi à acquérir une culture générale fort utile quotidiennement. C'est le cas de l'esprit critique. Il est vrai que les grandes découvertes ont été faites par des hommes ou des femmes qui grâce à leur esprit critique ont pu faire avancer la science et nous faire évoluer dans le monde que nous connaissons aujourd'hui.

De manière générale, on se rend compte que les enseignants utilisent de moins en moins la démarche d'investigation proposée dans les instructions officielles. Les raisons invoquées par ces derniers est souvent le manque de temps ou de matériel. En effet, les sciences sont une discipline qui n'est pas facile à enseigner si l'on est pas à l'aise avec la discipline. Pour faire en sorte que l'enseignement des sciences par expérimentations se déroule correctement, il faut le pratiquer le plus souvent possible.

Malgré le peu de temps que j'ai pu passer en classe avec les élèves, j'ai pu me rendre compte de l'importance de l'enseignement scientifique à l'école primaire pour le développement de nombreuses compétences. Toutefois, pour approfondir mes recherches, il aurait fallu que je mette en place une évaluation des deux groupes pour voir si les notions abordées sont mieux retenues par les élèves qui sont passés par l'expérimentation ou par l'étude de documents. Il aurait fallu également que je puisse mettre en place plus de deux séances afin que je puisse me rendre compte de l'évolution de l'esprit critique des élèves. Ainsi, mes recherches ne m'ont permise que de voir si les élèves faisaient preuve d'avantage d'esprit critique lorsqu'ils étaient en situation d'expérimentation ou dans un enseignement purement théorique.

Comme je le disais précédemment l'instauration entre le maître et les élèves d'un contrat didactique fait que le savoir théorique est très peu voire jamais remis en cause. En effet si le maître attend de l'élève qu'il soit à l'écoute et qu'il respecte les règles instaurées explicitement ou implicitement, l'élève quand à lui attend de l'enseignant qu'il sache lui enseigner ce qui est vrai et qu'il n'a pas à remettre en question. Ainsi, lorsque des documents viennent de l'enseignant, l'élève se doit de ne pas remettre en question le savoir qu'ils dispensent. C'est pourquoi il est difficile pour les élèves de faire preuve d'esprit critique lorsqu'ils sont face à une étude de documents. Ainsi, il est beaucoup plus facile

d'exercer son esprit critique lors d'un enseignement qui respecte la démarche d'investigation et qui intègre l'expérimentation.

L'esprit critique est une compétence que peuvent acquérir tous les élèves sans distinction aucune. Comme j'ai pu le voir au cours de ma recherche, même les élèves les moins motivés habituellement lorsqu'ils s'intéressent à une discipline peuvent faire preuve d'esprit critique et montrer de la motivation. Ainsi les élèves les plus timides ont su remettre en cause ou critiquer le savoir qu'on a pu leur inculquer précédemment sans qu'ils aient eu l'occasion de le faire auparavant. L'enseignement scientifique comme je l'ai abordé avec ma démarche expérimentale permet également une certaine forme d'autonomie qui met l'élève en confiance étant donné qu'il ne dépend pas de l'enseignant. L'élève exprime ses propres opinions sans que personne ne puisse lui dire si il a raison ou tort. Seules des faits concrets peuvent vérifier ses hypothèses. Il est évident que les démarches d'expérimentations ne conviennent pas à tous les types d'élèves. Certains ont besoin d'être encadrés au maximum et ont besoin de la protection d'une étude de document pour évoluer. Dans ce cas il est nécessaire de trouver d'autres méthodes pour qu'ils développent leur esprit critique d'une autre manière.

On peut donc affirmer que l'expérimentation scientifique permet l'évolution de l'esprit critique de l'élève à condition qu'elle soit mise en place correctement et qu'elle respecte certains paramètres concernant le type d'élèves. Enfin, la motivation est la clef de la réussite pour le développement de l'esprit critique via l'expérimentation scientifique.

BIBLIOGRAPHIE:

ARCA .M, 1999,La représentation scientifique de la réalité: Expérience et expérimentation à l'école primaire, *Aster N°28 L'expérimental en classe*, 191-218.

DE VECCHI. G, 2006 *Enseigner l'expérimental en classe pour une véritable éducation scientifique* Edition Hachette éducation p 43

GIORDAN. A, 1978. *Observation-expérimentation Revue française de pédagogie*. Volume 45, p. 66-73.

