

**BAILLY
MORGUE
Geneviève
PE2 / groupe 9**

**FRANCOIS
COTILLARD
Marie-Christine
PE2 / groupe 9**

**« Peut-on éduquer les enfants à la protection de
l'environnement, et en particulier à celle de l'eau, au travers de
la démarche scientifique ? »**



Directrice de mémoire : Madame Casenave

**2005 2006
IUFM de Versailles
Centre de Saint-Germain**

Nous tenons à remercier très chaleureusement :

- Mme Michèle Casenave, notre directrice de mémoire, pour la qualité de sa formation et de ses conseils, ainsi que pour sa grande disponibilité tout au long de notre mémoire.
 - Mme Corinne Giardi, qui nous a accueillies dans sa classe, pour la qualité de son accueil, pour son aide constante et efficace aux cours de nos séances, pour son enthousiasme et son investissement personnel pour la préparation de l'exposition finale.
-

Sommaire

Introduction.....	2
1 Partie théorique.....	3
1.1 L'éducation à l'environnement.....	3
1.1.1 Pourquoi une éducation à l'environnement ?.....	3
1.1.2 Historique du concept d'éducation à l'environnement	3
1.2 L'approche scientifique.....	5
1.2.1 Historique de l'enseignement des sciences.....	5
1.2.2 La démarche scientifique au service de l'éducation à l'environnement.	7
1.3 Choix pédagogiques	7
1.3.1 Le thème de l'eau	7
1.3.2 La démarche d'investigation.....	8
1.4 Notre confrontation à la réalité.....	9
2 Partie pratique.....	10
2.1 Description du cadre de mise en œuvre du projet.....	10
2.1.1 Le lieu.....	10
2.1.2 La période.....	10
2.2 Description de la séquence	10
2.3 Analyse du déroulement de la séquence.....	12
2.3.1 Séance 1 : les utilisations de l'eau	12
2.3.2 Séance 2 : eau douce, eau potable.....	14
2.3.3 Séance 3 : le circuit de l'eau dans la ville.....	16
2.3.4 Séance 4 : fonctionnement du château d'eau.....	20
2.3.5 Séance 5 : Expériences sur le « nettoyage » de l'eau.....	23
2.3.6 Séance 6 : Visionnage de la cassette « Attention Planète Fragile » (« C'est pas sorcier »).....	26
2.3.7 Séance 7 : Le coût et la consommation d'eau.....	27
2.3.8 Séance n°8 : Adopter un comportement citoyen vis-à-vis de l'eau	28
2.3.9 Séance n°9 : Evaluation finale.....	29
2.4 Conclusion	32
3 Bibliographie	33
Annexes	33

Introduction

L'éducation des enfants à la protection de l'environnement est un thème qui nous tient à cœur depuis longtemps. En effet, nous sommes toutes les deux mères de famille, et nous soucions de l'état dans lequel nous allons laisser la planète aux générations futures. Notre souci est renforcé par les nombreuses alertes émises par les scientifiques depuis plusieurs années, et qui s'accroissent aujourd'hui. De plus, nous habitons dans le Parc Naturel de la Haute Vallée de Chevreuse, et nous ne pouvons donc pas ignorer les agressions constantes que subit l'environnement.

Pourquoi avoir choisi plus particulièrement le thème de l'eau ?

Tout d'abord parce que l'eau est présente dans notre vie quotidienne, « source de vie », indispensable à l'agriculture et à l'industrie, mais aussi parce qu'elle est de plus en plus polluée, coûteuse, symbole d'inégalités et devient un enjeu planétaire. Ensuite, parce que ces thèmes sont porteurs d'une éducation à l'environnement et concernent forcément les enfants, permettant de les impliquer dans un apprentissage de savoirs et comportements responsables et citoyens.

Etant nous-mêmes de formation scientifique, nous avons l'intuition que la démarche scientifique était un bon vecteur d'apprentissage et de sensibilisation des élèves à la protection de l'environnement. Aussi avons-nous souhaité mettre ce sentiment à l'épreuve de la réalité dans une classe.

Le sujet de notre mémoire s'est alors imposé de lui-même : « Peut-on éduquer les enfants à la protection de l'environnement, et en particulier à celle de l'eau, au travers de la démarche scientifique ? ».

Mais ce n'est pas parce que nous avons les connaissances scientifiques nécessaires que nous savions nécessairement les faire acquérir à de jeunes élèves. Nous avons donc commencé par nous documenter sur les démarches que propose la didactique des sciences. Ceci est l'objet de la première partie de notre mémoire.

