Universités de Nantes, d'Angers et du Maine
Institut Universitaire de Formation des Maîtres
Site de Nantes

Année universitaire 2012-2013

Les obstacles en sciences

Un exemple avec l'air comme matière

Préau Mathilde

Directeur de mémoire : Briaud Philippe

Master 2 Métiers de l'Enseignement de l'Education et de la Formation
Spécialité Enseignement du Premier Degré

Résumé en français : Ce mémoire traite de l'enseignement-apprentissage de la notion d'air qui prend en compte les représentations des élèves à l'école primaire. Comment aider les élèves à surmonter leurs obstacles sur l'air ? Après avoir fixé un cadre théorique défini par des auteurs ayant travaillés sur le développement de l'enfant et sur les obstacles épistémologiques en sciences ; ce mémoire traite de la notion d'air comme matière dans les programmes de l'école primaire établis en lien avec « *La Main à la Pâte* ». S'en suit l'analyse d'une séquence sur l'air en mouvement et l'air statique réalisée en classe de Grande Section de maternelle puis l'analyse d'une séquence sur le caractère pesant de l'air en Cours Moyens 1ère et 2ème année. Ce recueil de données a été conçu en filmant et en retranscrivant les remarques des élèves. Il s'est avéré qu'ils devaient en amont prendre conscience de la présence de l'air sans mouvement pour ensuite pouvoir concevoir sa matérialité et enfin sa masse.

Mots-clés : air, cycles 2 et 3, obstacles, socioconstructivisme, matière

Abstract in english : This report deals with teaching the difficult concept of air by taking into account primary school pupils difficulties. How teachers can help their pupils overcoming impediments about air? After discussing the theoretical framework defined by relevant authors on child development and Sciences epistemological obstacles, this report treats of the concept of air as a proper material as detailed within the primary school official programs written in collaboration with "*La Main à la Pâte*". Then, the learning strategy followed in class is analyzed using recorded pupils comments. It was found out the pupils have to become aware of the existence of air without any motion to be able to conceive its material nature and weight later.

Keywords : air, nurserie, primary school impediments, socioconstructivism, material

Remerciements :

Je tiens à remercier les enseignantes Mme Lombart (CE1-CE2), Mme Pauty (GS) et Mme Le Moine (CM1-CM2) de m'avoir accueillie dans leur classe et de m'avoir permis de travailler sur l'air avec leurs élèves.

Aussi, je remercie les élèves qui étaient très intéressés ainsi que les parents de la classe de Grande Section de l'école Le Baut de Nantes et ceux des élèves de CM1-CM2 de l'école Léo Lagrange de Trignac qui m'ont autorisé à filmer leurs enfants.

Je voudrais aussi remercier les formateurs de l'IUFM et plus particulièrement Mr Briaud pour m'avoir encadré dans ce travail de mémoire sur les deux années de master.

Un grand merci également au service informatique de l'IUFM qui m'a prêté à plusieurs reprises des caméscopes et dictaphones et qui a mis les films en format wmv pour une utilisation plus aisée.

Enfin, mes remerciements vont à mon frère qui m'a aidé à relire et améliorer ce rapport.

SOMMAIRE

I- Etude théorique ..... - 6 -

1) La pedagogie (socio)-constructiviste ..... - 6 -
a) Définition du socioconstructivisme ..... - 6 -
b) Les grands auteurs du mouvement constructiviste ..... - 7 -
2) La notion d'obstacle ..... - 9 -
a) L'obstacle épistémologique ..... - 9 -
b) Obstacle épistémologique et statut de l'erreur ..... - 10 -
c) Les obstacles au raisonnement scientifique ..... - 11 -

II- L'enseignement des sciences à l'école primaire ..... - 12 -

1) Lien avec la main à la pâte ..... - 12 -
2) Les dispositifs d'enseignement-apprentissage ..... - 13 -
a) La situation problème ..... - 13 -
b) Le conflit sociocognitif ..... - 14 -
c) Les difficultés de ces deux dispositifs ..... - 15 -
3) L'air dans les programmes officiels ..... - 16 -

III- Recueil de données en grande section ..... - 18 -

1- L'air abordé en maternelle ..... - 18 -
a) Elaboration de la séquence sur l'air en Grande Section ..... - 18 -
b) Mise en œuvre de la séquence dans la classe ..... - 19 -
c) Analyse des conceptions des élèves ..... - 24 -
2- L'air abordé au cycle 3 ..... - 30 -
a) Elaboration de la séquence sur l'air pesant en CM1-CM2 ..... - 30 -
b) Mise en œuvre de la séquence dans la classe ..... - 33 -
c) Analyse des conceptions des élèves ..... - 34 -
3- Evolution des conceptions sur l'air entre la maternelle et le cycle 3 ..... - 48 -
a) Les obstacles résistants ..... - 48 -
b) Les obstacles qui ont été dépassés ..... - 49 -
c) Tableau récapitulatif ..... - 49 -

Conclusion ..... - 51 -

Bibliographie ..... - 52 -

Annexes ..... - 54 -

INTRODUCTION

Pour ce mémoire de recherche, dans le cadre du master Métier de l'Enseignement et de la Formation (MEEF) spécialité Enseignement du Premier Degré (EPD), j'ai choisi de m'intéresser à l'enseignement des sciences. A l'école primaire, le volume horaire conseillé par le Bulletin officiel hors série n°3 du 19 juin 2008, pour la découverte du monde en CP et CE1 est de 81 heures - regroupant le repérage dans le temps et l'espace et la découverte du monde du vivant, de la matière et des objets. Au cycle 3, le Bulletin Officiel indique 78 heures pour l'enseignement des sciences et technologie. Pour la maternelle, aucune indication précise n'est fournie.

En Licence 3 Sciences Exactes et Naturelles à l'Université d'Angers, j'ai réalisé un stage de pratique accompagnée en choisissant de travailler sur les sciences dans le but de répondre à ma formation scientifique. Ce stage de 9 jours se réalisait les vendredis du semestre 2. Le matin, j'étais en CE1/CE2 à l'école Jules Ferry de Beaupréau (49) avec Mme Isabelle Lombart. J'ai fait 6 séances sur l'air -thème que j'ai choisi parmi ceux que l'enseignante n'avait pas encore abordés- en ne différenciant pas le travail entre les plus jeunes et les plus âgés car l'enseignante procédait de cette manière en sciences. La seule différenciation entre ces deux cycles s'est faite lors de l'évaluation car les compétences attendues ne sont pas les mêmes au niveau institutionnel.

En master 1, j'ai souhaité approfondir mon analyse sur l'apprentissage de la notion d'air par les élèves car l'évaluation finale faite en L3 avec les CE1/CE2 montrait que la séquence réalisée n'avait pas permis aux élèves de surmonter leurs représentations initiales qui ont fait obstacles à l'apprentissage. En effet, pour les élèves, même après 6 séances, l'air est présent uniquement quand il y a du vent ; sinon, ils considèrent que l'espace est vide.

Je souhaite donc à travers ce mémoire aller plus loin dans la transposition didactique et mieux prendre en compte les obstacles très résistants des élèves liés au concept d'air. Ainsi, de janvier à mars 2012, j'étais affectée en classe de Grande Section à l'école maternelle Le Baut –circonscription de Nantes nord- avec Mme Cécile Pauty comme maître d'accueil pour ce stage de pratique accompagnée de 10 vendredis filés. D'après le programme à la maternelle, la notion d'air est vue en découverte du monde et de la matière. Il est indiqué que

les élèves « prennent aussi conscience de réalités moins visibles comme l'existence de l'air » (BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008). Le principal objectif de cet enseignement est que les élèves considèrent l'air (matière gazeuse) comme de la matière au même titre que l'eau (matière liquide), le sable ou les cailloux (matières solides).

Dans les documents d'accompagnement (2002) et dans le BO de 2008, il est recommandé de travailler à la maternelle sur le vent pour que les enfants puissent percevoir l'air avec leurs sens. L'air en mouvement permet de sentir le vent dans les cheveux (toucher), de l'entendre (ouïe) lors de bourrasques, de le percevoir (vue) avec les feuilles des arbres. Cependant, lors de mon stage de L3 dans une classe de CE2 (cycle 3), les élèves ne reconnaissaient l'air qu'à travers le vent. Comment surmonter cet obstacle empêchant de conceptualiser l'air immobile comme matière ? Quel enseignement des sciences permet d'aider les élèves à surmonter leurs représentations qui font obstacles aux apprentissages ?

Pour que les élèves se questionnent sur la matérialité de l'air, j'ai émis l'hypothèse qu'il fallait les confronter d'abord à l'air immobile même s'ils ne pouvaient pas encore comprendre ce concept au vu de leur maturité mais qu'ils aient au moins été mis face à cette représentation du monde qui nous entoure. Réalisant que l'air même invisible est tout autour de nous et remplit l'espace permet, pour les apprentissages du cycle 3, de réellement aborder l'air comme matière sans que les élèves soient bloqués à l'obstacle air = vent.

Dans cette perspective, en CM1-CM2, j'ai d'abord cherché à savoir si les élèves avaient conceptualisé l'air comme matière pour ensuite aborder la question de sa masse. Afin de construire des séquences bien réfléchies, pour être efficace didactiquement il était indispensable de faire des recherches sur la pédagogie socioconstructiviste et sur de grands auteurs comme Bachelard ayant travaillés sur les obstacles épistémologiques. Les séquences d'apprentissage que j'ai proposé aux élèves prennent en compte leurs représentations et visent à les faire évoluer. Cela corrèle les programmes de 2002 et de 2008 ainsi que les progressions de 2012 en sciences à l'école primaire qui ont été établies en lien avec « *la Main à la Pâte* » ainsi que les documents d'accompagnement (2002) qui énoncent les écueils à éviter et listent les différents obstacles des élèves. Ce mémoire se termine par l'analyse de deux séquences réalisées en classes de maternelle et de cycle 3 sur l'air. L'analyse des représentations des élèves et des évolutions de ces dernières me permet de conclure sur les résultats de cette recherche.

I- ETUDE THEORIQUE

Comme cadre d'analyse, j'ai pris le parti de n'étudier que quelques grands noms de la psychologie du développement de l'enfant en essayant de voir plusieurs versions d'un même concept. Les programmes sont orientés vers la pédagogie constructiviste pour l'enseignement des sciences. Deux grands auteurs Vygotsky et Piaget définissent le socioconstructivisme avec quelques écarts que nous étudierons.

1) LA PEDAGOGIE (SOCIO)-CONSTRUCTIVISTE

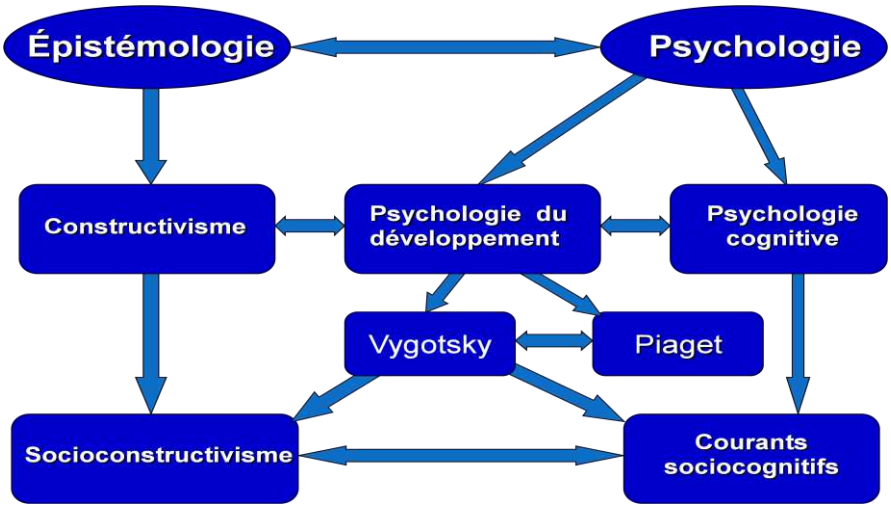
a) Définition du socioconstructivisme

L'élève est actif dans ses apprentissages, il ne comprend et n'apprend que ce qui fait sens pour lui en fonction de son vécu, de ses expériences, de ses besoins ou de ses intérêts. L'élève construit lui-même ses connaissances ; ainsi dans la théorie constructiviste, on ne transmet pas un savoir, on le fait jaillir chez l'enfant qui construit ses connaissances en conceptualisant pour lui, les savoirs (M.-F. Legendre, 2000). On parle de socioconstructivisme car l'élève construit ses connaissances en étant en interaction avec ses camarades et l'enseignant. L'élève apprend donc par des conflits sociocognitifs avec ses pairs et le maître placé comme médiateur entre l'élève et les savoirs. En somme, tous les apprentissages construits d'une telle manière sont indéniablement dépendants d'un contexte précis. Marie-Françoise Legendre affirme alors que « toute connaissance s'inscrit donc dans un contexte social et culturel qui la caractérise et la définit en partie » (M.-F. Legendre, 2000).

Ce mouvement de constructivisme s'oppose au behaviorisme promu par Skinner (1904-1990) qui limitait l'apprentissage à : stimulus -> réponse et qui définissait les connaissances en terme de comportements observables en fin d'apprentissage. Le socioconstructivisme a été mis en exergue par les travaux de Piaget et de Bachelard, entre autres, dans les années 30, en mettant l'accent sur l'activité du sujet et sur les représentations qu'il a déjà (F. Lasnier, 2000, p.9) et qui se définissent comme le cœur du processus des apprentissages.

b) Les grands auteurs du mouvement constructiviste

L'organigramme ci-dessous indique que le socioconstructivisme se base sur la psychologie du développement de l'enfant (avec les théories de Piaget et de Vygotsky) et sur l'épistémologie ou plus particulièrement, dans le cadre de ce mémoire, sur la didactique des sciences. Il convient alors de se pencher de plus près sur les théories de Piaget et de Vygotsky pour mieux cerner la pédagogie socioconstructiviste proposée pour l'enseignement des sciences à l'école primaire.



Organigramme tiré d'une conférence sur le socioconstructivisme menée par Marie-Françoise Legendre (Université de Montréal), Michel Aubé (Université de Sherbrooke) & Philippe Jonnaert (Université du Québec à Montréal)

- ✓ *Piaget (1896-1980)*

« L'intelligence ne débute ni par la connaissance du moi, ni par celle des choses comme telles, mais par celle de leur interaction. ... Elle organise le monde en s'organisant elle-même. » Jean Piaget, La construction du réel chez l'enfant, 1937, p. 218

Ce psychologue suisse a travaillé sur la psychologie du développement - en définissant les différents stades de développement de l'enfant - et sur l'épistémologie génétique. D'après le Larousse, l'épistémologie génétique est l' « étude de l'évolution des structures successives des connaissances au cours du développement cognitif de l'individu. Selon J. Piaget, celles-ci s'orientent vers une conceptualisation toujours plus abstraite et générale, la pensée étant une intériorisation progressive des actions sous forme d'un système d'opérations. ». La

perspective psychogénétique de Piaget vise à retracer la genèse, au cours du développement de l'individu, des notions et catégories essentielles de la pensée. La modification de ce qu'il nomme des schèmes se fait par l'accommodation et l'assimilation. Ce processus est continu et tous les apprentissages se font dans le but de conceptualiser les connaissances en mémoire.

- ✓ *Vygotsky (1896-1934)*

Lev Semionovitch Vygotski était un psychologue russe qui a travaillé sur la perspective sociohistorique en psychologie du développement. Il s'est intéressé plus particulièrement au rôle de la culture et de la médiation sociale, notamment à travers le langage, dans l'apprentissage de nouvelles connaissances. Il définit également la Zone Proximale de Développement qui fixe selon lui la limite au dessus de laquelle, même avec l'aide d'un médiateur, l'enfant n'a pas accès à de nouveaux apprentissages car ils sont trop éloignés de ce qu'il connait jusqu'alors.

- ✓ *Discordances entre Piaget et Vygotsky*

Les théories de ces deux psychologues s'opposent sur différents critères mais constituent d'importants et nombreux apports à la pédagogie constructiviste. (J.-P. Bronckart, B. Schneuwly, 1990, p.95-117)

Piaget	**Vygotsky**
Il y a une priorité du développement auquel sont subordonnés les apprentissages.	L'apprentissage est en relation avec le niveau de développement de l'enfant. (ZPD)
Pédagogie de la découverte : L'enfant fait ses propres expériences et en tire des résultats.	*Pédagogie de la médiation :* Les interactions entre l'enfant et son entourage (parents, enseignants, pairs…) permettent les apprentissages.
Le rôle du langage dans le développement de la connaissance est secondaire.	Le rôle du langage dans le développement de la connaissance est crucial.
L'acquisition de nouvelles connaissances se fait par construction.	L'enfant s'approprie les nouvelles connaissances grâce à leur dimension sociale.

2) LA NOTION D'OBSTACLE

D'après les documents officiels de l'éducation nationale, on remarque que certaines notions sont très détaillées. L'air par exemple fait l'objet d'une fiche entière avec notamment le détail des difficultés rencontrées par les élèves et des écueils à éviter. Il est alors question d'obstacles et d'apprentissage par rupture. Sur ce point, les théories de Bachelard s'opposent à celle de Piaget.