KALALI. F, 2008,L'enseignement des sciences expérimentales, ou le débat récurrent du culturel versus utilitaire : quels problèmes ?, *Spirale N°42 Textes officiels et écoles* 183-194

Source WIKIPEDIA; article sur La main à la pâte :

http://fr.wikipedia.org/wiki/La_main_%C3%A0_la_p%C3%A2te

Bulletin officiel HORS SERIE numéro 3 du 19 juin 2008 *Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire*

La méthode DIPHTERIC

http://pedagogia19.org/newpicnet/IMG/pdf/Doc3Les_demarches_d_investigation_en_sciences_experimentales-2.pdf

Comment vole une montgolfière : le principe d'air froid et d'air chaud

L'air est composé de particules invisibles appelées molécules. Quand l'air est froid, les molécules se rapprochent. Quand l'air est chaud, les molécules s'agitent et s'éloignent les unes des autres. Contenu dans un même volume, le nombre de molécules d'air chaud est plus petit que le nombre de molécules d'air froid. Ainsi, on peut conclure que l'air chaud est plus léger que l'air froid.

Pour faire voler une montgolfière, il faut réchauffer les molécules de l'air contenu dans l'enveloppe à l'aide d'un brûleur au gaz propane. L'air dans le ballon est plus léger que l'air de l'atmosphère, permettant ainsi à la montgolfière de s'élever. Pour faire atterrir la montgolfière, on laisse refroidir l'air dans le ballon. On peut aussi ouvrir la soupape située dans le haut du ballon, de cette façon, l'air chaud s'échappe et fait place à l'air froid dans l'enveloppe. Cette masse d'air devient donc plus lourde et la montgolfière peut amorcer sa descente.

L'enveloppe : le ballon de la montgolfière

L'enveloppe de la montgolfière est faite d'un nylon particulier. Malgré sa grande légèreté, ce matériau est très résistant. On pourrait le comparer à une toile de tente ou de parachute. Une montgolfière moyenne contient un volume de 2 550 mètres cubes d'air, l'équivalent de sept maisons unifamiliales. La hauteur totale de l'enveloppe peut dépasser 35 mètres, l'équivalent d'un édifice de 10 étages, et son poids total peut atteindre 250 kilos (550 livres).

Le gonflement de l'enveloppe se fait à l'aide d'un énorme ventilateur placé devant la bouche du ballon. Généralement, quatre personnes sont requises pour cette étape. Deux personnes tiennent la bouche de l'enveloppe ouverte afin de faciliter le gonflement. Une troisième personne est placée à l'autre extrémité du ballon et tient une corde attachée à la couronne afin d'étirer l'enveloppe. La quatrième personne manipule le ventilateur. Quatre à six minutes peuvent s'écouler entre le début du gonflement à froid et le moment où le ballon se redresse.

La nacelle de la montgolfière

Les nacelles sont traditionnellement faites d'osier. Entièrement tressée à la main, la nacelle allie la légèreté, la rigidité et la souplesse de l'osier afin d'amortir le choc de l'atterrissage. Une nacelle moyenne peut accueillir un pilote et trois passagers. Certaines montgolfières dont le volume d'air contenu dans l'enveloppe est plus élevé peuvent contenir jusqu'à 36 personnes. Les instruments de navigation, essentiels au bon déroulement du vol, se retrouvent également à l'intérieur de la nacelle. Ces derniers mesurent l'altitude (altimètre), la vitesse d'ascension (le variomètre) et la température à l'intérieur de l'enveloppe (le pyromètre).

Le brûleur pour réchauffer l'air contenu dans le ballon

Situé au-dessus de la nacelle, à l'embouchure du ballon, le brûleur réchauffe l'air contenu dans l'enveloppe permettant ainsi l'ascension de la montgolfière. On utilise du propane contenu sous pression dans des bonbonnes attachées dans la nacelle. La consommation de propane par

le brûleur est d'environ 40 litres à l'heure, ce qui procure environ 15 millions de BTU. À titre de comparaison, votre barbecue dégage 40 mille BTU en une heure. Pour une heure de vol, une montgolfière dégage 375 fois plus d'énergie!

La flamme émise par le brûleur peut atteindre 6 mètres (18 pieds) de hauteur. En général, la montgolfière transporte suffisamment de carburant pour deux heures de vol. Des facteurs comme la température de l'air ambiant, le poids contenu dans la nacelle et la précarité du site d'atterrissage peuvent jouer sur la durée du vol.

Le décollage : larguez les amarres!

Une fois le ballon redressé, le pilote fait monter les passagers à bord de la nacelle pour vérifier la pesée du ballon. La pesée consiste à trouver le point où la nacelle ne touche plus le sol sans toutefois s'envoler : la montgolfière est alors en équilibre. Lorsque le pilote juge que le décollage peut s'effectuer, il indique à ses équipiers son intention et détache le câble qui le retient le ballon au sol... L'ascension commence.