Avec l'aide de notre directrice de mémoire, et en nous appuyant sur la formation reçue à l'I.U.F.M., nous avons alors été en mesure de bâtir une séquence. Nous l'avons mise en place dans une classe de CM2, ce qui nous a permis de vérifier si notre hypothèse de travail était correcte. La seconde partie du mémoire décrit ce cheminement.

1 Partie théorique

1.1 *L'éducation à l'environnement*

1.1.1 Pourquoi une éducation à l'environnement ?

La protection de l'environnement et le devenir de notre planète constituent une préoccupation majeure du XXI^{ème} siècle. Depuis de nombreuses années, les scientifiques nous alertent sur les dangers de la course au confort et du développement « sauvage ». Le risque s'accroît encore de nos jours avec le développement des pays émergents. Il existe actuellement une prise de conscience générale sur les dangers encourus et sur la nécessité de mieux maîtriser le développement. A tel point que l'éducation à l'environnement semble aujourd'hui relever de l'évidence. L'école détient alors un rôle majeur l'éducation des jeunes générations à cette notion d'environnement, afin de :

- leur transmettre des valeurs éthiques,
- leur permettre de construire des savoirs indispensables à la compréhension du rôle et de l'action de l'homme sur son milieu,
- les aider à adopter des comportements et des attitudes citoyens.

L'éducation à la citoyenneté est un des rôles incontestés de l'école. L'éducation à l'environnement, devenue un devoir civique, trouve donc tout naturellement sa place au sein de celle-ci. C'est ce qu'affirment les programmes 2002, en insistant plus particulièrement sur le caractère transdisciplinaire de cette éducation : « (elle) est l'occasion d'une véritable approche pluridisciplinaire, mettant en synergie tous les champs d'apprentissage, en particulier les apports des sciences, de la géographie, de l'histoire, de l'éducation civique, de l'éducation physique et sportive, des arts plastiques, en présentant des situations propres à développer la maîtrise de la langue » ([2] Document d'application des programmes. Sciences et technologie cycle 3).

1.1.2 Historique du concept d'éducation à l'environnement

Evolution du concept d'environnement :

Le mot « environnement » n'est réellement apparu qu'en 1921 lorsque le géographe Vidal de la Blache le définit en tant que terme technique de géographie désignant le résultat de l'action de l'homme sur ce qui l'entoure. Puis la définition de ce terme s'élargit considérablement. Lors de la conférence de Stockholm en 1972, le « construit humain » est inclus dans l'environnement défini comme « ce qui regarde les modes de vie de l'homme dans un milieu naturel ou artificiel ».

« En 1977, la conférence de Tbilissi insiste sur l'interdépendance économique, politique et écologique du monde moderne. Elle accorde une grande importance à la responsabilité de chacun et à la solidarité entre les nations... Si l'environnement est resté longtemps une préoccupation des sociétés pourvues, en 20 ans on passe de l'idée d'environnement à celle de développement. Un développement qui se veut durable. » ([6] Environnement et citoyenneté. Dominique Gillet).

En 1992, le Conseil National des Programmes définit l'environnement comme « l'ensemble des relations d'interdépendance existant entre l'homme et les composantes physiques, chimiques, biologiques, écologiques, sociales et culturelles du milieu ».

Mise en place de l'éducation à l'environnement :

Le concept d'éducation à l'environnement a suivi la même évolution que celui d'environnement. Les textes fondateurs incitent progressivement à passer d'une simple étude du milieu à une véritable éducation à l'environnement.

- **1971** : la circulaire du 1^{er} avril invite à mettre l'accent « sur tous les aspects qui aideront l'élève à prendre conscience de la place de l'homme dans la biosphère, à réfléchir à son comportement dans la nature et d'une manière générale le prépareront à reconnaître ses responsabilités dans le milieu auquel il appartient ».
- **1977** : « Charte » de l'éducation à l'environnement publié par R. Haby. Elle formule des objectifs précis : développer une attitude d'observation, de compréhension et de responsabilité à l'égard de l'environnement.
- **1983** : un protocole est signé entre le ministère de l'Education Nationale et celui de l'Environnement pour apporter un soutien spécifique aux Projets d'Actions Educatives (PAE) relatifs à l'environnement.
- **1993** : la circulaire n°93-118 du 25 février relative aux classes d'environnement du primaire confirme qu'il revient à l'école de faire découvrir aux enfants l'importance de l'environnement.
- **1995** : Bien qu'ayant encore du mal à trouver une vraie place à l'école, l'éducation à l'environnement est présente dans les programmes de 1995. Elle apparaît dans la construction des compétences transversales des 3 cycles.
- **2002** : Les programmes font explicitement référence à cette éducation qui se fait à travers différents domaines ou disciplines. Aux cycles 1 et 2 les domaines « vivre ensemble » et « découverte du monde » sont l'occasion de sensibiliser les élèves aux problèmes de l'environnement. Au cycle 3, on retrouve cette sensibilisation dans trois disciplines : l'éducation civique, la géographie et les sciences expérimentales.
- **2004** : la circulaire du 8 juillet rappelle le rôle déterminant de l'école dans la formation initiale des élèves à l'éducation à l'environnement. Elle « vise à donner une dimension pédagogique nouvelle à l'éducation à l'environnement en l'intégrant dans une perspective de développement durable. Elle s'inscrit dans la stratégie nationale en faveur du développement durable, adoptée par le Gouvernement en juin 2003 »... « **À l'école**