Jean Piaget étudiait la psychologie du développement chez l'enfant et Gaston Bachelard (1884-1962) était un épistémologue des sciences.

a) L'obstacle épistémologique

Bachelard est le précurseur du concept d'obstacle en pédagogie qu'il nomme « obstacle épistémologique » en 1938. Revenons sur la définition qu'il en donne dans *La formation de l'esprit scientifique* (1938) : l'épistémologue pense que « c'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. Et il ne s'agit pas de considérer des obstacles externes, comme la complexité et la fugacité des phénomènes, ni d'incriminer la faiblesse des sens et de l'esprit humain : c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. C'est là que nous montrerons des causes de stagnation et même de régression, c'est là que nous décèlerons des causes d'inertie que nous appellerons des obstacles épistémologiques. »

Le mathématicien Guy Brousseau (1933-) s'est également intéressé à la notion d'obstacle en didactique des mathématiques. Il va plus loin que Bachelard et affirme dans son ouvrage *La théorie des situations didactiques* de 1998 que pour construire une situation didactique efficace, l'enseignant doit d'abord identifier et caractériser les obstacles didactiques qui bloqueront les élèves dans l'apprentissage d'une nouvelle connaissance.

b) Obstacle épistémologique et statut de l'erreur

Selon Bachelard, surmonter ces obstacles constitue la **rupture** qui permet le progrès de la connaissance. Pour Piaget, les apprentissages se font de manière **continue** (comme vu au I-2.) en fonction du stade de développement de l'enfant et les obstacles correspondent à un âge limité psychologiquement de ce dernier. Dans le modèle constructiviste, l'erreur n'est plus considérée comme une déficience de l'élève mais comme le cœur du processus d'apprentissage. Le statut de l'erreur entre ces deux contemporains reflète également leur vision de l'obstacle. En somme :

- ✓ *Piaget*

Selon Piaget, l'erreur est le marqueur du stade de développement auquel appartient l'enfant. Il désigne les schèmes comme la « structure générale commune à un ensemble d'actions » (J.-P. Astolfi, 1997, p.45). Les erreurs « des élèves peuvent s'interpréter comme la manière particulière avec laquelle, à différents âges sont organisés leurs schèmes » (J.-P. Astolfi, 1997, p.39). Donc, d'après Piaget, les erreurs des enfants s'expliquent par une non-adaptation des travaux demandés à leur développement cognitif. C'est l'idée d'une « croissance mentale », la pensée de l'enfant se développe de manière continue en suivant un ordre bien établi ; si l'enseignant va trop vite par rapport à ce développement, l'élève sera face à des obstacles et fera des erreurs.

- ✓ *Bachelard*

Il traduit les erreurs comme étant la marque de la résistance à un obstacle. L'erreur est positive, elle atteste d'obstacles à l'apprentissage qui étaient peut être sous estimés et qui sont une « forme de connaissance en soi-même » (J.-P. Astolfi, 1997, p.65). Autrement dit, l'erreur n'en est pas une, elle est la version erronée d'une « connaissance commune » (G. Bachelard, 1938, p 14-19) que l'élève s'est approprié et qui constitue alors un obstacle résistant. L'élève n'apprend pas une nouvelle notion mais il modifie la représentation initiale qu'il s'en faisait.

D'une part, pour Bachelard, il faut surmonter les obstacles présents pour avoir une représentation véritable du monde quel que soit l'âge de l'enfant. D'autre part, pour Piaget, il faut attendre le développement de l'enfant propice aux schèmes recherchés qui vont alors pouvoir s'élaborer inconsciemment et intuitivement.

c) Les obstacles au raisonnement scientifique

Nous venons de voir que de nombreux concepts scientifiques - comme l'air - sont difficiles à assimiler par les élèves car la représentation initiale qu'ils se font constitue un obstacle particulièrement résistant. Mais, il faut rajouter aux obstacles épistémologiques, les obstacles au raisonnement scientifique qui freinent également les élèves dans leurs apprentissages. En effet, les conceptions initiales des élèves peuvent être inférées à partir des réponses des élèves à une situation problème (voir II-2.b.) grâce aux explications qu'ils fournissent et qui constituent alors des obstacles au raisonnement scientifique. Ces derniers sont répertoriés par Guy Robardet et Jean-Claude Guillaud dans *Eléments de didactique des sciences physique*s (1997, p. 207-217). Il existe différents types de raisonnements naturels utilisés par les élèves que l'on peut résumer ainsi :

- Raisonnement causal :

- ✓ Causalité matérielle : « Le matériau qui constitue un objet est la cause de propriétés ou d'actions de l'objet. » *Exemple : le ballon de baudruche gonfle parce qu'il est élastique.*
- ✓ Causalité efficiente : « Une cause produit un effet. » *Exemple : Dans le cas de deux ballons de baudruche reliés par un tuyau, le ballon se gonfle à cause de la compression du premier.*
- ✓ Causalités formelles et finales : « Elles s'opposent à la causalité efficiente. La fonction de l'objet est utilisée pour prédire ou interpréter. » *Exemple : Les glaçons vont faire exploser le sac plastique parce que les glaçons servent à refroidir un liquide. (V(eau liquide) < V(eau solide)*

- Raisonnement linéaire causal : « Il réduit la complexité en la transformant en un exemple de relations binaires et éventuellement temporelles. » *Exemple : l'air sort par la paille, fait des bulles puis repasse par la paille pour que la personne ait de l'air.*

Les exemples proviennent des activités sur l'air réalisées en classe de Grande Section.

II- L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES A L'ECOLE PRIMAIRE

1) LIEN AVEC LA MAIN A LA PATE

Les programmes de 2002 ont marqué un tournant dans l'enseignement des sciences à l'école primaire. En effet, il y avait jusqu'alors un fossé entre les recherches sur la didactique des sciences et la pratique en classe. En 1990, le Conseil supérieur de l'éducation définissait les leçons de sciences comme des leçons explicatives, magistrales pour montrer comment fonctionne le monde sans investir les élèves d'une quelconque démarche de questionnements et d'investigation (Conseil supérieur de l'éducation, 1990, p. 40).

En 1996 est née *« La Main à la Pâte »* ; ce projet a été monté par le prix Nobel de physique Georges Charpak, l'astrophysicien Pierre Léna et le physicien Yves Quéré. Le ministère de l'Education et l'Académie des sciences - fondée en 1666 par Jean-Baptiste Colbert - veillent à la qualité de l'enseignement des sciences et soutiennent donc logiquement « *la Main à la Pâte* ». L'IFE – institut français de l'éducation - anciennement INRP (Institut National de la Recherche Pédagogique dissout en 2010) est également un des partenaires importants de « *la Main à la Pâte* » puisqu'il a permis d'amplifier cette opération sur le plan pédagogique et éducatif dans la communauté scientifique.

« L*a Main à la Pâte* » via son site internet « *lamap.inrp.fr* » mis en service dès 1996 propose pour plus de 30 pays, de nombreuses ressources pédagogiques, pour les enseignants et formateurs, comme des activités réalisables en classe. Les projets menés par les centres pilotes sont ensuite déposés sur le site pour servir de point de départ à des préparations de séquences de sciences bien construites.

En 2000, le ministre de l'Education nationale Jack Lang rend hommage à l'opération « *la Main à la Pâte* » en annonçant la rénovation des programmes scolaires d'enseignement des sciences et technologie à l'école. Il déclara : « c'est une opération de grande ampleur que je mets en place. Elle s'installera à l'école primaire et préfigurera les changements que j'entends conduire au collège puis au lycée » (Déclaration reprise du document d'accompagnement de 2002 (cycles 1 et 2), *Enseigner les sciences à l'école primaire)*. Dès février 2002, de nouveaux programmes d'enseignement pour l'école primaire ont été publiés. Le Bulletin Officiel hors série n°3 du 19 juin 2008 reste dans une volonté de placer l'élève au centre du questionnement et de l'expérimentation scientifique.

Il peut alors être intéressant de se pencher d'un peu plus près sur le contenu de ces programmes visant une réforme de l'enseignement des sciences à l'école primaire.

2) LES DISPOSITIFS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE

Deux dispositifs pour l'enseignement-apprentissage des sciences sont particulièrement utilisés en classe et conseillés par les documents d'accompagnement de 2002. A savoir : la situation problème et le conflit sociocognitif. Ils cherchent tous deux à faire dépasser les conceptions initiales des élèves - dans le but de surmonter les obstacles épistémologiques - pour enfin, pouvoir accéder au savoir scientifique. Ces dispositifs d'enseignement-apprentissage proposés par le ministère de l'éducation prennent leur source dans les grandes théories constructivistes.

a) La situation problème

Dans une situation problème, « le sujet est orienté par la tâche, le formateur par l'obstacle » (P. Meirieu, 1987) ; elle met l'élève en recherche en le confrontant à ses obstacles. Elle est liée au conflit sociocognitif (voir II-2.b.) car elle se résout en groupe. Le travail de la situation-problème fonctionne ainsi sur le mode du débat scientifique à l'intérieur de la classe, stimulant les conflits sociocognitifs potentiels (J.-P. Astolfi, 1993). D'après Brousseau, quand

le problème imaginé par l'enseignant est devenu le problème des élèves, ils éprouvent alors le besoin de le résoudre (G. Brousseau, 1988, p.309-336). C'est la dévolution du problème à l'élève et, pour qu'elle fonctionne correctement, la situation problème doit être énigmatique ou paradoxale pour l'élève. Mais, il faut aussi que l'enseignant choisisse un problème pour lequel les élèves s'estimeront capables de trouver la solution afin qu'ils acceptent de rentrer dans le processus de résolution (M. Fabre, 1999). Dans une situation problème, on associe le terme d'expérience à la recherche de preuves et il est intéressant de faire participer les élèves à l'élaboration du protocole expérimental ainsi qu'à sa mise en œuvre. Mais la résolution d'une situation problème n'est pas nécessairement expérimentale. Dans tous les cas elle passe par des essais individuels, des confrontations en petits groupes ou en grand groupe ; éventuellement par l'apport d'indices par l'enseignant. Elle est suivie de la formulation explicite des découvertes et d'une phase de consolidation des acquis.

Ce dernier point est clairement abordé dans les documents d'accompagnement (2002) : les élèves doivent « verbaliser un protocole d'expérience » pour répondre au problème « *Peut-on attraper de l'air ?* » proposé en 2ème séance sur l'air avec des cycles 2 et 3 en sciences. En séance 3, sur le même principe, les documents officiels conseillent encore de laisser les élèves imaginer par écrit une expérience pour répondre à une question de départ qui est : *« Comment prouver que le sac contient quelque chose ? »*. L'apprentissage par situation problème semble donc être un bon moyen de faire évoluer les conceptions initiales des élèves car ils se rendent compte qu'elles ne fonctionnent pas.

b) Le conflit sociocognitif

L'enseignement-apprentissage des sciences par le recours aux situations problème faisant intervenir les conflits sociocognitifs est basé sur la pédagogie socioconstructiviste. Les interactions entre pairs génèrent un conflit qui conduit l'élève à réorganiser ses conceptions initiales et à intégrer de nouveaux éléments qu'il pioche dans la situation sociale qu'il est en train de vivre. Cette réorganisation métacognitive peut être interindividuelle lorsqu'elle fait intervenir une opposition entre deux sujets ou intra individuelle quand l'élève seul remet en question ses propres représentations. En résumé, « le conflit sociocognitif requiert trois

conditions pour devenir un moyen de progrès intellectuel : l'existence d'une centration, la présence de compétences minimales permettant l'échange et la prégnance d'un fonctionnement axé sur le caractère cognitif de l'échange » (P. Meirieu, 1984, p. 18).

Dans les documents d'accompagnement de 2002 pour enseigner les sciences et plus particulièrement l'air aux cycles 2 et 3, une séquence se basant sur le conflit sociocognitif est proposée. A la séance 3, pour répondre à la question *« Que savons-nous sur l'air ? »*, les élèves doivent débattre en groupes et faire part à leurs camarades de leurs représentations initiales sur l'air. Ils prennent ainsi conscience que les autres ne pensent pas forcément comme eux et c'est à ce moment là qu'une réorganisation métacognitive est possible. C'est également réalisable en maternelle comme l'indiquent les documents d'accompagnement en découverte du monde dans : *« le vent, le souffle, l'air en mouvement* ». Les nombreuses activités langagières proposées peuvent faire survenir un conflit sociocognitif avec le maître dans le rôle médiateur.

c) Les difficultés de ces deux dispositifs

Malgré ce dispositif d'enseignement-apprentissage, les obstacles sont parfois très résistants. Tant que l'élève ne voit pas de problème, de limite à sa conception ou qu'il ne voit pas d'intérêts à la changer, il la maintiendra bien enracinée. Il faut de plus que la nouvelle représentation ne soit pas trop éloignée de l'initiale car sinon l'élève ne pourra pas l'accepter. Dans la vie courante, ces conceptions sont tellement efficaces qu'elles reprennent souvent spontanément leur place avec le temps. Il ne faut pas oublier non plus qu'intégrer une nouvelle conception demande des opérations mentales qui peuvent faire défaut soit parce que les enfants sont trop jeunes soit parce qu'ils manquent d'informations. En effet, l'air en dehors du vent ne se sent ni se voit donc les élèves n'ont pas de raison de se questionner sur quelque chose d'invisible qui n'existe alors pas à leurs yeux.

Dans le modèle constructiviste, l'élève bâti son savoir mais l'enseignant doit proposer des situations pédagogiques bien pensées nécessaires à un quelconque changement de représentations. Dans ce cas, la transposition didactique aura plus de chance d'être efficace. (P. Meirieu, 1984)

3) L'AIR DANS LES PROGRAMMES OFFICIELS

D'après le BO hors série n°1 du 14 février 2002, en exploration du monde et de la matière *à la maternelle*, l'enfant « grâce à ses actions, complète son expérience du monde en découvrant quelques propriétés de matières usuelles comme le bois, la terre, la pierre, le sable, le papier, le carton, le tissu... **Il repère des réalités moins visibles comme le vent et ainsi prend conscience de l'existence de l'air** ». Dans le BO hors série n°3 du 19 juillet 2008, il est indiqué, dans la même direction, que les élèves « prennent conscience de réalités moins visibles comme l'existence de l'air » mais sans évoquer le vent en maternelle. *Au cycle des apprentissages fondamentaux*, en découverte du monde, la notion de matière abordée en maternelle se précise. Pour les élèves, il s'agit de remarquer en expérimentant différentes matières qu'elles se conservent. Les états solides et liquides sont plus courants dans la vie des enfants c'est pourquoi, les apprentissages doivent se tourner plus systématiquement vers l'observation d'états gazeux. La prise de conscience de l'existence de l'air s'avère donc être une « première manifestation d'une forme de la matière distincte du solide et du liquide » (BO hors série n°1 du 14 février 2002). *Au cycle des approfondissements*, au niveau des sciences expérimentales et technologie, la notion de matière constitue là encore, un chapitre à étudier avec les élèves. Le principal objectif est de consolider la connaissance de la matière sous les 4 états et de sa conservation en travaillant, dans le cas qui nous intéresse ici, sur le caractère pesant de l'air. Au niveau des compétences devant être acquises **en fin de cycle 3, les élèves doivent « avoir compris et retenu la matérialité de l'air »** (BO hors série n°1 du 14 février 2002). En 2008, le thème « l'air et les pollutions de l'air » font également partis du programme.

On remarque alors que l'air est une notion abordée dans tous les cycles (dans le BO de 2008, seulement pour les cycles 1 –incluant la Grande Section- et 3) et la compréhension de sa matérialité n'est exigée qu'en fin de CM2. Cela montre que cet **apprentissage est complexe et nécessite du temps.**

En 2002, un document d'accompagnement des programmes a été publié pour l'enseignement de sciences à l'école. Cet ouvrage a été écrit par des spécialistes des sciences et de la pédagogie en lien avec une équipe de « *la Main à la Pâte* ». Une fiche intitulée « L'air est-il de la matière ? » (Documents d'accompagnement des programmes, enseigner les

sciences à l'école, 2002) de 11 pages adaptée aux cycles 2 et 3 resitue la place de cette notion dans les programmes puis propose une séquence de 4 séances réalisées dans une école avec une classe de CE1-CE2. Cette séquence se base sur la comparaison des trois états de la matière en séance 1. Puis, en séance 2, le maître recueille les représentations initiales (prise en compte des obstacles épistémologiques) des élèves par le biais d'un débat (conflit sociocognitif) avec comme point de départ deux questions : « *Peut-on attraper de l'air ?* » et « *Que savons-nous sur l'air ?* ». (voir II-2.)

Une fiche « connaissances » a également été publiée pour aider les enseignants à cibler les obstacles rencontrés par les élèves pour le concept d'air afin de préparer des séquences qui confrontent les élèves à leurs conceptions initiales erronées.

Les dernières instructions officielles parues au bulletin officiel n°1 du 5 janvier 2012 proposent les nouvelles progressions en découverte du monde au cycle 2 et en sciences expérimentales et technologiques au cycle 3. En classe préparatoire et en classe élémentaire première année, l'étude de la matière est encore limitée aux états solides et liquides et à leur comparaison (solides et liquides séparément conseillé en CP et solides et liquides ensembles conseillé en CE1). L'étude des changements de matière se fait à partir de l'eau entre les états solide et liquide. La matérialité de l'air et plus globalement la matière à l'état gazeux n'est pas abordée sur ces deux classes. Au cycle 3, l'étude de la matière s'étend à la découverte de l'état gazeux mais dans les progressions, l'étude du caractère matériel de l'air n'est proposée qu'en classe de CM2 et la pollution de l'air occupe une grande partie des apprentissages. Le vocabulaire attendu en fin d'école primaire est : matière, gaz, gazeux, compressible, pesant, vent, état physique.