Se laisser transporter au gré du vent

Une montgolfière est aussi rapide et aussi lente que le vent. Comme elle n'est pas munie d'un dispositif de propulsion, sa vitesse est entièrement déterminée par celle du vent. Elle va là où le vent la pousse. Cependant, il est possible de modifier légèrement la direction du vol puisque les vents soufflent dans des directions et à des vitesses qui varient selon l'altitude. En changeant d'altitude, un pilote possède donc une marge de manœuvre pour diriger le ballon.

La plupart des vols se font à une altitude variant entre 300 et 500 mètres. Toutefois, une montgolfière peut voler beaucoup plus bas ou beaucoup plus haut (jusqu'à 3000 mètres sans équipement spécialisé).

L'atterrissage en douceur

Lorsque le temps d'atterrir approche, le pilote repère deux ou trois endroits où se poser (champs non cultivé, prairie sans bétail). Il donne à nouveau les consignes à ses passagers et prend le soin de bien ranger l'équipement dans la nacelle. Il s'assure qu'aucun obstacle n'entrave sa trajectoire, tels des fils électriques, des arbres ou des installations agricoles. Puis, il commence l'approche finale. La plupart des atterrissages se font en douceur. Une fois la montgolfière posée, l'équipe de poursuite rejoint le pilote afin de procéder à la récupération du ballon. Et puis, c'est la fin de cette magnifique aventure...

Source :

<http://www.montgolfiereaventure.com/fr/Montgolfiere-Aventure/Fonctionnement-d-une-montgolfiere>

Etude de documents :

L'air

D'après les documents donnés réponds aux questions suivantes individuellement. Si tu rencontres des difficultés, tu peux demander de l'aide aux camarades de ton groupe.

1° Le premier document est composé de trois photos d'objets différents : un carillon, un tourne broche à air chaud et une turbine. As-tu déjà rencontré ce genre d'objets ? Si oui où ?

.....
.....
.....
.....


2° Comment penses tu qu'ils fonctionnent ?

.....
.....
.....
.....

3° Que se passe-t-il si les bougies ne sont pas allumées ? A ton avis pourquoi ?

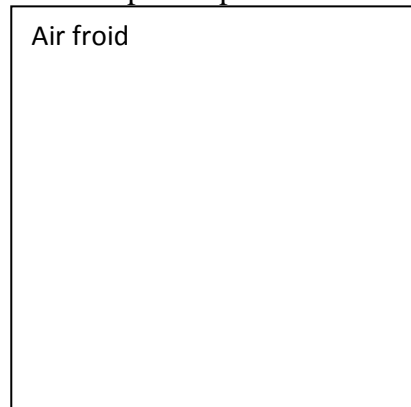
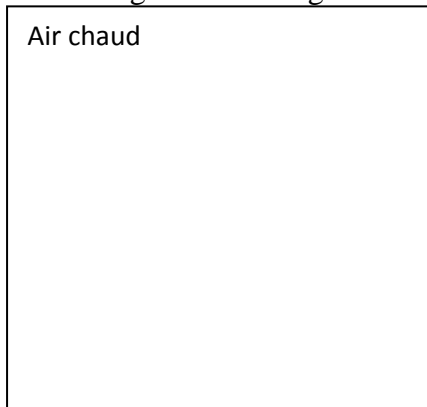
.....
.....
.....
.....

4° Peux tu faire un schéma simplifié du carillon de la première photo et préciser des détails sur son fonctionnement ?



Le deuxième document explique le fonctionnement d'une montgolfière :

5° « Quand l'air est froid, les molécules se rapprochent. Quand l'air est chaud, les molécules s'agitent et s'éloignent les unes des autres. » Illustre cette phrase par deux schémas.



Complète donc la phrase suivante : Dans l'air froid, les molécules sontécartées que dans l'air chaud. L'air froid prend donc de place que l'air chaud.

6° Comment fait-on pour gonfler l'enveloppe de la montgolfière ?

.....
.....
.....

7° Cela est-il suffisant pour qu'elle s'envole ? Si non, qu'est-il nécessaire de faire ?

.....
.....
.....

8° Après avoir lu ces deux documents, penses-tu que l'air qui nous entoure est toujours fait de la même manière ? Peut-il avoir une température différente ?

.....
.....
.....

9° Dans le tableau suivant, indique les différences entre l'air chaud et l'air froid :

Air chaud	Air froid

Annexe 1 : Grille d'observation

	Question pour avoir une info	Propositions	Demander une opinion	Donner une information/ un avis	Interpeler l'enseignant	Emettre une hypothèse	Demande d'aide	gestuelle/ manipulation
élève 1	5	5	3	8	6	4	2	6
élève 2	2	3	5	4	5	2	3	4
élève 3	1	3	4	3	4	1	1	3
élève 4	0	0	0	5	2	0	5	2