primaire, l'éducation au développement durable est fondée sur l'acquisition de connaissances et de comportements ancrés dans une démarche d'investigation des problématiques liées à l'environnement.

Les programmes de l'école primaire arrêtés le 25 janvier 2002 fournissent de nombreuses occasions d'aborder les questions se rapportant à l'environnement et au développement durable ». ([3] Circulaire N° N°2004-110 du 8-7-2004). Cette dernière circulaire montre toute l'importance que notre société accorde aujourd'hui aux questions environnementales.

1.2 L'approche scientifique

1.2.1 Historique de l'enseignement des sciences

Comme le montre l'article "Histoire de l'enseignement des sciences", disponible sur le serveur www.inrp.fr/lamap le souci de la formation scientifique est l'une des constantes de l'école primaire en France depuis le milieu du XIX^e siècle.

Préparée par les grandes lois intervenues au cours du 19^{ème} siècle et par la création dans les écoles primaires de bibliothèques comportant des récits et ouvrages de vulgarisation scientifiques, l'introduction d'une formation scientifique dans les programmes de l'école primaire en France se fait dès les débuts de la 3^{ème} république.

- **1882** : la loi prévoit un enseignement « d'éléments de sciences naturelles, physiques et mathématiques, leur application à l'agriculture, à l'hygiène, aux arts industriels, aux travaux manuels et usage des outils des principaux métiers ».
- **1887** : dans un décret du 18 janvier apparaît l'expression "leçons de choses" (« l'instruction primaire élémentaire comprend les leçons de choses et les premières notions scientifiques »).
- **1923** : l'arrêté du 23 février précise dans le premier degré les horaires des "*sciences physiques et naturelles*" ; les instructions officielles demandent d'appliquer une méthode expérimentale, d'enseigner par l'action.
- **1938,1945 et1956** : Les textes parus en confirment, selon des modalités diverses, la présence d'une formation scientifique à l'école primaire.
- **1970** : l'enseignement des sciences devient une « discipline d'éveil », au même titre que l'histoire ou la géographie. L'attitude scientifique, rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages sont alors les objectifs d'une démarche fondée sur l'expérimentation, revendiquée par Giordan, De Vecchi et Astolfi. Les conceptions premières des élèves sont alors utilisées comme « point d'ancrage » pour la construction des savoirs. Mais ce mouvement est rejeté, les disciplines d'éveils apparaissant comme indépendantes des apprentissages "instrumentaux", parler, lire, écrire, compter. Au fil des années l'opinion publique, comme les décideurs, insistent sur la nécessité de "recentrer" l'école sur ses missions premières.

- **1996** : Opération « **la main à la pâte** ». Suite au constat des limites importantes de la notion d'éveil à l'école élémentaire, ainsi que de la mauvaise image des sciences chez les étudiants, Georges Charpak, prix Nobel de Physique, lance en 1996 l'opération « la main à la pâte ». Cette opération vise à promouvoir l'enseignement des sciences dès l'école primaire en s'appuyant sur plusieurs principes forts, susceptibles de rendre son enseignement plus efficace :
 - appuyer les séances sur la prise en compte de la curiosité des enfants face au monde et des questions qu'ils se posent,
 - chercher avec eux des éléments de réponse en expérimentant,
 - en parler et leur faire rédiger le tout sur un cahier d'expériences (contribution aux apprentissages fondamentaux),
 - sortir l'école de son isolement en réalisant des opérations de partenariat avec des pôles scientifiques.

On retrouve, dans la démarche préconisée par G. Charpak, l'héritage de Giordan, De Vecchi et Astolfi :

L'investigation menée par les élèves est au cœur du processus didactique. Elle lie l'expérimentation et la construction des connaissances, basées sur les conceptions premières des élèves que l'enseignant transforme puis structure progressivement. « En laissant émerger les représentations,, en les faisant confronter, en essayant de critiquer et de remettre en cause celles erronées (ou incomplètes) par des comparaisons, des analyses, à travers des documents, des expériences, des activités de recherche, on s'aperçoit que l'on peut arriver à une véritable construction de savoirs » ... « Il est indispensable que chaque enfant prenne conscience de ses propres représentations et du fait que celles-ci ne sont pas systématiquement les mêmes que celles de ses camarades » ([4] L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ? De Vecchi G., Giordan A).