En somme, l'étude de l'air se fait en commençant par la mise en évidence du vent en maternelle car les élèves peuvent le sentir directement puis elle se poursuit en cycle 3 en étudiant le caractère matériel et pesant de l'air. Toutefois, peu de place est accordée à la compréhension de la présence de l'air statique autour de nous ce qui peut poser problème pour comprendre sa matérialité et donc son caractère pesant.

III- RECUEIL DE DONNEES EN GRANDE SECTION

J'ai choisi de travailler sur les nombreux obstacles, liés à la notion d'air, rencontrés en primaire en me basant sur les recommandations du BO et des documents d'accompagnement mais, en prenant en compte mon travail réalisé en L3 avec des CE1-CE2. En effet, j'ai fait le choix de faire des expériences pour mettre en évidence l'air statique dès la maternelle, car les élèves font très vite l'acquisition du concept de vent comme air en mouvement mais c'est le concept d'air immobile qui pose problème par la suite pour travailler sur les caractéristiques de l'air comme matière gazeuse pesante.

1- L'AIR ABORDE EN MATERNELLE

a) Elaboration de la séquence sur l'air en Grande Section

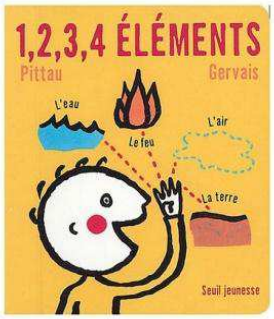
J'ai souhaité dès le M1 constituer mon recueil de données pour ce mémoire de recherche. En effet, j'avais déjà une idée précise de ce que je recherchais car comme je l'ai annoncé en introduction, auparavant en L3, j'avais pu mettre en place avec une classe de CE1-CE2 une séquence sur *« l'air est-il de la matière ? »*. J'ai profité de mon stage de pratique accompagnée (au semestre 2 de M1) en Grande Section dans la classe de Mme Cécile Pauty à l'école maternelle Le Baut (Nantes) pour enregistrer les interactions orales des élèves. Ce manque d'institutionnalisation en maternelle avant l'apprentissage de la lecture-écriture m'a naturellement fait orienter ma séquence vers des temps de débat qui ont permis des moments de conflits sociocognitifs. Souhaitant tout de même recueillir des traces écrites pour les analyser, je suis passée par le coloriage mais ce n'est pas aussi fiable qu'un écrit (voir 1- c) ii-).

Cette séquence était constituée au départ de 4 séances – les deux premières pour recueillir les représentations initiales des élèves dans une démarche de situation problème et les deux dernières pour se conformer au programme qui stipule que l'apprentissage de la notion d'air en maternelle se fait avec le vent qui étant en mouvement est plus facilement perceptible par les élèves de 5-6 ans encore situés dans le stade préopératoire défini par Piaget.

Après réflexion, nous avons convenu avec mon directeur de mémoire qu'au bout de la deuxième séance il ne fallait pas faire de séances sur le vent car les enfants faisaient déjà le lien entre l'air en mouvement et le vent ; nous risquions de les conforter dans l'idée que l'air est uniquement du vent. Il fallait qu'ils dépassent cette représentation pour se questionner sur l'air immobile autour de nous. Comme au cours des séances 1 et 2 nous avons travaillé la notion d'air comme matière, il était judicieux de savoir ce que les élèves avaient retenu dans le but d'autoréguler la séquence. La trace écrite proposée en séance 3 nous a permis de réaliser que les élèves avaient acquis quelques notions sur la présence de l'air mais que sa matérialité était un concept vraiment difficile à maîtriser ; c'est pourquoi, nous avons arrêté la séquence au bout de 3 séances.

b) Mise en œuvre de la séquence dans la classe

Avant de réellement « mettre en route » la séquence, j'ai lu aux élèves l'album de vulgarisation scientifique adapté aux enfants : 1, 2, 3, 4 éléments écrit par Gervais et Pittau paru en 2004 chez Seuil Jeunesse dont voici un extrait :



« Même quand un verre est vide, il est plein d'air //

L'air est invisible… mais on peut le souffler. »

En ce qui concerne la réalisation en classe, j'ai mis en place la première séance avec Eléa His (étudiante à l'IUFM de Nantes) car nous travaillions sur l'air dans le cadre de l'enseignement d'approfondissement sciences du master d'enseignement du premier degré. Nous avions 1h pour faire passer 3 groupes de 8 élèves soit 4 élèves avec Eléa et 4 avec moi-même pour chaque temps d'atelier. Ces groupes restreints permettaient de réels échanges.

Il y avait deux ateliers : manipulation d'un tuyau fermé aux extrémités par des ballons de baudruche d'un côté et manipulation de sacs plastiques zippés de l'autre. Une fois que les quatre élèves avaient manipulé le matériel et avaient eu suffisamment de temps pour se questionner sur la matière résistante présente dans les sacs et dans les ballons, nous posions le problème suivant aux élèves : *« imaginez une expérience pour monter qu'il y a bien quelque chose dans les sacs plastiques ».*

Voici quelques transcriptions des idées des élèves :

T	*On fait un trou, après tu mets beaucoup d'air dedans, après tu serres beaucoup, après tu vois de l'air et après tu tapes dessus.*
M	*On va l'ouvrir et on va le fermer beaucoup comme ça, comme ça (montre comme s'il compressait le sac) et on va laisser un petit trou comme ça. On va mettre beaucoup d'air (souffle avec sa bouche) et après on va vite le refermer, après on va le laisser.*

En amont de la séance 2, j'ai trié les idées d'expériences imaginées par les élèves et j'en ai choisi 4 – trois qui permettent effectivement de montrer la présence de l'air et une autre qui au contraire ne permet pas de le prouver. Ces expériences sont les suivantes :

1- Percer avec une aiguille un sac et mettre sa main au dessus du trou
2- Percer un ballon rempli d'eau et un ballon rempli d'air dans un aquarium plein d'eau
3- Mettre un sac zippé dans l'aquarium avec des glaçons à flotter qui feront éclater le sac (ne prouve pas la présence de l'air)
4- Souffler avec un tuyau dans de l'eau

J'avais alors la demi-classe pour réaliser avec eux ces quatre manipulations. Malheureusement, en raison de leur âge (4-5 ans en Grande Section), ils ont seulement observé pour être sûr que l'expérience était bien menée. Voici quelques réflexions des élèves lors de cette séance 2 :

- à propos de l'expérience 1 :

Décrivant le contenu :

A	*On a senti un peu mais maintenant, il n'y a plus d'air.*
A	*On a entendu du vent.*

Décrivant le contenant :

S	*On dirait une grosse bulle (parlant du sac).*
Li	*Ça dégonfle.*

- à propos de l'expérience 2 :

Etu	*Là je perce le violet rempli d'eau. Qu'est ce que vous avez vu ?*
M	*Olalala, il s'est dégonflé (désigne le contenant, le ballon).*
A	*Oh oui, ça fait des bulles (se rapporte au contenu du ballon).*
Etu	*Est-ce que vous avez vu des bulles ?*
T, M	*Non !*
F	*Non c'est des vagues*

Etu	*Qu'est ce qu'il y a dans celui là (Désignant le ballon rempli d'air) ?*
L	*Rien.*

Etu	*Maintenant, celui avec de l'air (je le perce dans l'aquarium).*
B	*Oh la grosse bulle que ça a fait !*
M	*Ça a fait une grosse bulle, spaf !*
L	*Une énorme bulle.*
T	*Il a éclaté, poum !*

- à propos de l'expérience 3 :

Etu	*Alors si on revient à l'expérience de R, rien n'a explosé là. C'est parce que ça met très longtemps ?*
M	*Bah ça marche pas alors.*
Etu	*Alors, est-ce que ça permet de montrer qu'on a de l'air ?*
T	*Non !*

A	*Il a pas explosé et parce que les glaçons, c'est de l'eau froide.*
Autres	*(dubitatifs)*

M	*Oh, ça va faire une explosion de tonnerre !*
O	*Et prouuu, ça va éclater !*

Etu	*Ça a l'air un peu long… alors écoutez, on va le mettre de côté pour faire la 4ème expérience et s'il doit exploser, on l'entendra de toute façon.*

- à propos de l'expérience 4 :

Etu	*A. a proposé de souffler dans l'eau avec le tuyau.*
R	*Ça veut dire on boit ?*
M	*Oh, ça va faire des bulles, parce que des fois, quand j'vais aller au bar, j'fais des bulles avec ça (désignant la paille).*
A	*J'avais bien raison (elle a compris que son idée était bonne).*

Etu	*Mais alors des bulles de quoi ?*
Moitié	*De l'eau.*
Moitié	*De l'air.*

L	*Moi j'ai vu quelque chose qui allait très vite dans le tuyau.*
Etu	*Tu as vu quelque chose passer dans le tuyau ?*
L	*Oui, c'est de l'air, c'était transparent, c'est qu'il est passé très très très très vite, ça tournait.*

Pour conclure cette deuxième séance, nous avons élaboré en classe entière, une trace écrite en dictée à l'adulte résumant tout ce que nous avions appris sur l'air au cours des deux séances.

« <u>L'air</u> / L'air sert à respirer. L'air est invisible. L'air se déplace. On peut faire des bulles d'air dans l'eau. Donc, il y a de l'air partout autour de nous, même si l'on ne peut pas le voir. »

Pour la séance 3, j'ai proposé aux élèves un travail écrit individuel qui changeait des deux séances précédentes où ils avaient travaillé uniquement en groupe pour des débats à l'oral. Cette séance m'a servie d'évaluation formative pour voir ce qu'ils avaient retenu des manipulations et également de l'affiche. Pour recueillir ces informations, le plus simple était de proposer aux élèves de répondre en coloriant. Le choix des images ne s'est pas fait au hasard. Avec l'aide de mon directeur de mémoire, j'ai proposé comme vignettes : la cour de récréation (avec du vent), la salle de classe (absence de vent), des pots de confitures vides et pleins, fermés et ouverts, différentes bulles (faites avec du savon, dans l'eau etc.) et enfin le classique gruyère avec les trous qui permet de réellement voir si la notion d'air occupant tout l'espace a été assimilée (voir annexes). Cette fiche nous a permis de faire le point et de regarder la progression des représentations des élèves sur le concept d'air.

c) Analyse des conceptions des élèves

i) Analyse des obstacles rencontrés lors de la séquence sur l'air

- *L'air est invisible*

Le premier obstacle rencontré -auquel je m'étais préparée- est lié au caractère invisible de l'air. En effet, *comment percevoir quelque chose que l'on ne voit pas ?* Comme précisé dans les documents d'accompagnement, les élèves -et plus particulièrement aux cycles 1 et 2- n'ont pas assez de maturité pour accepter que des éléments existent sans qu'ils ne puissent les sentir avec un ou plusieurs de leurs 5 sens. Dans le cas de l'air « immobile », on ne voit rien, on ne sent rien, on ne peut pas toucher, on n'entend rien et on ne peut pas goûter alors que pour tout ce qu'ils connaissaient jusqu'alors, il était possible de faire au moins l'une de ces actions. Au cycle 3, c'est différent, les élèves ont été familiarisés avec la présence de l'air et ne remettent donc plus en doute son existence même si sa matérialité reste encore à conceptualiser. En effet, la matière dans la pensée commune est visible, résistante, palpable alors que l'air est invisible, non résistant et impalpable.

J'ai également été confrontée à *« l'effet maître »* (P. Bressoux, 1997) quand une élève qui avait compris que j'attendais qu'ils identifient l'air m'a dit : « *oui, c'est de l'air, c'était transparent, c'est qu'il est passé très très très très vite, ça tournait* » pour me faire plaisir. Mais du coup, elle n'était pas dans un esprit de démarche d'investigation.

- *Des bulles d'eau ?*

Les élèves « ont montré » un autre obstacle auquel je n'avais pas pensé. Manipulant dans un aquarium, les enfants ont identifié les bulles comme étant des bulles d'eau. Pour eux, la bulle est constituée à l'intérieur de ce qui la constitue à l'extérieur. Soit c'est un problème de vocabulaire car ils désignent uniquement la substance extérieure pour le tout soit, ils n'ont pas conscience que l'eau ne correspond qu'à une membrane qui en fait, enferme l'air ou encore, ils ont peut-être conscience que l'eau ne forme qu'une membrane mais ils considèrent qu'il n'y a rien à l'intérieur. Il est aussi possible de penser que les élèves désignent les bulles comme des bulles d'eau puisque ce sont des bulles dans l'eau.

Dès la première séance cet obstacle est apparu :

Etu	*On peut souffler dans l'eau.*
L	*Ça fait des bulles.*
Etu	*Alors des bulles, c'est des bulles de quoi ?*
L	*C'est des bulles d'eau.*

Etu	*Il y a quoi dans les bulles ?*
R, A, M	*Du vent (=air pour les élèves).*

L'expérience 2 de la séance 2 m'a conduit à vérifier ce qu'était pour eux une bulle. Les bulles étant visibles dans l'eau, pour les enfants, ce sont donc des bulles d'eau. Ce qui a confirmé la présence d'un obstacle épistémologique car même s'ils avaient entendu plusieurs fois en séance 1 que je les corrigeais en remplaçant bulle d'eau par bulle d'air, rien ne leur a prouvé le contraire donc ils ont gardé leur représentation initiale - bien résistante et efficace - en tête.

Etu	*Mais alors des bulles de quoi ?*
Moitié	*De l'eau.*
Moitié	*De l'air.*
T	*D'eau.*

Etu	*Qu'est ce qui sort de ma bouche quand je souffle ?*
A	*Des bulles !*
Tous	*De l'air.*
Etu	*Dans ma bouche, j'ai des bulles là ?*
M	*Non de l'air.*
Etu	*Donc dans ma bouche, j'ai de l'air, quand elle sort de ma bouche, ça va dans le tuyau et après … ?*
T	*Dans l'eau et après ça remonte et ça fait une bulle d'eau. (= l'air est de la matière qui fait « déplacer » l'eau)*

- *Le vocabulaire qui peut être un frein à la compréhension chez les jeunes élèves*

La notion d'air est très utilisée dans le langage courant ce qui provoque des incompréhensions et des obstacles chez les élèves. Dans l'expression « aller prendre l'air », il est sous entendu pour les enfants qu'il faut aller dehors pour avoir de l'air. « Ne reste pas en courant d'air » indique que l'air se perçoit (ici par le toucher) et n'existe que quand il y a du mouvement.

Mais, la principale difficulté vient de l'adjectif « vide » qui dans la vie de tous les jours signifie qu'il n'y a rien du tout, aucune matière ; donc pour les enfants, un verre vide est un verre où il n'y a rien alors pourquoi se demander si peut être il n'y aurait pas de l'air dedans. Cela renforce donc l'obstacle de non-matérialité de l'air chez les enfants.

Le vocabulaire scientifique a aussi été un frein à la compréhension des élèves puisque lors des passations de consignes j'ai pu employer par exemple le verbe « montrer » pour qu'ils prouvent avec une expérience la présence de l'air. Mais, pour les enfants, montrer signifie seulement désigner avec son doigt. Ayant anticipé cette difficulté avec mon directeur de mémoire, j'ai instantanément proposé des questions alternatives à « montrer qu'il y a bien de l'air dans le sac » comme « comment savoir que l'on a bien quelque chose dans le sac ? » ou par « quelle expérience prouverait que l'on a bien de l'air dans le sac ? ».

ii) Analyse de la perception de l'air par les élèves

Je vais maintenant analyser les résultats obtenus lors de la séance 3 où les élèves devaient colorier « l'air » sur différentes vignettes.

Il est important de noter que mon analyse de cette séance prend en compte les limites du coloriage pour constituer une réelle trace écrite pour les élèves. En effet, il y a plusieurs réponses possibles et valables pour répondre à la consigne : colorier entièrement toutes les

cases en considérant qu'il y a de l'air partout devant, derrière, à côté des objets dessinés ou au contraire ne colorier que ce qui entoure les objets l'espace libre.

Ces coloriages aident quand même à se faire une idée de la manière dont les élèves perçoivent l'air car certains ne colorient pas la salle de classe mais la cour où d'autres encore ne colorient que le ciel dans la cour ce qui indique qu'ils colorient le vent et non l'air statique présent à côté de nous.

La limite des coloriages se pose ; il convient de se demander si les élèves ont utilisé le coloriage pour répondre à l'exercice demandé ou s'ils ont colorié en s'appliquant pour ne pas déborder ou encore pour que ce soit joli. Voici néanmoins les résultats obtenus :

- ✓ 4 élèves sur 23 ont colorié l'intérieur des pots de confiture qu'ils soient « vides » ou remplis, fermés ou vides. Parmi ces 4 élèves, seule une a colorié l'air de la classe.
- ✓ 2 élèves ont colorié partout l'air dans le pot vide ouvert et à l'extérieur mais ils n'ont pas colorié l'intérieur ni l'extérieur des pots fermés. Pour eux, il n'y a pas d'air dans la classe mais uniquement dans la cour.
- ✓ Seulement 9 élèves sur 23 ont colorié l'air dans la cour de récréation et 3 parmi eux ont aussi colorié la classe. Les 14 autres n'ont colorié ni la cour ni la salle de classe.
- ✓ Parmi ces 14 enfants : ils ont tous colorié le souffle du bonhomme mais seulement 2 ont colorié la paille utilisée pour faire des bulles dans l'eau. Toutefois, 9 sur 14 ont colorié l'air dans les bulles de savon et 3 n'ont pas colorié l'air du ballon de baudruche. Chose étonnante : 2 élèves (dont un recopiage) ont colorié les trous du gruyère (ce sont d'ailleurs les seuls de la classe) alors qu'ils n'avaient pas identifié l'air dans la salle de classe ni à l'extérieur. Et seule une élève sur les 14 a colorié l'intérieur de pots qu'ils soient ouverts ou fermés, pleins ou « vides ». Mais tous sauf un ont colorié le pot lorsqu'il était « vide » et ouvert.
- ✓ Uniquement 2 élèves sur 23 ont colorié l'air dans les différentes bulles (savon, dans l'eau, ballon). Elles ont également bien colorié l'air dans le souffle. Pour elles, il n'y avait de l'air que dans les pots ouverts et pourtant elles n'avaient pas colorié la salle de classe.
- ✓ Concernant les pots, ceux qui ont colorié le pot rempli fermé ont colorié les 3 autres pots (rempli-ouvert, « vide »-ouvert et « vide »-fermé). Ceux qui ont colorié les pots « vides »

fermés ont colorié les deux pots vides ouverts mais la moitié de ceux qui ont colorié les pots « vides » ouverts n'ont pas colorié les pots « vides » fermé.

- ✓ Pour ce qui est de la vignette avec les bulles dans l'eau, 15 enfants sur 23 ont colorié l'eau et parmi les 19 qui ont colorié cette vignette seulement 4 n'ont pas colorié l'eau comme si l'air des bulles était dans l'eau. Mais cette remarque est à nuancer car 13 enfants sur les 19 ont assimilé la tête du bonhomme à de l'air d'où probablement l'idée que l'air provient du souffle du personnage.

Les grandes représentations des élèves qui ressortent de cette fiche sont :

- *Quand un pot est rempli, il ne l''est que par un solide ou un liquide.*
- *Quand un pot est fermé, il n'y a pas d'air dedans.*
- *Quand un pot est « vide », il n'y a pas d'air dedans.*
- *Dans la salle de classe, il n'y a pas de vent donc pas d'air.*
- *Dehors, il y a du vent et donc de l'air.*
- *Quand on souffle, on expire de l'air.*
- *Les bulles sont constituées d'eau.*

Ces résultats m'ont permis de réaliser que beaucoup d'élèves avaient remis en cause la présence de l'air autour d'eux. Seule la mise en évidence de l'air était évaluée dans cet exercice car la matérialité de l'air est trop dure à comprendre pour des élèves de cet âge.

La vignette du bonhomme qui souffle dans l'eau avec une paille (voir annexes) a été la moins bien réussie alors que c'est la seule situation que nous avions réalisée plusieurs fois ensemble en classe. Peut-être qu'ils n'ont pas fait la différence entre l'air et l'eau puisqu'à chaque fois que nous mettions en évidence la présence de l'air c'était dans l'eau ; ce qui recoupe la confusion bulles d'air / bulles d'eau. Peut-être aussi que cela vient de la vignette qui n'est pas très claire et, malgré la description de l'image au préalable les élèves ont pu être perturbés.

Les imprécisions viennent aussi probablement en grande partie du coloriage car c'est une activité récréative qui n'est pas imposé habituellement pour faire un travail alors que c'était le cas ici et cela s'est vu dans le soin qu'ils ont apporté à réaliser cet exercice…

2- L'AIR ABORDE AU CYCLE 3

a) Elaboration de la séquence sur l'air pesant en CM1-CM2

Afin de poursuivre ma réflexion sur les obstacles que rencontrent les élèves pour comprendre la matérialité de l'air j'ai souhaité travailler en cycle 3 dans le but d'analyser l'évolution des représentations des élèves entre la maternelle et la fin de l'école élémentaire.

Pour respecter les programmes avec une classe à double niveaux CM1-CM2, j'ai préparé une séquence sur l'air défini comme une matière gazeuse pesante. Malgré les contraintes du stage long en binôme sur 9 jeudis dans cette classe et les impératifs de progression de l'enseignante, j'ai pu mettre en place une séquence de 3 séances. Certains CM1 avaient déjà travaillés sur le caractère pesant de l'air en CE2, je me suis renseignée auprès de leur enseignante de l'an passé et j'en ai bien évidemment tenu compte en leur proposant des choses nouvelles – notamment au niveau de l'expérimentation et des débats.

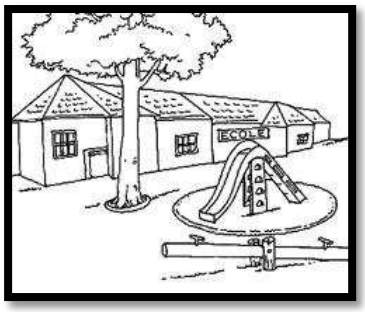
Pour faire du lien avec mon travail en M1 réalisé avec des Grandes Sections de maternelle et pour pouvoir comparer comment des enfants de 5-6 ans et des enfants plus vieux de 9 à 11 ans conçoivent l'air j'ai proposé une première séance avec les mêmes questions préliminaires qu'en GS en guise d'évaluation diagnostique. En effet, les GS devaient colorier les endroits où ils pensaient qu'il y avait de l'air. Pour les CM1-CM2, je leur ai demandé les mêmes situations mais sous forme d'affirmations vraie ou fausse et sous forme de questions / réponses avec justifications.

Les questions ouvertes qui remplacent le coloriage se justifient par le fait qu'en CM1-CM2 les élèves sont capables de produire une phrase argumentée (BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008) pour exprimer leur opinion : « dans les diverses activités scolaires, [les élèves doivent pouvoir] noter des idées, des hypothèses, des informations utiles au travail scolaire ».

- Par exemple, pour les GS :

Colorie au crayon de couleur où tu penses qu'il y a de l'air.





- En classe de CM1-CM2 :

Coche si l'affirmation est vraie ou fausse.

Affirmations	**VRAIE**	**FAUSSE**
Il y a de l'air dans un pot de confiture vide et fermé		

Réponds en justifiant aux questions suivantes.

Y a-t'il de l'air dans la cour de récréation ? Si oui, où en trouve-t-on dans la cour de récréation ?

……...

Pour les maternelles, les réponses ont été récoltées par coloriage mais suite à l'analyse des réponses des élèves, il est légitime de se demander si les élèves ont répondu à la consigne ou s'ils ont colorié d'une manière récréative comme ils le font lors de temps calmes (voir III-1-c) ii-). En CM1-CM2, j'ai néanmoins proposé le même coloriage que pour les GS puisqu'il y avait un enfant du voyage qui ne maîtrisait pas encore l'encodage et le décodage. Je suis passée vérifier son travail et je l'ai questionné voyant qu'il coloriait avec précision le tronc de l'arbre puis les feuilles d'une autre couleur et il m'a répondu « oui mince j'ai oublié de répondre à la consigne ». Donc suite à sa remarque pleine de franchise, j'ai encore plus pris conscience de la faible fiabilité des réponses apportées à l'aide du coloriage par les GS.

Afin de travailler sur le caractère pesant de l'air, ce premier temps de recueil des représentations initiales des élèves sur la matérialité de l'air a permis de dresser un tableau avec les 3 états de la matière. Nous avons alors défini ensemble que l'air était un mélange de gaz et que donc l'air était de la matière gazeuse. Suite à ce temps d'institutionnalisation, nous avons dressé les différences physiques entre les 3 états de la matière (solide, liquide, gazeux) pour après se questionner sur les points communs ; à savoir ce qui définit la matière à savoir, sa masse. Les élèves ont alors établi la problématique suivante : « Comment peser l'air ? ».

Lors de la 1ère séance j'ai également pu recueillir les représentations des élèves en leur proposant d'écrire par groupes de 4-5 élèves sur une affiche A3 le protocole expérimental qu'ils souhaitaient mettre en œuvre pour leur permettre de peser l'air. Je comptais m'appuyer sur ce travail pour que les élèves réalisent leur propre expérience mais pratiquement ¼ des élèves avait déjà traité du caractère pesant de l'air en CE2 en pesant un ballon de baudruche gonflé ou non et en comparant les masses obtenues avec une balance électrique[1]. Cependant j'ai demandé aux élèves d'imaginer une expérience différente de celle qu'ils avaient vue l'année passée, pour répondre à la question : « Comment peser l'air ? ».

Dans le but de recueillir au mieux les conceptions des élèves je me suis dit qu'un temps d'exposé oral par les différents groupes pourrait être riche en conflits sociocognitifs. De plus il était plus facile pour moi de filmer des exposés en vu de les retranscrire plutôt que de filmer les élèves en train de manipuler.

J'ai fait des groupes par commodité géographique et en ne mélangeant pas les CM1 et les CM2 car aucun CM2 n'avait encore travaillé sur l'air et je ne voulais pas de « contamination » de la « bonne réponse » ou du moins de la réponse qu'ils pensaient que j'attendais pour vraiment recueillir leurs conceptions premières.

Enfin, la troisième et dernière séance de structuration des apprentissages était nécessaire pour répondre à toutes les questions abordées en séance 2. Et pour redéfinir ce qu'est l'air et la matière gazeuse ainsi que ses propriétés malgré son invisibilité, sa transparence, son absence d'odeur, son impalpabilité et son caractère volatile.

[1] Cette expérience n'est pas fiable car si le volume du ballon change, la poussée d'Archimède sur le ballon est modifiée ce qui introduit un facteur d'erreur élevé pour la détermination de la masse de l'air contenu dans le ballon.

b) Mise en œuvre de la séquence dans la classe

En fin de séance 1, j'ai ramassé les affiches des élèves pour préparer le matériel dont ils auraient besoin la fois suivante pour réaliser leur expérience de pesée de l'air et je me suis rendue compte que finalement, ils proposaient pour la plupart de prendre un contenant (ballon de baudruche, sac plastique, bouteille) et de le peser sur une balance électronique ou à une balance à plateaux. Néanmoins, un groupe a proposé de faire une balance-levier et de voir si un des bras penchait et un second groupe a proposé de prendre de l'air avec un ballon de baudruche et de le dégonfler au dessus d'une balance électronique. J'ai alors jugé plus intéressant qu'ils présentent leurs expériences en justifiant leurs hypothèses et leur protocole devant le reste de la classe pour que tout le monde se questionne afin de valider ou d'invalider l'expérience proposée pour peser l'air. J'ai filmé et enregistré les exposés lors de cette séance 2 et j'ai retranscrit les passages que j'ai jugé les plus intéressants (voir III- 2- c)). Ce temps de débat scientifique a été très riche en conflits sociocognitifs ce qui a permis aux élèves de se questionner et de faire évoluer leurs représentations.

Toutefois, afin que cette séquence comporte tout de même une partie expérimentale, j'ai choisi de leur proposer une expérience que j'ai réalisée devant eux. J'ai commencé par leur décrire le matériel et en leur demandant le principe du mobile pour qu'ils identifient bien que lorsque le mobile est à l'horizontal, de part la position du point d'appui et de part la masse des deux ballons, il est à l'équilibre. Je leur ai distribué une fiche de compte rendu d'expérience où ils devaient dessiner et légender le schéma du mobile. Puis, je leur ai expliqué que j'allais percer un des deux ballons et qu'ils allaient devoir formuler leurs hypothèses quant au résultat de l'expérience. Une fois que je me suis assurée qu'ils avaient tous bien formulé leurs idées, j'ai percé le ballon rose pour déséquilibrer le mobile et ainsi mettre en évidence la masse du ballon vert rempli d'air. Cette expérience visait donc à mettre en évidence le caractère pesant de l'air. Enfin, je leur ai demandé de remplir la partie « résultat observé » du compte rendu pour qu'ils décrivent ce qu'il s'est produit en essayant d'expliquer le phénomène à savoir, une rupture d'équilibre.

Voici le dispositif :



A gauche, le mobile à l'équilibre constitué de deux ballons de baudruche relativement de même volume accrochés aux deux extrémités d'une tige homogène en bois soutenue en son milieu par un fil. A droite, le mobile en déséquilibre après avoir percé le ballon rose.



La troisième et dernière séance a servi de bilan pour institutionnaliser tous les apprentissages réalisés sur l'air. Nous sommes revenus sur le processus de questionnement qui nous a amené à nous demander comment peser l'air et sur les protocoles imaginés pour y répondre. La trace écrite : « *L'air est un mélange de gaz donc c'est de la matière donc l'air a une masse que l'on peut peser.* » a été copiée dans le classeur de sciences pour formaliser le savoir.

c) Analyse des conceptions des élèves

i) Analyse des conceptions des élèves suite à la séance 1

La différenciation mise en place pour l'enfant du voyage de la classe a permis de mettre en évidence les limites du coloriage pour répondre à une question. Ses réponses recoupent néanmoins celles des élèves des Grandes Sections puisqu'il définit l'air comme étant du vent et qu'il a colorié le ciel dans la cour de récré, le souffle, l'air contenu dans le ballon de baudruche, les bulles de savon et uniquement le pot fermé et « vide ».

Concernant les 24 autres élèves de CM1-CM2, voici un tableau récapitulatif de leurs réponses à l'évaluation diagnostique pour vérifier que le concept air = matière était acquis ou en cours d'acquisition.

Affirmations	**VRAIE**	**FAUSSE**
Il y a de l'air dans un pot de confiture vide et fermé.	20	4
Il y a de l'air dans un pot de confiture vide et ouvert.	20	4
Il y a de l'air dans un pot de confiture plein et fermé.	6	18
Il y a de l'air dans un pot de confiture plein et ouvert.	14	9
Dans les bulles de savon, il n'y a pas d'air.	6	17
Dans les bulles d'eau, il y a de l'air.	19	5
Les trous du gruyère sont vides.	12	10

Voici la synthèse sur les représentations des élèves que l'on peut faire à partir de leurs réponses :

- ✓ Pour avoir de l'air, il faut un espace clos ou non mais inoccupé par un solide ou un liquide (cas du pot « vide »). L'air est donc emprisonné dans un contenant qu'il faut refermer.
- ✓ Les trous du gruyère peuvent être associés à des espaces inoccupés mais ouverts et donc la moitié des élèves (12/22) les pensent vides d'air.

K	*L'air passe au dessus des trous mais repart, il n'y a de l'air dans les trous du gruyère que si on souffle dessus.*

M	*Les trous du gruyère sont remplis d'air s'ils traversent car ça peut créer un comme un courant d'air.*

- ✓ Lorsque l'espace est rempli de solide ou de liquide, il faut que le récipient soit ouvert pour que l'air qui est présent tout autour de nous circule dans le pot au dessus de la confiture.
- ✓ Les bulles entourées d'eau ou de savon sont creuses et remplies d'air.

A la question : *« Y a-t-il de l'air dans la salle de classe ? Si oui, où en trouve-t-on dans la salle de classe ? »,* les élèves répondent qu'il y a de l'air partout. C'est la réponse « attendue » mais ils n'en sont pas forcément convaincus car comme le montrent les réponses d'élèves, reportées dans l'encadré ci-dessous, ils se représentent l'air uniquement comme de la matière en mouvement. Ils répondent qu'il y a de l'air là où il peut y avoir des courants d'air, « du vent » ; que l'air rentre et sort. En somme, ils savent que l'air est présent tout autour de nous mais ce savoir n'est pas construit ; ce n'est pas un savoir apodictique. C'est pourquoi cela constitue un obstacle résistant. En effet, de nombreux élèves ne considèrent l'air comme étant présent que s'ils en perçoivent ses effets (courant d'air, vent).

Voici les réponses réécrites des élèves à la question :

« Y a-t-il de l'air dans la salle de classe ? Si oui, où en trouve-t-on dans la salle de classe ? ».

R	*Oui, partout.*
A	*Oui, il y a de l'air dans la classe. Il y en a sur les fenêtres.*
R	*Non. Pour avoir de l'air il faut ouvrir la fenêtre.*
J	*Oui parce que quand la maîtresse ouvre la fenêtre, il y a de l'air qui rentre. On en trouve partout dans la classe.*

En réponse à la question : « Y a-t-il de l'air dans la cour de récréation ? Si oui, où en trouve-t-on dans la cour de récréation ? », les élèves ont tous eu une réponse positive puisque dehors il y a du vent. Et ils savent que le vent est de l'air en mouvement et de plus dans la langue courante on dit fréquemment que l'on va « prendre l'air », qu'on « sent l'air frais », qu'on est en « plein air », qu'on prend un « grand bol d'air », etc. L'air en mouvement se ressent et donc son existence ne fait pas de doute pour les élèves comme le montre la retranscription ci-dessous de leurs réponses :

R	*Oui, partout.*
K	*Oui puisque c'est dehors et dehors, il y a plein d'air.*
Ra	*Oui c'est pour ça qu'il y a du vent.*
J	*Oui il y en a parce qu'on est en plein air. On en trouve partout.*

De plus, de part l'âge des élèves de CM1-CM2 et de part leur bagage scientifique, beaucoup font le lien avec la photosynthèse. Ils sont habitués à ce qu'on attende d'eux qu'ils donnent la bonne réponse et tentent de restituer des connaissances vues dans le domaine scientifique, c'est ce que Brousseau définit comme étant le contrat didactique (G. Brousseau, 1990). Là encore par un raisonnement causal, ils expliquent la présence de l'air par le fait que les plantes en ont besoin pour faire de la photosynthèse. On peut aussi imaginer qu'ils admettent la présence de l'air à proximité des arbres car ils voient les feuilles bouger sous l'action du vent, ce qui reste dans le domaine de la perception, du ressenti avec nos sens.