Il faut noter également que « le tâtonnement expérimental et la communication apparaissent comme deux exigences complémentaires chez le jeune enfant. Celui-ci n'accède pas nécessairement à la pensée scientifique lorsqu'il agit, mais lorsqu'il est obligé de recourir à la fonction symbolique (langue ou schéma) pour communiquer ce qu'il pense avoir découvert » (H. Host, cité dans [5] « Comment les enfants apprennent les sciences », Astolfi J.P., Peterfalir B., Verin A.).

- **2000** : En juin est adopté le **Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole (PRESTE)**, qui permet de généraliser les acquis de l'opération « La main à la pâte ».
- **2002** : les nouveaux programmes s'inscrivent directement dans la logique de ce plan.

1.2.2 La démarche scientifique au service de l'éducation à l'environnement.

La démarche scientifique est particulièrement bien adaptée à l'éducation des enfants à l'environnement. En effet, la responsabilité et le respect de l'environnement ne peuvent pas être traités à travers l'éducation civique seule, ni se limiter à l'acquisition de connaissances spécialisées, aussi nécessaires soient-elles. Toutes les recherches en pédagogie montrent que l'enfant doit être acteur de ses apprentissages par une démarche appropriative (théorie constructiviste). A travers la démarche d'investigation telle que proposée par G. Charpak dans l'opération « la main à la pâte », on entre dans cette démarche : elle se base sur une représentation initiale défailante des élèves, pour accéder, grâce à des recherches, à un niveau de connaissances supérieur et à des données vérifiables dans la réalité.

L'élève prend conscience de ses conceptions premières, les confronte avec ses pairs ou avec la réalité, accomplit un effort personnel de mise en question de ses représentations premières et les transforme progressivement.

La circulaire n°2004-110 du 8 juillet 2004 « Généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable » [3] est sans ambiguïté sur la démarche à adopter pour cette éducation. L'acquisition de connaissances et de comportements doit se faire à travers la démarche d'investigation, en cohérence avec la démarche scientifique issue du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. De plus, il est demandé de privilégier « des situations concrètes qui développeront chez les élèves la sensibilité, l'initiative, la créativité, le sens des responsabilités et de l'action ».

1.3 Choix pédagogiques

1.3.1 Le thème de l'eau

Le thème de l'eau s'est imposé naturellement d'une part pour des raisons d'intérêt propre, que nous avons développées dans l'introduction, et d'autre part par car il fait partie des programmes 2002, dans la discipline « sciences et technologie » au Cycle 3.

La « qualité de l'eau » est un des points du programme, les compétences spécifiques à faire acquérir étant d' « être capable de montrer expérimentalement que les substances vivantes ou inertes ne sont pas arrêtées par les filtres domestiques. Savoir que dans la nature ces substances peuvent se retrouver dans les eaux souterraines » ([2]).

Nous avons donc choisi de nous inscrire dans cette partie des programmes, en proposant comme sujet d'étude « le circuit de l'eau dans la ville », avec les aspects d'épuration, de traitements, de distribution et de coût de l'eau. Ceci nous paraissait propice à la construction de choix raisonnés et responsables, soulignée dans les programmes. En effet,

ce sujet permet d'impliquer facilement les enfants, il est porteur de sens pour eux car il concerne leur gestes et comportements quotidiens.

1.3.2 La démarche d'investigation

Pour aborder ce thème, nous avons cherché à appliquer la démarche d'investigation basée sur le schéma recommandé depuis plusieurs années par les didacticiens et spécialistes :

Formulation des représentations premières -> confrontation aux pairs ou à la réalité -> investigation -> structuration des connaissances.

Nous avons choisi deux possibilités d'investigation scientifique : la démarche expérimentale et la recherche documentaire.

La démarche expérimentale :

Elle est souvent définie à partir d'un modèle appelé OHERIC : Observation -> Hypothèse -> Expérimentation -> Résultats -> Interprétation -> Conclusion. L'intérêt principal de cette démarche est que les élèves vérifient eux-mêmes leurs hypothèses en réalisant des expériences.

Cependant, ce n'est pas la seule démarche possible. Certains auteurs préconisent d'ajouter une étape préalable. Selon V. Host, cité dans l'ouvrage ([5] Comment les enfants apprennent les sciences), « La démarche scientifique débute par l'explicitation d'un problème. Il ne suffit pas de s'étonner et de se poser des questions, il faut encore trouver un mode de formulation qui donne prise à l'observation et à l'expérimentation ».

Nous avons pu mettre en œuvre avec succès cette dernière démarche dans les séances portant sur le fonctionnement des châteaux d'eau (séance n° 4 : le problème est d'arriver à alimenter en eau les étages d'un immeuble) et sur l'épuration de l'eau (séance n°5 : le problème est que l'on dispose d'une eau sale que l'on aimerait rendre propre). Il est à noter que l'expérience directe n'étant pas toujours possible (par exemple dans le cas du château d'eau), nous avons également eu recours à de la modélisation. Nous avons également utilisé cette démarche, mais de manière plus succincte, lors de la séance sur la consommation de l'eau, afin que les élèves découvrent par eux-mêmes les économies que l'on peut réaliser en adaptant son comportement dans différents aspects de la vie quotidienne (brossage des dents, lavages des mains, par exemple).

Cette démarche ne peut cependant pas être utilisée sur l'ensemble du projet. Il ne paraît pas réaliste de rendre compte d'un phénomène aussi vaste que le trajet de l'eau dans la ville uniquement par l'expérimentation. Il fallait donc ajouter d'autres biais d'investigation afin d'arriver à une représentation claire de ce sujet.

La recherche documentaire :

Cette démarche vient compléter ou remplacer la dimension expérimentale. Elle fait partie de la démarche scientifique, mais la confrontation au réel, au lieu de se faire à travers des expériences, peut s'effectuer grâce à des documents. Cette démarche obéit également à l'idée d'investigation.

Nous l'avons mise en œuvre pour l'étude du coût de l'eau à partir d'une facture et de la consommation d'eau (séance n°7).

1.4 Notre confrontation à la réalité...

Nous avons essayé de mettre en pratique dans ce projet une partie des théories que la didactique des sciences a apportées depuis quelques années, et de voir en quoi elles permettent de répondre aux objectifs des programmes en matière d'éducation à l'environnement. Plus largement, nous souhaitons voir si la démarche scientifique peut contribuer au développement chez les élèves d'un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement (et plus précisément par rapport à l'eau).

2 Partie pratique

2.1 Description du cadre de mise en œuvre du projet

2.1.1 Le lieu

Le projet a été mis en œuvre dans une classe de CM2 (23 élèves dont 18 garçons) de l'école élémentaire du Bois de la Garenne à Voisins-le-Bretonneux, dans la ville nouvelle de Saint Quentin en Yvelines (78). L'école se situe dans une zone relativement favorisée socio culturellement. Le projet d'école concernant « L'éducation à l'environnement et au développement durable », le sujet de notre mémoire a été particulièrement bien accueilli.

De plus, l'enseignante de cette classe se passionnant pour les sciences, les élèves étaient déjà formés à la démarche scientifique, avaient l'habitude du travail en groupe, ce qui a constitué un cadre très favorable pour la mise en place de nos séances. Sa présence constante et efficace, son implication dans le projet même en dehors de nos visites (réalisation d'affiches, préparation de l'exposition, ...) ont constitué une aide précieuse tout au long de la mise en œuvre de notre mémoire.

Pour son travail en sciences, chaque élève possédait :

- un carnet de sciences, dans lequel noter ses observations, ses idées, ses remarques, ses expériences,
- un cahier de sciences, dans lequel figurait la synthèse des séances.

2.1.2 La période

La mise en place de notre projet s'est déroulée entre mi-novembre 2005 et fin janvier 2006, pendant les plages de travail autonome accordées par l'I.U.F.M.

2.2 Description de la séquence

Objectif Général (éducation civique) : Avoir compris et retenu la responsabilité que nous avons à l'égard de l'environnement (note : en particulier l'eau, pour cette séquence).

Objectif spécifique : Prendre conscience de la complexité de l'environnement et de l'action exercée par l'homme sur celui-ci, dans le domaine de l'eau.

Formulation finale (de l'enseignant) : « Avoir compris que l'eau potable est une ressource précieuse, qu'il faut économiser, protéger (ne pas polluer) et qu'il faut transmettre ces valeurs aux autres ».

Cette séquence se compose de 9 séances de 1h30 environ, complétée par une exposition finale présentée aux autres classes et aux parents des élèves de ce CM2.