Toutefois, si l'on considère l'hypothèse de la photosynthèse, il est intéressant de remarquer que ce savoir n'est pas encore totalement maîtrisé car les élèves confondent l'air avec les gaz (O2, CO2) et le vent.

Br	*Oui il y a de l'air dans la cour et il y en a partout et surtout où il y a un arbre.*
E	*Oui parce que les arbres nous fournissent de l'air et parce que sinon les enfants ne pourraient pas respirer.*
Al	*Oui il y a de l'air dans la cour. Il y a de l'air à côté de l'arbre.*
Y-A	*Il y a de l'azote dans l'air.*
Ra	*Dès que je souffle, il y a du gaz carbonique.*
Ro	*De l'air (CO2) et ça va dans les arbres ou dans le ciel.*

Les élèves expliquent la présence de l'air par un raisonnement causal: l'air sert à respirer. Voici leurs réponses à la question « Qu'est ce que l'air ? ».

M	*L'air c'est plusieurs choses : du CO2 qu'on rejette ; l'oxygène ce que l'on respire et bien d'autres plus difficile à décrire.*
Al	*L'air est du CO2.*
Mar	*L'air est de l'oxygène et l'oxygène est un gaz bon pour nous qui nous sert à respirer.*
A	*Ça dépend : du CO2, de l'oxygène…*
L	*Ce que l'on respire forme l'air.*
Ro	*De l'oxygène.*
S	*L'air c'est quelque chose qui sert à respirer, si nous n'avons pas d'air nous ne pouvons vivre.*
Am	*De l'air c'est quelque chose qui nous aide à respirer.*

Concernant la respiration avec la question : « Quand tu souffles dans la classe, qu'est ce qui sort de ta bouche ? Où va ce que tu souffles ? » il ressort des réponses des élèves la conception que l'air se déplace comme un fluide, comme une sorte de liquide flottant invisible. L'air se déplace à un endroit puis y reste (sur les fenêtres : confusion avec la condensation quand il fait froid, ou la vapeur d'eau lorsque l'on souffle de la « fumée » dehors en hiver) ou continue son chemin (par la porte).

Al	*Il y a de l'air qui sort de la bouche. Elle va sur les fenêtres.*
Ka	*Quand je souffle, je souffle de l'air et après ça va dans la classe et si on ouvre la porte l'air va partir dehors.*
S	*Je souffle de l'air et ça dépend. Ex : si le vent va à droite ce que je souffle va à droite.*
K	*Quand nous soufflons il y a de l'air qui sort. Lorsque nous soufflons l'air qui ressort se mélange avec l'autre.*
J	*Quand je souffle, il sort de l'air. Ça va sur ton camarade de devant.*

Il ressort aussi l'idée que l'air se déplace et va dans un espace inoccupé et ouvert. En effet, on sent les « courants d'air » dans des espaces où les passages de l'air se font sentir : quand une porte claque, quand on ouvre la fenêtre, quand on est en « courant d'air ».

Li	*L'air est quelque chose qui vole et qui s'engouffre dans quelque chose de creux.*

L'air sort de notre bouche puis disparaît comme on ne voit ni ne sent rien se déplacer ni bouger au-delà de la portée du souffle.

Br	*Quand tu souffles, il y a un peu d'air qui sort. Ca va partout et ça se dissipe.*
Mar	*Il sort de l'air et l'air va partout dans la classe, elle s'éparpille.*

Certains élèves ont conscience du fait que le vent est de l'air en mouvement car c'est ce qu'ils connaissent le mieux, le vent est perceptible par les sens (vue, toucher, ouïe). Ils identifient donc l'air uniquement lorsqu'il est en mouvement.

Ma	*L'air ne se voit pas mais quand tu souffles sur ta main tu peux la sentir.*
R, Y-A, H	*L'air c'est du vent.*
C	*Par exemple, le vent c'est de l'air.*
Ty	*L'air c'est comme du vent.*

Afin de connaître également leurs conceptions sur l'air comme matière pesante et non plus seulement leurs représentations sur l'air comme un gaz omniprésent je leur ai demandé « Est-ce que l'air a une masse comme tous les liquides et les solides ? ». Cette question se situe dans l'optique de ma séquence ayant pour objectif en cycle 3 de travailler sur le caractère pesant de l'air. Les élèves ont comme représentations que comme l'air est invisible, c'est du vide ou du moins ce n'est ni un solide ni un liquide, on ne le pèse donc pas.

Ra	*Non puisque c'est invisible.*
Al	*Non il n'y a pas de masse car l'air est vide.*

D'autres élèves plus pragmatiques pensent que comme on ne peut pas attraper l'air comme un solide, on ne peut pas le peser et donc, affirment que l'air n'a pas de masse.

Ma	*L'air n'a pas de masse parce qu'on peut la sentir mais pas la prendre.*
S	*Non parce que l'air on ne peut pas l'attraper avec les mains.*
B	*Non l'air ça ne se pèse pas, l'air ne se touche pas.*

En partant de leur vécu, les élèves se disent que sous une douche on sent le poids de l'eau, que quand on se met un chapeau sur la tête, on a conscience de sa masse mais en revanche, comme il y a de l'air partout autour de nous et qu'on ne ressent pas de poids sur notre corps, l'air n'est pas pesant. Il ressort également la représentation qu'une masse est toujours de l'ordre du kilogramme (cf. III-3-a.).

K	*Non parce que quand on sort une balance elle ne va pas se mettre sur 1 kg.*
Mar	*Non car on le sentirait sur nos épaules, nos jambes…*

Après avoir soufflé, quand on ne sent plus l'action mécanique du vent en mouvement, l'air a disparu (voir encadré n°5, même élève : Br) et donc on ne peut plus « l'attraper » pour le peser.

Br	*Non elle n'a pas de masse car ça se dissipe.*

Néanmoins, il y a aussi des élèves qui pensent que l'air a une masse. Mais, pour ces derniers, l'air pèse une certaine masse quel que soit le volume d'air qu'ils pèsent alors que pourtant, ils prendraient spontanément en compte la quantité de matière pour un liquide ou un solide.

A	*Oui mais c'est tellement léger qu'on ne le sens pas ; sa masse est encore moins que les dixièmes de grammes !*
Ro	*Oui, 2g (expérience réalisée en CE2 avec un ballon de baudruche)*. - les élèves cherchent à donner « une bonne réponse », ils remplissent le contrat didactique.

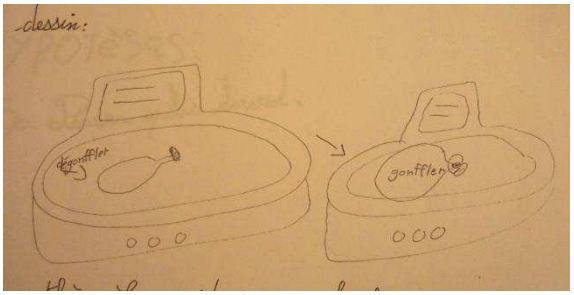
Enfin, cette question a permis d'aborder le vocabulaire de masse au lieu de poids, deux noms couramment inversés ou confondus dans la vie quotidienne. J'ai veillé à bien expliquer que la masse correspondait à ce que l'on pesait sur la balance et j'ai fais reformuler par des élèves. Mais, ceux qui n'ont pas compris ce qu'était la masse, n'ont pas pu finalement répondre à la question posée et on peut penser, comme l'indique leur réponse ci-dessous, qu'ils n'ont pas conceptualisé le caractère pesant de l'air.

Ty	*Non elle n'a pas de masse liquide et solide.*
A, J	*Non l'air ce n'est pas une masse comme tous les liquides et les solides.*

ii) Analyse des représentations des élèves suite à la séance 2

Je vais maintenant analyser ce que les élèves ont proposé comme protocole expérimental, par groupes de 4 ou 5, sur leur affiche en fin de séance 1 pour répondre au problème : « Comment peser l'air ? ». Les différents groupes ont présenté au reste de la classe en séance 2 leur expérience et cette mise en commun a été filmée. Les passages significatifs sont retranscrits ci-dessous comme base pour l'analyse de leurs conceptions initiales sur l'air comme matière pesante (cf.II-2) a. b.).

- Un premier groupe de 4 CM1 ayant déjà pesé l'air avec leur enseignante de CE2 à l'aide d'un ballon de baudruche et d'une balance électronique propose le même protocole que l'année passée :



« On pèse un ballon vide, on le pèse et on note le résultat. Puis il faut gonfler et le peser. On enlève le poids du ballon vide et on a le poids de l'air.

Hypothèse : le poids sera plus haut quand le ballon sera gonflé. »

Ce qui ressort de cette proposition est que pour peser l'air qui est un gaz occupant tout l'espace disponible, il faut un récipient. Il faut pouvoir attraper l'air et l'enfermer, on ne peut pas juste peser l'air comme ça au même titre qu'on ne pèse pas un liquide sans récipient. Ils ont conscience que l'air est un gaz sans volume propre contrairement au solide qui se pèse aisément. Le fait qu'ils prévoient la différence de la masse du ballon plein moins celle du ballon vide indique qu'ils reconnaissent le caractère pesant de l'air ; le ballon plein est plus lourd par l'ajout d'air.

Cette réflexion sur le caractère pesant de l'air nous amène à l'analyse de la retranscription suivante d'un passage de la vidéo :

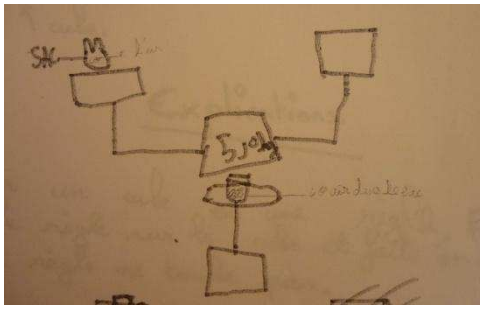
Etu	*Vous êtes tous d'accord pour dire que plus il y a d'air, de volume d'air, plus ça pèse ?*
Majorité	*Oui !*
B	*Bin non parce que par exemple l'air dans une salle de classe, y'a beaucoup d'air…*
Etu	*Oui et ça voudrait dire quoi… ?*
B	*Bin que l'air euh…*
Etu	*Il y en a d'autres qui pensent comme B ?*
A	*Bah quand le ballon est plein d'air… bah quand le ballon est vide, ça tombe directement mais quand le ballon a de l'air euh bin ça reste euh… c'est comme une plume…*
Etu	*Comme une plume ? Et donc il serait plus lourd quand il est vide ?*

A	*Oui plus lourd.*
Br	*Bin il serait plus léger quand il sera gonflé parce que sinon ça tomberait d'un coup.*
M	*Bin pour que ça soit plus léger, il faudrait mettre de l'hélium dedans ?*
Etu	*Est ce que l'hélium c'est de l'air ?*
Tous	*Euh bin euh …*
B	*Bin non c'est un petit peu comme du gaz.*
Etu	*L'hélium est un gaz, oui mais pas le même gaz que l'air.*
Tous	*…*
Etu	*La question c'est ça justement, pour avoir une masse suffisamment importante, il faut le gonfler beaucoup ou pas beaucoup ?*
B	*Bah pas beaucoup parce quand tu le remplis d'air bin tu le pèses que d'un seul côté.*
Etu	*Comment ça ?*
B	*…*
Etu	*Que le côté qui touche la balance ?*
B	*Euh bah oui…*
Br	*Ben le ballon quand il est gonflé, c'est comme une plume alors que bah c'est vrai que quand il est pas gonflé, il pèse plus lourd.*

Les représentations des élèves qui ressortent de cet échange sont :

- Le grand volume d'air dans la classe pèserait sur nos épaules si l'air était pesant.
- Une confusion entre les ballons de baudruche et les ballons gonflés à l'hélium dans les fêtes foraines, l'hélium est léger et donc l'air des ballons de baudruche rend la masse du ballon moins importante.
- Les solides avec une masse plus importante, tombent rapidement au sol, le ballon de baudruche, lui, vole, flotte, il est donc plus léger une fois rempli d'air.
- Uniquement ce qui touche, ce qui est en contact avec la balance est pesé : l'air du ballon qui ne touche pas la balance, flotte au dessus et n'est pas pesé.
- Il y a une confusion entre les gaz, air = gaz donc hélium = gaz = air.

- Voici ce que propose le second groupe, composé de 4 CM2, sur leur affiche :



« On met de l'air dans un sachet et on le pèse. »

Ce second groupe pèse aussi l'air à l'aide d'un récipient, un sac plastique dans ce cas. Car, comme pour les liquides, il faut contenir les gaz pour les peser.

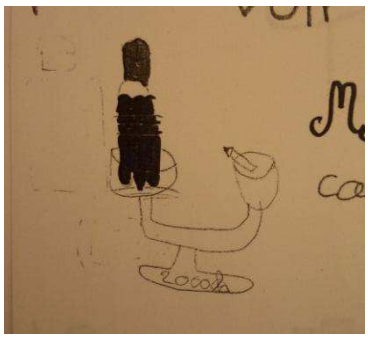
Voici la retranscription de la présentation de l'affiche de ce groupe à leurs camarades :

T	*On a pris un sachet avec de l'air dedans.*
Etu	*Comment on fait pour avoir un sachet avec de l'air dedans ?*
Y-A	*Bin on fait comme ça et on le referme directement car sinon y'a l'air qui va s'échapper (mime un déplacement horizontal avec le sachet).*
Etu	*Et qu'est ce qu'il se passe si on ne referme pas le sac tout de suite ?*
R	*Si t'attends que l'air s'échappe y'en aura toujours mais moins.* – référence à la quantité d'air contenu dans la bouteille qui est ici le récipient.
K	*Il va ressortir et y'en a d'autre qui va revenir.*
Y-A	*Bah si ça se vide.*
Etu	*Est ce que vous pensez que l'air va suffisamment peser pour faire pencher la balance ?*
M	*Bah ça pas vraiment faire bouger le plateau car c'est tout léger en fait.*
Br	*Bah déjà ça va quand même être un peu plus lourd que de l'autre côté.*

La conception qui ressort principalement et qui fait obstacle ici est :

- ✓ L'air s'attrape et s'échappe, il faut fermer pour garder l'air, l'air est un courant, du vent qui est présent quand on le sent puis disparaît.

- Voici maintenant ce que propose un autre groupe de 4 CM2 :



« On prend une bouteille en plastique. On inspire l'air qui est dedans et on remet vite le bouchon. Après, on la pèse. On souffle dedans ; il y aura de l'air et on la repose sur la balance pour voir combien ça pèse. »

Toujours l'idée de prendre un contenant pour peser l'air ; ici avec une bouteille. Grâce à leur dessin, on remarque que ce groupe utilise le principe de la balance à plateau avec une comparaison de la masse d'un crayon avec la masse de la bouteille « avec ou sans air ».

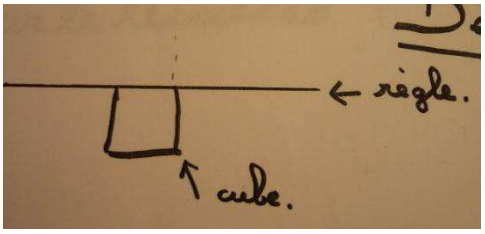
Voici les retranscriptions suite à l'exposé de ce groupe :

M	*Non mais en fait il faut mettre une bouteille avec de l'air d'un côté et une bouteille sans air de l'autre.*
Etu	*Comment doivent être les deux bouteilles ?*
M	*Il faut deux bouteilles du même litre.*
Etu	*Quelle bouteille va être la plus légère, celle qui a moins d'air ou celle qui a plus d'air ?*
B	*Quand y'a de l'air c'est plus léger, et la bouteille quand tu l'aplatis, quand t'as plus d'air à l'intérieur, on pèse le plastique de la bouteille et quand on prend une bouteille qu'on n'a pas aplati et où qu'on a mis de l'air à l'intérieur, ça va être plus léger.*
Etu	*C'est curieux quand même ça, d'un côté on a juste du plastique et de l'autre on a du plastique plus de l'air et ça pèserait moins lourd que juste du plastique ?*
B	*Bah oui…*
Etu	*Ça veut dire que l'air enlève de la masse au plastique ?*
B	*Oui.*
M	*Bin non ça serait de l'hélium.*
A, R	*Oui…*
Etu	*Qui pense que oui ? - 5 élèves sur 22 lèvent la main*

Voici les représentations des élèves qui ressortent de cet échange :

- ✓ L'air est du vide, plus on a de vide, plus le volume du récipient est grand, plus c'est léger.
- ✓ L'air est léger, flotte donc ça allège la masse des solides qui sont forcément plus lourds.

- Un 4ème groupe de 4 CM2 propose une expérience différente, à savoir :



« Prendre un cube et une règle puis poser la règle sur le cube et faire en sorte que la règle ne tombe pas. »

En soufflant sur la règle que d'un côté, on crée le déséquilibre (cube = pilier ou point d'appui) synonyme du fait que l'air est pesant. Quand ils soufflent, ils exercent donc une force sur la balance. L'air considéré ici est en mouvement et donc perceptible comme le vent.