Ce découpage prend en compte nos choix pédagogiques concernant la progression, nos objectifs liés au mémoire, mais également nos contraintes horaires. Les objectifs de chacune des séances sont les suivants :

- 1^{ère} séance : Identifier et distinguer les différentes catégories d'utilisation de l'eau par l'homme : à la maison / dans la ville / hors de la ville.
- 2^{ème} séance : Prendre conscience de la rareté de l'eau douce utilisable sur la planète, comprendre la notion d'eau potable et la notion de qualité de l'eau.
- 3^{ème} séance : Connaître le fonctionnement du circuit de l'eau : rivière – maison – rivière, avec ses différentes étapes. Distinguer les notions d'eau potable, d'eau propre et d'eau épurée.
- 4^{ème} séance : Comprendre le fonctionnement du château d'eau.
- 5^{ème} séance : Découvrir expérimentalement quelques procédés pour rendre une eau sale plus limpide. Comprendre que les filtres domestiques usuels ne suffisent pas à l'obtention d'une eau potable.
- 6^{ème} séance : Structurer et mémoriser les connaissances acquises lors des 5 dernières séances. Comprendre que le traitement de l'eau et l'épuration de l'eau demandent de nombreuses étapes complexes.
- 7^{ème} séance : Connaître le coût de l'eau et identifier les éléments de ce coût. Connaître quelques chiffres de consommation d'eau domestique.
- 8^{ème} séance : Rechercher quelques moyens d'économiser l'eau dans les situations quotidiennes. Etablir une charte de comportement vis-à-vis de l'eau.
- 9^{ème} séance : Evaluation finale.

Après deux séances « introductives » où les élèves ont réfléchi sur les différentes utilisations de l'eau par l'Homme ainsi que sur la rareté de l'eau douce et sur la notion d'eau potable, nous sommes parties d'une évaluation des pré-acquis (conceptions initiales) des élèves concernant l'origine de l'eau arrivant au robinet, et ce qu'elle devient lorsqu'elle quitte la maison une fois sale. Nous avons alors cherché à faire évoluer ces connaissances initiales en plusieurs étapes :

- Confrontation des représentations des élèves entre eux, mise en évidence de contradictions, résolution des conflits (d'abord en groupes puis collectivement),
- Démarche expérimentale (questionnement, réflexion sur l'utilisation de dispositifs, réalisation et explication par les élèves de ce qui a marché et de ce qui n'a pas marché, compréhension collective des raisons...) pour comprendre le fonctionnement du château d'eau (mise en évidence expérimentale du rôle de l'altitude, sans aller jusqu'à la notion de pression qui est hors programme), puis pour la recherche de moyens de nettoyer une eau sale,
- Démarche d'investigation documentaire : travail sur la consommation (étude de facture, enquête de consommation domestique).

Nous avons conclu cette séquence par une séance d'éducation civique, permettant d'une part de mener avec eux une réflexion sur les comportements à adopter vis-à-vis de l'eau, et d'autre part de vérifier l'appropriation des connaissances et savoirs faire par les élèves.

Ces temps de découverte et d'apprentissage ont été complétés par des temps où l'on revenait sur les connaissances vues auparavant (remise en contexte systématique, visionnage de la cassette de « C'est pas sorcier » sur l'eau) afin de permettre une structuration des connaissances vues lors des séances précédentes.

Nous avons essayé dans la mesure du possible de bâtir notre séquence et nos séances en respectant les principes initiaux de « la main à la pâte ». Que la séance contienne des expériences ou non, nous avons axé le travail sur la verbalisation par les élèves de tout le processus : argumentation et raisonnement, mise en commun, discussion des idées et des résultats... Ces phases de verbalisation (en groupes d'élèves et/ou collective) ont constitué le principal du temps de nos séances.

2.3 Analyse du déroulement de la séquence

Pour chacune des séances présentées ci-dessous, nous donnerons son objectif, un résumé de la manière dont elle s'est déroulée, et une analyse selon les trois points suivants (quand cela est applicable) : résultats par rapport à l'objectif de la séance, par rapport à l'objectif général de la séquence, et impact de la démarche scientifique sur l'apprentissage des élèves. En annexe, on trouvera une reprise beaucoup plus détaillée du déroulement de la séance, des copies de travaux d'élèves ainsi que le matériel qui leur a été distribué (feuilles de travail, institutionnalisations,...).

2.3.1 Séance 1 : les utilisations de l'eau

Objectif spécifique : Identifier et distinguer les différentes catégories d'utilisation de l'eau par l'homme : à la maison / dans la ville / hors de la ville.

Pour cette première séance, notre objectif était de faire prendre conscience aux élèves que l'eau intervient dans tous les aspects de la vie quotidienne. C'est une étape indispensable pour la suite de notre séquence, car c'est en réalisant ensuite que toute cette eau utilisée est essentiellement de l'eau potable, ressource rare, qu'ils pourront comprendre la nécessité de la préserver.