Voici les échanges retranscrits :

M	*Mais quand on souffle ça fait de la pression.*
B	*Mais on s'était dit que ça marchait pas car quand on met normal bah la règle elle ne bouge pas…*
Etu	*Non et pourtant il y a de l'air autour de nous.*
Etu	*Est ce que cette expérience sert à peser l'air ?*
B	*Bah non car quand on souffle, c'est pas l'air normal qui pousse, c'est un courant, c'est comme un courant d'air par exemple t'ouvre la porte, tu l'ouvres brusquement et bah par exemple t'as les feuilles qui s'envolent.*
Etu	*C'est quoi justement la différence entre de l'air et un courant d'air ?*
B	*Bah… bah… bah… un courant d'air ça se passe plus vite, ça souffle plus vite que l'air.*
	…
K	*Bah y'a pas besoin de souffler parce qu'au bout d'un moment, elle va pencher d'un côté ou de l'autre.*
Autres	*Oui mais c'est parce qu'elle est triangle sa règle.* - En désignant une élève qui a reproduit l'expérience avec son équerre.
B	*Bah la masse elle est égale, faut souffler dessus si on veut que ça pousse.*

Les conceptions des élèves que l'on peut identifier de cette retranscription :

- ✓ L'air statique est différent, pas de la même nature, que l'air en mouvement. Il n'a pas de masse.
- ✓ L'air en mouvement exerce une pression, une force et donc un poids ; le déséquilibre de la balance est associé à la mesure d'une masse.

- Pour finir, un groupe de 5 élèves de CM2 a proposé le protocole suivant pour peser l'air :

« Tu gonfles le ballon de baudruche et tu le dégonfles vers la balance. »

Cette fois, les élèves mêlent deux possibilités proposées par d'autres groupes pour peser l'air. Ils utilisent un ballon pour transporter l'air statique près de la balance puis le « propulse » pour le rendre mobile en direction de la balance dans l'idée de déposer de l'air comme ils le feraient avec un solide. En dégonflant le ballon vers la balance, ils exercent une pression.

Voici les débats suite à cette proposition :

Y-A	*Ben on prend le ballon et on le lâche, on appuie au dessus de la balance et puis y' a de l'air.*
M	*Ben ça va faire une pression alors c'est pas possible.*
R	*Bah ça va faire une pression, ça va appuyer sur la balance.*
Etu	*Et puis le souci c'est que là autour de nous… on a déjà…*
K	*On a déjà de l'air.*
Y-A	*Bah on peut pas peser de l'air parce que même si on met une balance comme ça et qu'on attend, y'a pas d'chiffre qui s'met.*
M	*Mais faut une balance ultra sensible.*
Etu	*Et à votre avis, la masse de l'air elle est comment ? Grande ou petite ?*
E	*Pas grosse parce que ça se voit pas.*
Etu	*C'est plus petit qu'un solide qu'on voit alors ?*
S	*Bin non l'air c'est pas un solide parce que si on ferait ça (bouge sa main) on le sentirait.*
Ma	*Mais moi déjà j'croyais qu'on pouvait le voir l'air. Des fois quand il fait froid et qu'on souffle.*
M	*Mais ça c'est de la fumée, l'air on peut pas la voir parce que c'est transparent.*
Mar	*Mais en fait j'ai une question, on a dit que l'air c'est du gaz mais euh en fait souvent euh comment ça s'appelle, on a des trucs à gaz dans les maisons et on a des bouteilles de gaz, mais il est vide le truc de gaz alors ? Mais il y a du gaz dedans mais comme on vient de dire que ça se voit pas le gaz.*
Mar	*Mais non le gaz il se voit pas, et bin dans la bouteille on a l'impression que c'est vide.*

Etu	*Du coup comme ça se voit pas c'est du vide ?*
Mar	*Bah euh pas vraiment.*
Etu	*Bah alors pourquoi tu me demandes si la bouteille de gaz est vide ?*
Mar	*Oui bah euh y'a du gaz dedans mais euh on pourrait dire qu'elle est vide.*
Etu	*Qu'est ce que vous en pensez ?*
M	*Mais le gaz c'est transparent aussi.*
Etu	*Ça dépend quel gaz.*
M	*On peut pas le voir car si on ouvre la bouteille le gaz il va s'échapper comme y'a plus de pression.*

Les représentations que l'on identifie ici sont :

- ✓ L'air est invisible. On ne le sent pas donc il n'y a pas de masse ou une masse très faible.
- ✓ L'air en mouvement peut faire dévier la balance à plateaux.

En somme, les trois quarts des élèves de cette classe de cycle 3 ont conscience qu'il faut contenir l'air dans un certain volume pour le peser car l'air est un gaz et occupe donc tout l'espace disponible. Néanmoins, on peut résumer les trois conceptions suivantes, sur le caractère pesant de l'air qui sont apparues dans les propositions d'expériences des élèves et dans les débats qui ont suivis :

- ➢ L'air occupe tout l'espace, il faut peser un volume contraint d'air (ballon de baudruche, bouteille en plastique, sac plastique…). Cependant ce raisonnement ne prend pas en compte le volume du récipient contenant l'air. Comme si la masse d'air à mesurer ne dépendait pas de la quantité d'air de l'air contenu. On remarque que la compressibilité des gaz n'est pas acquise.

- ➢ On ne sent que l'air en mouvement sinon c'est du vide, c'est « du rien ».

- ➢ On peut mesurer sur la balance l'effet de l'air en mouvement.

iii) Analyse des écrits des élèves sur l'expérience avec le mobile

A la fin de la séance 2, j'ai réalisé l'expérience décrite en III-2-a. devant les élèves afin de leur montrer expérimentalement que l'air avait une masse. Avant que je ne perce le ballon rose (mobile avec deux ballons vert et rose), les élèves ont écrit leurs hypothèses. L'analyse de ces dernières (retranscrites avec l'orthographe des élèves) est intéressante pour voir si pour eux le mobile en équilibre est en lien ou non avec la masse des deux ballons.

Certaines hypothèses formulées par les élèves montrent qu'ils ont conceptualisé l'air comme étant de la matière. En effet, deux d'entre eux font référence au déséquilibre du mobile :

Cé : « L'autre côté il vas se relevé. C'est-à-dire que le bâton se relève ou le balon à été éclater parce que du coup de l'autre côté il y aura plus de poids. »

Jo : « Si on perce le ballon rose et bas le ballon vert sera plus lourd. Ceux qui veut dire que le ballon vert descendra. »

D'autres ne mentionnent pas ce déséquilibre mais concluent correctement quant à la masse des ballons :

Hu : « Le ballon rose va se dégonfler et alor il pèsera moin lourd que le ballon vert. Et alor on pourra dire que le ballon vert pèsera plus lourd. »

Er : « Le ballon rose sera moin lourd parce qu'il sera percer. »

Seulement 3 élèves sur 22 ont fait l'hypothèse que le ballon vert allait remonter car comme il est rempli d'air, il « flotte ». Ce sont les mêmes élèves qui au cours des exposés pensaient que l'air rendait les objets qui en étaient remplis plus légers.

Br : « Le ballon rose va se dégonfler et il serat le plus lourd car il aurat plus d'aire et selui qui n'a pas été crever sera le moin lourd. »

Y-A : « Le vert va monter et le côter ou il y avait le rose va descendre parce qu'en se moment il sont au milieu. »

Al : « On va perser un ballon rose avec le curseur (cutter) et le ballon vert va monter et le ballon rose va descendre. On va le percer pour déséquilibrer les ballons. »

Analysons maintenant ce que les élèves ont écrit après avoir vu l'expérience dans la partie « résultat observé » du compte rendu.

Un des trois élèves ayant fait une hypothèse erronée décrit ce qu'il a vu sans expliquer pourquoi c'est ce résultat qui est observé :
Y-A : « Je me suis trompé, c'est le vert qui est descendu et le rose est monté. »

Un autre de ces trois élèves explique pourquoi ce qu'il pensait avant était faux par la prise en compte de la masse de l'air, on observe donc une évolution dans son raisonnement :

Br : « Le ballon a éclater et le ballon vert étai le plus lourd car il étai rempli d'aire. »

Le dernier explique le résultat observé par l'éclatement du ballon rose et non par le déséquilibre du mobile :

Al : « Le ballon rose a fait de la pression et le ballon rose est monter. Ca c'est produit grâce à la pression. »

Quelques élèves qui avaient fait une hypothèse correcte avant de voir l'expérience, décrivent ce qu'ils observent sans l'expliquer :
Ro : « Le ballon qui n'a pas était créver est tomber l'autre est rester en l'air. »

Ma : « J'ai vu le ballon rose éclater est (et) remonté et le ballon vert est décendu. »

Tandis que d'autres expliquent correctement le phénomène :

Ma : « Quand on n'a percé le ballon rose, le ballon vert est descendu et J'AVAIS RESONT ! Il est descendu parce que le ballon vert (avec de l'air à l'intérieur) était plus lour. »

E : « Quant le ballon à éclater, le ballon vert à basculer et il y avait plus d'équilibre alor le ballon avec l'aire est plus lour que un ballon sans aire. »

Finalement, cette expérience qui a été réalisée à la suite des exposés sur les affiches pour clore la séance 2 a constitué une preuve expérimentale démontrant aux élèves le caractère pesant de l'air. Cela a permis à ceux qui pensaient que l'air allégeait les ballons de baudruche d'observer que sur un mobile lorsqu'il n'y a plus d'équilibre, le ballon penche vers le bas car l'air qu'il contient est pesant. Nous sommes repartis des observations de cette expérience pour institutionnaliser les savoirs à la séance 3 afin de conclure cette séquence sur la matière gazeuse et pesante qu'est l'air présent tout autour de nous.

3- EVOLUTION DES CONCEPTIONS SUR L'AIR ENTRE LA MATERNELLE ET LE CYCLE 3

a) Les obstacles résistants

Suite à l'analyse de la séquence menée en Grande Section de maternelle et à celle réalisée en CM1-CM2, j'ai identifié trois représentations initiales chez les élèves qui n'ont pas évolué de la maternelle au cycle 3 et qui constituent un obstacle à la conceptualisation de l'air.

En effet, il apparaît que l'air n'existe que lorsqu'il est en mouvement, que sous la forme de vent que l'on perçoit aisément par nos sens. Par exemple, au-delà du souffle, de l'air que l'on expire, on ne sent plus rien, il n'y a rien, l'air est parti ailleurs, dans un « courant d'air ». D'où l'idée que l'air doit être emprisonné dans un sachet qu'il faut vite refermer sinon l'air qu'il contient repart.

Quant à la présence de l'air statique, les cycles 3 en ont plus conscience bien qu'ils pensent qu'il y a principalement de l'air là où l'on est susceptible de le sentir (les fenêtres, les portes, le ciel, les arbres avec les feuilles qui bougent au grès du vent…). C'est un savoir pas encore totalement construit.

Il semblerait aussi qu'il y ait un paradoxe, en effet, même si les élèves de cycle 3 admettent qu'il y a de l'air statique tout autour de nous et qu'ils conçoivent que l'air a une masse cela leur pose un problème car ils ont la représentation que ce qui pèse est forcément lourd. Pourtant dans une salle de classe, le volume d'air est grand sans que l'on ne sente l'air sur nos épaules. Cette conception de la masse « comme forcément de l'ordre des kilos, et que l'on ressent physiquement » fait obstacle pour que les élèves conceptualisent le fait que l'air est présent partout. Soit ils admettent que l'air est présent tout autour de nous mais n'est pas pesant car sinon, on le sentirait sur nos épaules, soit ils admettent que l'air est pesant mais dans le cas d'air mobile où l'on ressent effectivement sa force physique.

b) Les obstacles qui ont été dépassés

La matérialité de l'air et son caractère pesant n'est pas travaillé en maternelle car ce n'est pas au programme. Il est d'abord conseillé d'aborder la notion d'air en mouvement puis d'observer que l'air statique est présent tout autour de nous. Je ne peux donc pas mesurer l'évolution des représentations des élèves sur la masse de l'air.

Par rapport aux bulles d'eau et de savon qui ont posé des difficultés aux plus jeunes, il apparaît qu'en cycle 3, les élèves considèrent que ce sont bien des bulles remplies d'air. Cela provient de leur plus grande expérience, d'un vécu plus important. Ils ont plus fréquemment été confrontés dans leur vie quotidienne à souffler dans l'eau à la piscine pour faire des bulles ou dans un mélange d'eau et de liquide vaisselle pour faire des bulles de savon par exemples.

c) Tableau récapitulatif

Voici ce que l'on peut résumer concernant l'évolution des représentations des élèves de la maternelle à la fin de l'élémentaire.

En maternelle (GS)	L'air n'existe que quand il se sent, quand il est perceptible par les sens.	L'air n'est pas contenu, il va et vient, toujours en mouvement.	L'air est du vent, reconnu par ses effets.
Au cycle 3 (CM1-CM2)	L'air statique est présent autour de nous mais sa masse pose un paradoxe. L'air en mouvement est reconnu unanimement.	L'air peut et doit être contenu dans un récipient clos pour être pesé.	L'air est du vent, l'air est ce que l'on respire et l'air intervient dans la photosynthèse. L'air est un gaz, reconnu par quelques unes de ses propriétés (caractère matériel).

Les difficultés d'apprentissage des élèves de primaire du concept de l'air comme matière, sont dues à l'obstacle substantialiste tel qu'il est défini par G. Bachelard (1993, p.97). Pour cet auteur, l'obstacle substantialiste « *est le fait de l'assemblage des intuitions les plus dispersées et même les plus opposées. Par une tendance quasi naturelle, l'esprit préscientifique bloque sur un objet toutes les connaissances où cet objet a un rôle, sans s'occuper de la hiérarchisation des rôles empiriques… Il attribut directement à la substance les données immédiates de l'expérience sensible* ».

L'élève de primaire pour expliquer des phénomènes où l'air est en jeu utilise principalement un raisonnement de sens commun (Viennot, 1996) avec différentes formes de causalité (Robardet et Guillaud, 1997, p.211).

Ainsi pour de nombreux élèves de primaire l'air est principalement la substance qui met en mouvement les feuilles des arbres, qui claque les portes, qui permet aux êtres humains et aux végétaux de respirer et qui rend léger les ballons. Ainsi, pour apprendre le concept d'air comme matière et en faire un savoir apodictique, les élèves doivent entrer dans un raisonnement scientifique pour conceptualiser les propriétés de l'air statique et en mouvement pour finalement, déterminer sa masse.

Conclusion

En conclusion, il apparaît qu'en maternelle, la notion d'air est difficile à traiter en classe. Les élèves ont beaucoup de mal à concevoir qu'il existe une « nouvelle » matière différente des liquides et des solides. Certains ne vont même pas jusque là tellement c'est abstrait. Les élèves ont un contact direct avec l'air que lorsqu'il est en mouvement. C'est pourquoi, il est conseillé en maternelle de travailler sur le vent. Je pense toutefois, qu'il est préférable d'aborder l'air non seulement en mouvement mais aussi statique car on risque de renforcer la conception exclusivement dynamique de l'air qu'ont les élèves de maternelle. En effet, lorsqu'ils arrivent au cycle 3, ils devront se confronter à la matérialité de l'air sans forcément avoir conceptualisé le fait que l'air est présent tout autour de nous. Alors comment expliquer et mettre en évidence les propriétés de l'air (l'air lorsqu'il est chauffé se dilate, l'air lorsqu'il est refroidi se contracte, l'air est compressible ; l'air le plus chaud monte ; l'air a une masse) si les élèves considèrent seulement l'air comme étant du vent ?

De plus, le langage commun est rempli d'embûches, il ne facilite pas cette acquisition longue et peu intuitive. C'est le cas par exemple en musique lorsque l'on parle d'instruments à vent qui fonctionnent grâce à de l'air en mouvement. Cela consolide l'idée que l'air dynamique -que l'on expire- est du vent et non que l'air immobile est naturellement et toujours présent dans l'espace qui nous entoure.

Du point de vue de la recherche, j'ai été très captivée et motivée pour chercher à réaliser des séquences les mieux adaptées didactiquement et pédagogiquement en vue de surmonter les obstacles épistémologiques des élèves sur l'air. Enfin, l'analyse des recueils de données m'a finalement permis de conclure que les représentations initiales des élèves restent ancrées tant qu'elles ne posent pas de problème ou de paradoxe pour eux.

En ce qui concerne la suite de ce mémoire de recherche, dans ma future pratique en tant que professeur des écoles, je serai attentive aux représentations initiales des élèves que ce soit en sciences bien sûr mais également dans les autres disciplines. Il semble en effet que les conceptions qu'ont les élèves sont de véritables obstacles aux apprentissages si on ne cherche pas à les faire évoluer car ce sera toujours la réponse qu'ils apporteront. Ces représentations doivent être déstabilisées pour arriver à un savoir apodictique. La démarche d'investigation en sciences permet ce questionnement et le recours à des travaux de groupes favorise les conflits sociocognitifs entre élèves et donc également cette remise en questions nécessaire pour l'apprentissage de savoirs scientifiques.

Bibliographie

Ouvrages :

- ASTOLFI, J.-P. (1997). *L'erreur un outil pour enseigner.* Paris : ESF
- BACHELARD, G. (1993). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- BRONCKART, J.-P. et SCHEUWLY B. (1990). *Vygotsky aujourd'hui, Textes de base en psychologie*. Paris : Delachaux et Niestlé
- BROUSSEAU, G. (1988). *Le contrat didactique : le milieu*. Grenoble : La pensée sauvage
- BROUSSEAU, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage
- FABRE, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF
- LASNIER, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montréal : Guérin
- MEIRIEU P. (1987). *Apprendre... oui, mais comment.* Pairs : ESF
- PIAGET, J. (1937). *La construction du réel chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé
- PITTAU, GERVAIS, (2004). *1, 2, 3, 4 éléments*. Paris : Seuil, coll. Jeunesse.
- ROBARDET, G., GUILLAUD, J.-C. (1997), *Eléments de didactique des sciences physiques : De la recherche à la pratique*. Paris : PUF.
- TAVERNIER, R. (2005). *Explore le monde de la matière et des objets.* Paris : Bordas
- Viennot, L. (1996). Raisonner en physique. La part du sens commun. Bruxelles : De Boeck.

Articles :

- ASTOLFI, J.-P. (1993). *Placer les élèves en "situation-problème" ?* Probio-revue, vol. 16, n°4
- ASTOLFI, J.-P. et PETERFALVI, T. (1993). *Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales*. Revue ASTER n°16, p.103-141
- ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B. (1997). *Stratégies de travail des obstacles : Dispositifs et ressorts. Revue ASTER*. n°25, p.193-216
- BROUSSEAU G. (1990). « Le contrat didactique et le concept de milieu: Dévolution. » Grenoble : La pensée sauvage

- FILLON, P. (1992). *Le raisonnement scientifique : des pratiques de référence au savoir construit par les élèves. Revue ASTER. n°14, p.3*
- GOFFARD, M. et al. (1992) Difficultés des élèves liées aux différentes activités cognitives de résolution de problèmes. Revue ASTER n° 14, 53-75
- LEGENDRE, M.-F. (2000). *Le socioconstructivisme et les grandes orientations de la réforme. Virage Express*. n°3, vol. 2
- *Les progrès de la psychologie de l'enfant et de l'adolescent*. Psychologie et éducation, Paris, Médiations-Gonthier, 1982, pages 45 à 66
- MEIRIEU, P. (1984). *Outils pour apprendre en groupe. Apprendre en groupe ?* Lyon : Chronique sociale

Sites internet :

- La Main à la Pâte. *Enseigner les sciences à l'école maternelle et élémentaire*, juin 2009, [En ligne] http://www.lamap.fr/ (consulté de janvier à avril 2012)
- Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative. *Le Bulletin officiel*, avril 2012, [En ligne] http://www.education.gouv.fr/pid285/le-bulletin-officiel.html (consulté de janvier à avril 2012)
- SCEREN – CNDP. *Des ressources pour enseigner – Sciences et technologie*, aout 2008, [En ligne] http://www2.cndp.fr/ecole/ (consulté en avril 2012)

Documents institutionnels :

- Documents d'accompagnement des programmes (2002), enseigner les sciences à l'école, cycles 1 et 2, *L'air est-il de la matière ?*, Scérén, CNDP
- Documents d'application des programmes (2002), Fiches connaissances, cycles 2 et 3, *Fiche n°3 : Air*, Scérén, CNDP
- Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire BO hors série n°1 du 1 février 2002, ministère de l'éducation
- Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire BO hors série n°3 du 19 juin 2008, ministère de l'éducation
- Repères de progressions pour l'école élémentaire BO n°1 du 5 janvier 2012, ministère de l'éducation.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiches de préparation de la séquence sur l'air en maternelle

Annexe 2 : Fiche élève de la séance 3 (coloriage de l'air)

Annexe 3 : Tableau récapitulatif des réponses de la trace écrite des élèves

Annexe 4 : Fiches de préparation de la séquence sur l'air au cycle 3

Séquence sur l'air	Séance 1/3	Questionnement sur la présence de l'air Le 07/02
Pré-requis	Au préalable (le 03/02/12) lecture de : *1, 2, 3, 4 éléments* de F. Pittau & B. Gervais, Paris : Seuil, coll. Jeunesse (2004)	
Objectif principal de la séquence	Découverte du monde, de la matière – Prise de conscience de la présence de l'air	
Compétences visées pour la séance	- prendre l'initiative de poser des questions ou d'exprimer son point de vue - observer et décrire pour mener des investigations - écouter, interroger, répéter, réaliser un travail ou une activité - échanger, questionner, justifier un point de vue	
Modalités	Par groupes en ateliers (en alternance avec la Lecture à la BCD - *Lire et faire lire*) De 14h-15h15 (en 3 fois par groupes de 8 divisés en 2 pour avoir des tables de 4 élèves) donc 25 min par groupes Filmer et enregistrer dans le cadre du mémoire et du projet dominante sciences	

Durée	Déroulement	Consignes	Matériel	Bilan
7 min	Par **groupes** de 8 (2 tables par groupe de 4), manipuler des sacs plastiques fermés 1 sac par élève 1 adulte (Eléa et Mathilde) par table Cécile circule dans les deux groupes FILMER une table + ENREGISTRER + PHOTOS !!!	*Mettez vous par 4 sur deux tables et touchez les sacs en vous demandant ce qu'il se passe.* *Pourquoi ne peut-on pas aplatir le sac ?* *Il doit y avoir quelque chose dedans alors ?* *Oui, mais alors l'air c'est quoi ?*	8 (et plus…) sacs plastiques zippés type congélation	Rappel de l'album 1, 2, 3, 4 éléments sur l'air Ils « connaissaient » la réponse attendue… Pas de réelle réflexion ?! Rebondir sur leurs « bêtises » comme quand ils éclatent les sacs ou gonflent les ballons…
7 min	Toujours par **groupes** (les mêmes), appuyer sur le ballon de droite et observer que le ballon de gauche se gonfle. -> l'air occupe de l'espace ->l'air se déplace	*Qu'y a-t-il dans les ballons ?* *Que se passe-t-il quand on compresse le ballon ?* *Pourquoi est ce que quand j'appuie sur ce ballon, l'autre se gonfle ?*	Tuyau fermé par des ballons aux deux extrémités 1 tuyau pour 2 Et 2 autres pour « montrer » Soit : 5 tuyaux et 10 ballons réutilisés par les différents groupes	L'idée que l'air passe par le tuyau vient rapidement. Plus les faire réfléchir sur le fait que l'air occupe la place que l'on voit dans le ballon. Scotcher les ballons au tuyau ou s'occuper de « manipuler » les ballons pour éviter qu'ils jouent avec…
10 min	Imaginer une expérience pour monter qu'il y a bien quelque chose dans les sacs plastiques (ex : aquarium et ouvrir le sac à l'intérieur => bulles)	*Quelle expérience faire pour montrer que l'on a quelque chose d'emprisonné dans le sac ?* *Et qu'est ce que ça ferait ?* *Ca montrerait quoi ?*	Petits blocs notes pour noter les idées des élèves dans chaque petit groupe de 4	Question : « montrer » trop abstrait. Il faut plus leur dire que l'on veut savoir s'il y a bien de l'air dans le sac… Pas vraiment d'idées, assez dur d'imaginer…

Séquence sur l'air	Séance 2/3	Mise en place des expériences Le 10/02
Pré-requis	Expériences imaginées (le07/02) montrant qu'il y a bien de l'air dans le sac « vide »	
Objectif principal de la séquence	Découverte du monde, de la matière – mise en évidence de la présence de l'air	
Compétences visées pour la séance	- prendre l'initiative de poser des questions ou d'exprimer son point de vue - observer et décrire pour mener des investigations - échanger, questionner, justifier un point de vue - réaliser une expérience en suivant un protocole	
Modalités	Par groupes, classe divisée en 2 (coccinelles + libellules & sauterelles + papillons) Le matin avant la récré : faire passer les deux groupes Le matin après la récré : regroupement/débat/bilan en classe entière Filmer et enregistrer dans le cadre du mémoire et du projet dominante sciences	

Durée	Déroulement	Consignes	Matériel	Bilan
3 min	Rappeler le travail fait à la séance 1 Par demi-classe (groupe de 13) sur les bancs FILMER + PHOTOS	*- Je vais faire les expériences que vous avez imaginées mardi.* *- Il faut être bien attentif et bien regarder ce qu'il se passe.*		2 abs : Lola + Marly Difficulté : Cécile Pauty en arrêt et dernier jour avant les vacances de février (bcp d'agitation)
15 - 20 min	Je fais les expériences (montre la présence de l'air ou non) 1- Percer avec une aiguille un sac et mettre sa main au dessus du trou 2- Percer un ballon rempli d'eau et un ballon rempli d'air dans un aquarium plein d'eau 3- Mettre un sac zippé dans l'aquarium avec des glaçons à flotter (ne prouve pas la présence de l'air) 4- Souffler avec un tuyau dans de l'eau	*Est-ce que ça permet de montrer qu'il y a de l'air ?* *Comment est ce qu'on peut se rendre compte de la présence de l'air ? (par le toucher, par la vue : bulles)*	4 sacs + punaises 4 ballons d'eau 4 ballons d'air 2 aquariums 1 tuyau / paille Glaçons Sacs zippés	Groupe 1 : tentant de s'approcher toujours plus près des expériences, agitation, énervement… Beaucoup d'idées pour prolonger les expériences et de **très bonnes idées comme celle de percer le ballon d'air avant de le mettre dans l'eau (bulles plus fines une fois dans l'eau)** Groupe 2 : grosse confusion bulle d'air/d'eau - La consigne de proposer de nouvelles expériences pour montrer la présence de l'air pas du tout comprise (ils proposent « d'assembler » tout le matériel disponible sans lien avec l'air) - Les deux groupes ont apprécié et on été très surpris par la « grosse » bulle formée lorsque l'on perce le ballon rempli d'air dans l'eau
10 - 15 min	Temps de **regroupement** / débat -questionnement sur ce qu'ils ont manipulé (le 07/02), observé, compris -écrire en dictée à l'adulte sur une affiche le bilan	*Qu'est ce qu'on a appris sur l'air ?* *Qu'est ce que l'air ?* *Où trouve-t-on de l'air ?* *Est-ce que l'air se déplace ?* *Si l'air occupe de l'espace alors on ne peut pas dire que l'air c'est « du rien »…*	1 affiche + feutres Titre : rouge (L'air) Corps : Bleu Conclusion : vert (Donc il y a de l'air partout autour de nous même si on ne le voit pas…)	- La confusion bulle d'air/bulle d'eau : il faut revenir dessus même si j'ai mis de l'eau dans ma bouche que j'ai fait sortir avec le tuyau dans l'aquarium pour qu'ils voient que ça ne faisait pas des bulles quand « on souffle » de l'eau contrairement à l'air - Globalement, les différentes propriétés de l'air sont connues mais je ne sais pas si c'est dû aux expériences où à la lecture de l'album qui leur a donné la bonne réponse : « c'est l'air » (ne permet pas de voir si « ils récitent » ou ont fait évoluer leurs représentations)

Séquence sur l'air	Séance 3/3	Recueil d'une trace écrite Le 02/03
Pré-requis	Les deux premières séances : cette séance permet de voir où ils en sont et s'il on peut aller plus loin ou encore s'il y a juste un problème de compréhension entre mes attentes et ce qu'ils comprennent (peuvent comprendre ou on déjà comprit)	
Objectif principal de la séquence	Découverte du monde, de la matière – trace écrite sur ce qu'ils savent sur l'air comme matière	
Compétences visées pour la séance	- être capable de mettre en évidence que les espaces couramment qualifiés de « vides » sont remplis d'air - utiliser le dessin comme moyen d'expression et de représentation - savoir qu'il y a de l'air que le récipient soit ouvert/ fermé, plein/ « vide » - repérer que même sans mouvement (vent) l'air reste présent - identifier des bulles d'air dans l'eau et des bulles faites avec du savon mais « remplies » d'air	
Modalités	En classe entière après les rituels du matin Récupérer ou photocopier les feuilles des élèves dans le cadre du mémoire et du projet dominante sciences	

Durée	Déroulement	Consignes	Matériel	Bilan
3 min	Expliquer **en regroupement** les images présentes sur la feuille. Attention : pot fermé puis ouvert	*Colorie au crayon de bois où tu penses qu'il y a de l'air.* *Prénom au crayon de bois.*	- 26 photocopies de la feuille avec les vignettes	Cécile en arrêt pour décès : pas de retour sur ma séance – beaucoup de remplaçants différents (très agités)
10-15 min	Chacun rempli la feuille aux crayons de couleurs Puis je ramasse les feuilles en valorisant les choses judicieuses (classe coloriée, trous du gruyère…)			Très rapide : 5 min ; 15 pour les plus lents Aucun soin dans le coloriage – j'aurais dû insister sur la propreté et non que sur le fond Je ne pense pas que cette activité leur ait plu… Thierno : trous du gruyère (Rayan a copié en entendant que je disais que c'était bien)
S'il reste du temps BONUS	« Tour de magie » Plonger un verre avec un mouchoir dans le fond et observer qu'il ne mouille pas Eventuellement essayer de leur demander pourquoi	*Comme j'ai vu des choses intéressantes dans ce que vous avez colorié, je vais vous faire un tour de magie.*	- 1 aquarium - 1 verre transparent - des mouchoirs en papier	Ils pensent que c'est dû à l'air mais n'arrive pas à expliquer… Lisa : « l'air monte et redescend dans le verre » Séance assez courte mais suffisamment longue car ils n'étaient pas disposés à se concentrer

Séquence sur l'air	Séance 3/4	Mise en évidence de l'action de l'air **NON REALISEE**
Objectif principal de la séquence	Découverte du monde, de la matière	
Compétences visées pour la séance	- reconnaître, nommer, décrire, comparer, ranger et classer des objets selon leurs qualités et leurs usages - adapter son geste aux contraintes matérielles (instruments, supports, matériels) - écouter, interroger, répéter, réaliser un travail ou une activité - échanger, questionner, justifier un point de vue - travailler en groupe, s'engager dans un projet	

Durée	Déroulement	Consignes	Matériel	Bilan
5 min	En **regroupement**, explication de l'activité Différents défis ou le même pour tous les groupes ? - faire avancer la boulette le plus droit possible -faire avancer la boulette le plus vite possible - faire avancer la boulette en se tenant le plus loin possible	*Par groupes de 3 ?, vous allez faire avancer un objet sans y toucher avec les mains en utilisant le matériel à disposition*		
10-15 min	Par **groupes**, les élèves manipulent les outils à disposition pour faire avancer la boulette	*Passer dans les groupes pour leur demander comment la boulette se met en mouvement ?* *Faire naître la réflexion que l'air touche et pousse la boulette pour la faire bouger.* *Pour faire bouger un objet, il faut un contact…* *Il y a quoi entre la boulette et l'éventail ? / Donc l'air touche et pousse la boulette ?*	- boulettes de papier ou billes ou cotillons - éventails - pailles - poire à pipeter - … ? (à multiplier par le nombre de groupes)	
	Temps de débat en regroupement ? Pour avoir un meilleur enregistrement ?			

Séquence sur l'air	Séance 4/4	Le vent **NON REALISEE**
Objectif principal de la séquence	Découverte du monde, de la matière	
Compétences visées pour la séance	- reconnaître, nommer, décrire, comparer, ranger et classer des objets selon leurs qualités et leurs usages - adapter son geste aux contraintes matérielles (instruments, supports, matériels) - écouter, interroger, répéter, réaliser un travail ou une activité - échanger, questionner, justifier un point de vue	

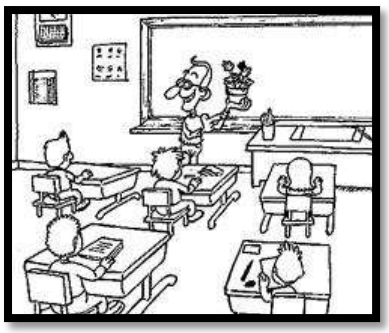
Durée	Déroulement	Consignes	Matériel	Bilan
20 min	Fabriquer une éolienne en papier avec une gommette sur une des ailes	*Découper le papier en suivant les traits* *Coller une gommette sur une aile de l'éolienne* *Ecrire son prénom sur le pot*	- des tiges en bois - des pots en terre remplis de sable - des feuilles de papier cartonné - des gommettes - des attaches parisiennes Pour chaque élève ?	
10 min	Observation d'une éolienne au vent (dehors : aller dans la cours ou les laisser regarder pendant la récré ?) en regardant la gommette tourner	*Pourquoi la gommette change-t-elle de place ? / Pourquoi ça tourne ?* *Qu'est ce que le vent ?* *Il y a quoi « dans » le vent ?* *Est-ce que c'est comme pour la boulette de papier ? L'air peut pousser des objets ?*	- les éoliennes fabriquées	

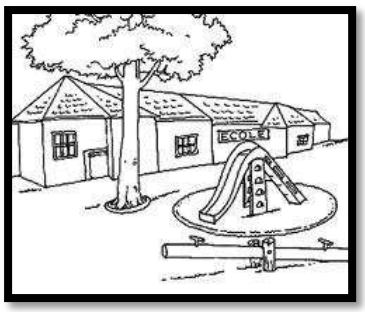
Demander au parent de ramener des pots en terre ?