2.3.1.1 Déroulement

Après avoir présenté l'objet de notre intervention, nous avons démarré la séance par une phase de recueil des conceptions initiales sur l'eau (en oral collectif). La question était très ouverte (« Si je vous parle d'eau, à quoi cela

vous fait penser ? »), afin de ne pas induire de réponses. Nous espérions ainsi repérer tout ce que les élèves savaient déjà sur le thème de l'eau. Les élèves se sont immédiatement prêtés au jeu et les réponses ont été très nombreuses. Au tableau, nous avons classé leurs réponses dans 5 colonnes dont le titre n'était pas donné (les localisations de l'eau, les utilisations de l'eau à la maison, à la ville, hors de la ville, plus une dernière colonne pour le reste).

Nous avons ensuite demandé aux élèves de donner un titre aux colonnes, afin d'aboutir aux trois types d'utilisation de l'eau. Cette démarche permet aux élèves de structurer leurs connaissances éparses, tout en allégeant la phase de classification qui serait trop lourde sans ce guidage.

Les deux premières colonnes (respectivement « l'eau dans la nature et « les utilisations de l'eau à la maison ») n'ont pas posé de problème particulier. En revanche, dans la troisième colonne, il n'y avait que « *se baigner en piscine* » et « *batailles d'eau* ». Il leur était donc difficile de trouver le titre attendu (ils ont proposé « *loisirs avec de l'eau* », cohérent avec le contenu). L'ajout de « pompiers » de notre part n'a pas suffi. Il en fut de même pour la quatrième colonne, qui contenait uniquement « *produire de l'électricité* ». Un élève a fini par dire cependant « *les utilisations de l'eau en France* », ce qui était bien (c'était le titre que nous avions prévu initialement, mais que nous avons préféré généraliser, en leur expliquant en « les utilisations de l'eau en dehors de la maison et de la ville »). Les élèves ont ensuite été répartis par groupes pour compléter le contenu des trois colonnes. Chaque groupe a présenté ses résultats (voir annexe 1)

2.3.1.2 Analyse

La question de départ était peut-être un peu trop ouverte pour notre objectif initial, car nous avons obtenu énormément de termes dus à des associations d'idées, parfois loin des utilisations de l'eau.

Le projet d'école sur l'environnement est visiblement une réalité pour ces élèves, étant donné que les premières réponses sont « *ça me fait penser à : environnement, nature* », *réchauffement climatique (avec fonte des glaciers et montée du niveau des océans)* ». Un peu plus tard, sera aussi cité « *consommation d'eau* » associée avec « *ne pas gaspiller l'eau, et fermer le robinet quand on se lave les dents* ». Les 3 états de l'eau sont aussi bien connus : « *la congélation* » ainsi que « *la vapeur* » sont citées.

Les points suivants peuvent être notés :

- Il est très difficile pour les élèves de faire la distinction entre « utilisation de l'eau » et « moyen pour cette utilisation » : nous avons eu des réponses du type « *arrosoir, karcher, canalisation, aqueduc* ».
- Un groupe ayant donné comme « utilisation de l'eau à la maison » le « *lavage de la voiture* » (ce que nous avons commencé à accepter), un élève a protesté (à juste titre) en arguant du fait que c'est maintenant interdit,

car les eaux de lavage, pleines de produit chimique, vont alors directement dans le sol et polluent... Ce qui est une réaction fort intéressante par rapport à notre sujet de mémoire.

- Certains élèves ont déjà une bonne notion du circuit de l'eau dans la ville : les mots « *château d'eau, station d'épuration* », « *égout* » sont apparus. (Certains élèves ont vu l'an dernier, lorsqu'ils étaient au CM1, une maquette faite par les CM2 et présentant le circuit de l'eau dans la ville).
- Heureusement, un travail nous restait à faire, d'une part parce que certains ne connaissaient pas la « station d'épuration » (un élève qui connaissait l'a définie comme une « *usine qui lave l'eau des égouts* »). Par ailleurs, pour certains élèves, les égouts se jettent systématiquement dans la mer.
- Ces élèves ont également des notions avancées en ce qui concerne les utilisations possibles de l'eau. Ils ont cité : *la production de produits chimiques, d'aliments et de pâte à papier*.

En conclusion : dans l'ensemble, sans aide de notre part, les différents groupes ont cité la quasi-totalité des usages de l'eau attendus (certains points de détails manquaient, comme le chauffage à la maison, ou le refroidissement des centrales nucléaires, mais toutes les grandes familles étaient présentes). Le fait que les élèves aient déjà ce niveau de connaissances et soient conscients de l'importance de l'utilisation de l'eau dans la vie quotidienne nous a rassurées quant à la suite de notre séquence.

2.3.2 Séance 2 : eau douce, eau potable

Objectif spécifique : Prendre conscience de la rareté de l'eau douce utilisable sur la planète, comprendre la notion d'eau potable et la notion de qualité de l'eau.