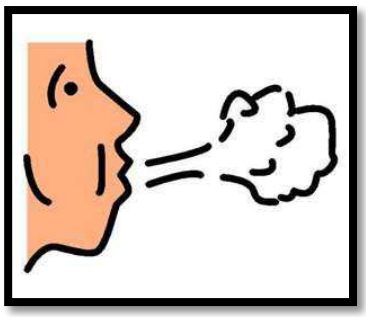
Fiche élève de la séance 3 (trace écrite)

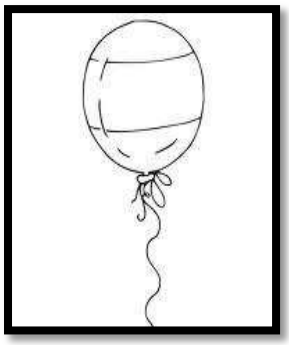
PRENOM :

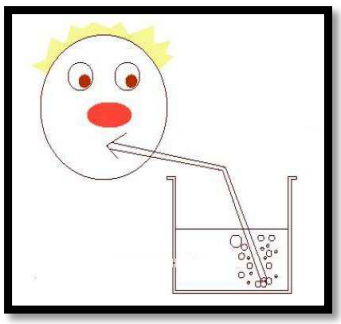
Consigne : Colorie au crayon de couleur où tu penses qu'il y a de l'air.

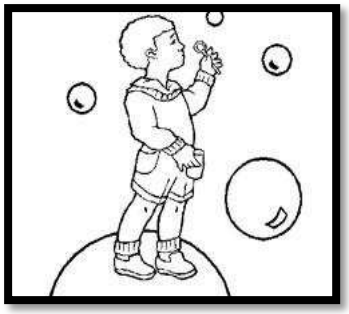


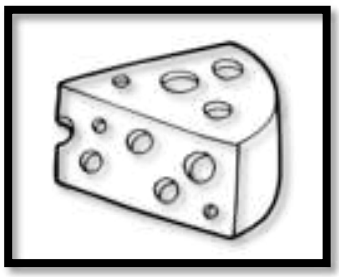






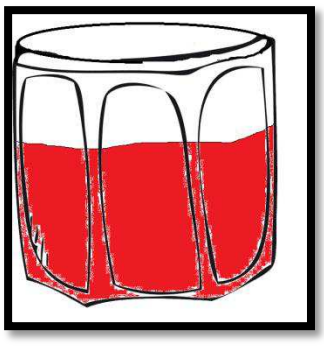












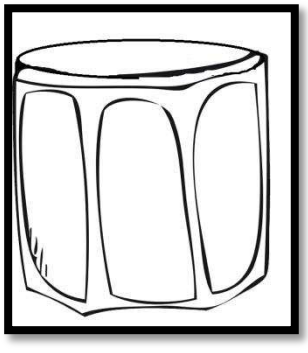


Tableau récapitulatif des réponses des élèves sur le coloriage de l'air (séance 3)

Prénoms	**classe**	**Cour de récré**	**souffle**	**Ballon**	**Bulle dans eau**	**Bulle de savon**	**Gruyère**	**Pot rempli fermé**	**Pot vide fermé**	**Pot rempli ouvert**	**Pot vide ouvert**
F	Partout	Partout	Partout (souffle + autour)	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Bulles	Rien	Couvercle + intérieur	Couvercle + intérieur	Intérieur	intérieur
R	Rien	Partout	Souffle	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Rien	Partout	Rien	Rien	Rien	Partout
T	Rien	Que les objets	Souffle	Rien	Tête + paille + eau + bulles	Bulles + jambes	Rien	Rien	Rien	Petite croix au dessus de la confiture	Rien
L	Au sol, aux 2 extrémités	Partout	Souffle	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Rien	Gruyère	Rien	Rien	Rien	Intérieur
T	Rien	Rien	Souffle	Ballon	Eau + bulles ?	Bulles	Trous du gruyère	Rien	Rien	Intérieur	Intérieur

R	Rien	Rien	Souffle + après (à côté)	Ballon	Eau + bout de la paille + bulles	1 bulle	Rien	Rien	Rien	Rien	Intérieur
O	Rien	Rien	Souffle	Ballon	Paille + eau + bulles	Bulles	Rien	Rien	Couvercle + intérieur	Rien	Intérieur
S	Rien	Que les objets	Souffle	Ballon	Tête	Bulles + garçon	Rien	Rien	Couvercle + intérieur	Rien	Intérieur
A	Rien	Que les objets + sol	Souffle	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Bulles	Rien	Rien	Couvercle + intérieur	Rien	Intérieur
M	Rien	Rien	Souffle	Ballon	Rien	Bulles	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien
O	Partout	Partout	Souffle	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Bulles	Rien	Rien	Intérieur	Rien	intérieur
A	Rien	Rien	Souffle	Rien	Paille	Bulles	Rien	Rien	Rien	Rien	Intérieur
K	Que les objets	Que les objets	Souffle	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	Intérieur	Intérieur
L	Les enfants	Partout	Souffle	Ballon	Rien	Bulles	Rien	Rien	Intérieur	Rien	Intérieur
G	Rien	Rien	Souffle	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Bulles	Rien	Intérieur	Intérieur	Intérieur	Intérieur
B	Rien	Partout	Souffle	Ballon	Paille + eau + bulles	Bulles	Rien	Intérieur	Intérieur	Intérieur	Intérieur

Y	Rien	Partout	Souffle	Ballon	Tête + paille + eau + bulles	Rien	Gruyère	Couvercle + intérieur	Couvercle + intérieur	Intérieur	Intérieur
A	Rien	Partout	Souffle	Ballon	Eau + bulles	Bulles	Rien	Rien	Rien	Rien	Intérieur
R	Rien	Toboggan	Souffle	Ballon	Eau + bulles	Bulles	Trous du ruyère (recopiage)	Rien	Rien	Rien	Intérieur
M	Rien	Partout sauf objets	Souffle	Partout	Partout	Rien	Rien	Rien	Rien	Intérieur	Le haut + à droite
G	Partout	Partout	Partout	Partout	Partout	Rien	Rien	Rien	Rien	Rien	rien
A	Rien	Partout sauf objets + arbre	Souffle	Ballon	Tête + paille	Bulles	Rien	Rien	Rien	Intérieur	Partout
T	Rien	Partout sauf objets + arbre	Souffle	Ballon	Tête + paille	Bulles	Rien	Rien	Rien	Intérieur	intérieur

Séquence Sciences	**P2**	Séance 1/3	L'air comme matière – évaluation diagnostique	CM1-CM2
Pré-requis		Concept d'air - matière		
Objectif principal de la séquence		Comprendre que l'air étant de la matière a une masse		
Compétences visées pour la séance		- traduire le concept de l'air comme matière - l'air est partout, incolore, inodore mais il peut se sentir (vent) - l'air est un mélange de gaz - penser et appliquer une démarche d'investigation pour répondre à un problème scientifique		
Modalités		Travail individuel et en groupes de 4-5		50'
Matériel		- fiches questionnaire élèves (X26) // fiche avec vignettes à colorier (Dawson) - affiches A3 - feutres - aimants		

	Déroulement	Consignes	Différenciation
5'	Explication de la nouvelle séquence sur l'air	Vous avez déjà travaillé sur l'air en CE2 mais je veux voir ce que vous avez retenu.	
10'	*Travail individuel :* Sur fiche, recueil des conceptions des élèves sur l'air		Dawson : proposer la fiche de GS si c'est trop laborieux de devoir écrire plusieurs lignes pour répondre aux questions
10'	*Comparaison des différents états de la matière :* Petit rappel des états solides/liquides et gazeux ainsi que leurs caractéristiques pour aboutir au fait que <u>la matière quelque soit son état possède une masse</u>	Remplir un tableau des états de la matière avec des « objets courants » pour définir les points communs et différences entre les différents états de la matière	
25'	*Travail en groupe :* Dresser la question, les hypothèses, imaginer des expériences, le matériel, le déroulement, les résultats attendus sur une affiche 4 groupes de 4 et 2 groupes de 5	L'air est de la matière alors peut-on le peser ? Comment mesurer/ peser la masse de l'air ?	Dawson : avec les CM1 Marion et Sarah : pas ensemble
Critère de réussite : assimiler l'air comme un gaz omniprésent tout autour de nous. // coloriage : difficulté de représenter l'air (3D) sur un dessin en 2D : colorier toutes la case ou entre les objets			
BILAN : Beaucoup avait fait l'expérience de la pesée du ballon de foot voire du ballon de baudruche (?) Beaucoup d'excitation, travail en groupe difficile à gérer : peu productif Le terme masse n'a pas été bien compris Coloriage pour Dawson et non un travail de réflexion dans un premier temps (distribution d'une deuxième feuille)			

Exercice 1 : Coche si l'affirmation est vraie ou fausse.

Affirmations	**VRAIE**	**FAUSSE**
Il y a de l'air dans un pot de confiture vide et fermé.		
Il y a de l'air dans un pot de confiture vide et ouvert.		
Il y a de l'air dans un pot de confiture plein et fermé.		
Il y a de l'air dans un pot de confiture plein et ouvert.		
Dans les bulles de savon, il n'y a pas d'air.		
Dans les bulles d'eau, il y a de l'air.		
Les trous du gruyère sont vides.		

Exercice 2 : Réponds en justifiant aux questions suivantes.

a) Y a-t-il de l'air dans la salle de classe ? Si oui, où en trouve-t-on dans la salle de classe ?

……

……

b) Y a-t-il de l'air dans la cour de récréation ? Si oui, où en trouve-t-on dans la cour de récréation ?

……

……

c) Quand tu souffles dans la classe, qu'est ce qui sort de ta bouche ? Où va ce que tu souffles ?

……

……

d) Qu'est ce que l'air ?

……

……

e) Est-ce que l'air a une masse comme tous les liquides et les solides ?

……

……

Séquence Sciences	**P2**	Séance 2/3	L'air pesant – réalisation des expériences **NON REALISEE !**	CM1-CM2
Pré-requis		Concept d'air - matière		
Objectif principal de la séquence		Comprendre que l'air étant de la matière a une masse		
Compétences visées pour la séance		- mener à bien une démarche d'investigation - écrire un compte rendu d'expérience sous forme d'affiche - exposer son travail à la classe - réaliser une expérience scientifique en suivant un protocole préalablement établi - comprendre que l'air à une masse / être capable de montrer expérimentalement que l'air est pesant - mesurer une masse à l'aide de balances (Roberval, électronique…)		
Modalités		Travail en groupe et mise en commun collective		50'
Matériel		- à définir suite à la séance 1		

	Déroulement	Consignes	Différenciation
5'	Rappel des états de la matière du caractère pesant de la matière gazeuse air + questionnement pour le peser Exposé des expériences imaginées la semaine passée	J'ai regardé les expériences que vous avez proposées la semaine dernière et j'en ai sélectionné … pour que vous les réalisiez aujourd'hui.	
20'	*Travail en groupe :* Réalisation des expériences En fonction du nombre d'expériences différentes, plusieurs groupes peuvent travailler sur la même pour comparer par la suite	Comment peser l'air ? Quelle est la masse de l'air ?	
10'	*Travail en groupe* : ***(filmer + enregistrer)*** Réalisation d'une affiche pour décrire l'expérience et donner au groupe les résultats obtenus + un secrétaire qui prend en note les observations et les résultats obtenus		
15'	*Mise en commun :* Les différents groupes passent présenter leurs affiches de la séance dernière Temps de débat questionnement : est ce que ça permet de mesurer la masse de l'air	Comment peser l'air ?	
Critère de réussite : proposer une expérience permettant de peser une quantité d'air.			
BILAN :			

Séquence Sciences	**P2**	Séance 3/3	L'air pesant – réinvestissement + trace écrite **NON REALISEE !**	CM1-CM2
Pré-requis		Concept d'air - matière		
Objectif principal de la séquence		Comprendre que l'air étant de la matière a une masse		
Compétences visées pour la séance		- connaître le fonctionnement de l'équilibre d'un pendule - assimiler l'air à de la matière pesante - formuler des hypothèses au vue d'une expérience - faire un schéma ou dessin d'observation (hypothétique)		
Modalités		Travail individuel puis collectif		50'
Matériel		ballons de baudruches / baguettes avec accroches sur le côté / ficelle / punaises ou cutter		

	Déroulement	Consignes	Différenciation
5'	Rappel des deux premières séances		
20'	*Travail collectif : Présentation du dispositif expérimental* Réalisation du mobile avec deux ballons de baudruche	Comment montrer que l'air est pesant ?	
10'	*Travail individuel :* Faire des hypothèses et représenter le résultat attendu par un dessin et une phrase d'explication	Que va-t-il se passer si je fais exploser un des ballons ? Pourquoi ?	
15'	Réalisation en classe entière de l'expérience, mise en commun collective. Rédaction d'une *trace écrite* pour clore la séquence sur le concept d'air matière pesante. (Air = gaz = matière // Solide/liquide/gaz => matière => masse)		

Critère de réussite : anticiper que l'équilibre va être rompu à cause de la masse de l'air du ballon « restant ».

BILAN :

Séquence Sciences	**P2**	Séance 2/3	L'air pesant – réalisation d'une expérience **REALISEE LE 10/01/13**	CM1-CM2
Pré-requis		Concept d'air - matière		
Objectif principal de la séquence		Comprendre que l'air étant de la matière a une masse		
Compétences visées pour la séance		- écrire un compte rendu d'expérience - exposer son travail à la classe - comprendre que l'air à une masse / être capable de montrer expérimentalement que l'air est pesant - connaître le fonctionnement de l'équilibre d'un pendule - formuler des hypothèses au vue d'une expérience - faire un schéma ou dessin d'observation		
Modalités		Travail en groupe pour les exposés puis individuel sur le compte rendu de l'expérience		70'
Matériel		affiches A3 des expériences des élèves / fiches compte rendu d'expérience / 2 ballons de baudruche / mobile avec tige en bois, accroches aux extrémités et ficelle suspendue au milieu		

	Déroulement	Consignes	Différenciation
5'	Rappel des états de la matière du caractère pesant de la matière gazeuse air + questionnement pour le peser Exposé des expériences imaginées la semaine passée	J'ai regardé les expériences que vous avez proposées la semaine dernière et vous allez les présenter aux autres et expliquer comment vous pèseriez l'air	
40'	Les différents groupes passent présenter leurs affiches de la séance dernière Temps de débat questionnement : est ce que ça permet de mesurer la masse de l'air	Comment peser l'air ? Est-ce que ça marchera ? Est-ce que ça sera plus lourd ou plus léger ? (dans le cas des balances à plateaux)	Essayer de faire parler tous les élèves
10'	Explication de l'expérience que je propose avec le mobile en équilibre Lecture et explication de la feuille compte rendu Schéma du dispositif sur la feuille Formulation d'une ou des hypothèses	Nous allons voir en quoi cette expérience permet de montrer que l'air a une masse Vous allez dessiner le dispositif de l'expérience Qu'est ce qu'une hypothèse ? Vous allez écrire ce que vous pensez qu'il va se passer quand je vais percer le ballon rose.	Circuler pour s'assurer que ce sont bien des hypothèses qu'ils proposent
15'	Réalisation de l'expérience Rédaction d'une phrase pour décrire le résultat de l'expérience et expliquer scientifiquement ce résultat	Pourquoi pouvons-nous dire que cette expérience a permis de montrer que l'air était pesant ?	
Critère de réussite : anticiper que l'équilibre va être rompu à cause de la masse de l'air du ballon « restant ».			
BILAN : Phase de présentation des affiches très intéressante : la question de « est ce que l'air enlève du poids ou en rajoute a été débattue » L'expérience du pendule fonctionne bien, les élèves ont tous prévu le déséquilibre du mobile quand on perce un des ballons			

Séquence Sciences	**P2**	Séance 3/3	L'air pesant – réalisation d'une expérience **REALISEE LE 17/01/13**	CM1-CM2
Pré-requis		Concept d'air - matière		
Objectif principal de la séquence		Comprendre que l'air étant de la matière a une masse		
Compétences visées pour la séance		- comprendre que l'air à une masse		
Modalités		Correction collective et copie individuelle de la trace écrite		40'
Matériel		affiches A3 des expériences des élèves / fiches compte rendu d'expérience / 2 ballons de baudruche / mobile avec tige en bois, accroches aux extrémités et ficelle suspendue au milieu		

	Déroulement	Consignes	Différenciation
5'	Rappel collectif des deux premières séances sur l'air		
10'	Distribution de l'évaluation diagnostique faite avant les vacances Autocorrection des représentations initiales	Vous allez relire ce que vous aviez fait lors de la première séance sur l'air et si vous voulez changer vos réponses, vous pouvez vous corriger au crayon de bois	
10'	Correction collective de l'évaluation diagnostique	Avec votre crayon vert, prenez la correction	
15'	Rédaction d'une *trace écrite* pour clore la séquence sur le concept d'air matière pesante. (Air = gaz = matière // Solide/liquide/gaz => matière => masse) Rendre les affiches de groupes + comptes rendu d'expérience	Vous pouvez ranger toutes les fiches sur l'air dans votre classeur/pochette ?	Prévoir des copies tapuscrites pour les élèves les plus lents à écrire (car sciences en fin de journée)
Critère de réussite : assimile l'air à de la matière au même titre que les liquides et solides. Et donc, l'air a une masse que l'on peut peser.			
BILAN : RAS			