Notre objectif était de faire prendre conscience aux élèves que si la planète semble recouverte d'eau, très peu est en fait utilisable par l'homme. Nous voulions les amener à trouver et distinguer les termes d'eau douce et d'eau potable, ainsi qu'à reconnaître au goût, et par l'analyse d'étiquettes, les différences entre quelques eaux potables.

2.3.2.1 Déroulement

Notion d'eau douce, d'eau salée, d'eau potable : nous avons démarré la séance en faisant prendre conscience aux élèves du contraste très important entre la quantité d'eau présente sur Terre et celle réellement utilisable par l'homme. Les élèves n'ont eu aucun mal à répondre aux questions « Pourquoi appelle-t-on la Terre la planète bleue ? » et « Pourquoi parle-t-on de manque d'eau, alors qu'il y en a autant ? ». Ils se sont montrés impressionnés par la représentation sous forme de tonneau des proportions d'eau salée, douce et utilisable par l'homme que nous avons dessinée au tableau (voir annexe 2-4).

Nous avons alors cherché à leur faire définir ce qu'est l'eau potable. Ceci est très difficile, car même pour les adultes, la définition n'est pas évidente et dépend du point de vue adopté (pour un chimiste, pour une société de distribution d'eau, ... en France ou ailleurs dans le monde, ...). Nous souhaitions arriver à une formulation simple et utilisable par tous. Nous avons donc retenu « eau potable = eau que l'on peut boire régulièrement sans danger pour la santé ». Les élèves sont arrivés d'eux-mêmes à une définition très proche : nous leur avons juste fait ajouter la notion de régularité.

Dégustation d'eau et étude des étiquettes : dans le but de s'approcher de la notion de « qualité de l'eau », nous avons fait goûter « en aveugle » aux élèves trois eaux différentes en leur demandant de reconnaître celle venant du robinet. Cette phase a beaucoup motivé les élèves et a été très productive. Ils devaient nous indiquer sur une feuille, les critères qui leur permettaient d'identifier l'eau du robinet. Les réponses ont été aussi variées qu'intéressantes : « *c'est celle là l'eau du robinet parce qu'elle a le goût de la cantine* », « *c'est la bleue parce qu'elle est plus chaude* », « *la rouge, c'est de l'eau normale* » ...

Il y avait en revanche un facteur auquel nous n'avions pas pensé : la température de l'eau ! En effet, les bouteilles d'eau minérale, dans notre coffre de voiture, avaient refroidi à cause de la température extérieure (proche de 0° au mois de décembre !). Ces 2 eaux étaient donc à la même température fraîche, alors que l'eau du robinet était plus chaude ! Ceci n'a pas échappé aux élèves.

Nous leur avons ensuite proposé de comparer les étiquettes, et de voir si cela permettait d'expliquer des goûts différents. Les élèves se sont montrés très curieux et intéressés par la provenance des ces eaux, par l'eau potable en particulier et l'eau en général, et nous ont posé de nombreuses questions : eau de source chaude (« peut-on la boire ? », conséquence du réchauffement climatique, ...).

2.3.2.2 Analyse

Cette séance a bien eu l'impact que nous désirions. Nous nous en sommes plus particulièrement rendus compte à la fin de la séquence, lorsque nous leur avons demandé ce qui leur avait plu et ce qu'ils retenaient de notre intervention. Un grand nombre d'élèves nous ont dit avoir été marqués par le peu d'eau utilisable par l'homme sur la planète (0,1%). Certains nous ont dit « *je ne me rendais pas compte avant* ».

Cette séance nous a semblé bien positionnée dans la séquence, pour plusieurs raisons :

- Par rapport à l'approche scientifique, elle permet de donner un point de départ impliquant et motivant pour les élèves.

- Elle introduit et justifie toute la suite de la séquence et permet aux élèves de toujours raccrocher les apprentissages ultérieurs à cette rareté de l'eau douce et à la notion de qualité de l'eau.

La façon dont elle s'est déroulée et l'enthousiasme des élèves nous conforte dans la conception que nous avons faite de cette séance.

2.3.3 Séance 3 : le circuit de l'eau dans la ville

Objectif spécifique : Connaître le fonctionnement du circuit de l'eau : rivière – maison – rivière, avec ses différentes étapes. Consolider la notion d'eau potable, introduire les notions d'eau sale et d'eau épurée.

Nous avons comme objectif de faire comprendre que l'eau qui arrive au robinet provient de rivières ou de nappes souterraines, mais qu'elle nécessite une phase de nettoyage préalable pour la rendre potable (ainsi que des phases de stockage et distribution), et qu'avant de rejeter les eaux usées de nos maisons dans la rivière, il faut les épurer pour retirer le plus possible d'éléments polluants.

2.3.3.1 Déroulement

Rappel des séances précédentes : Cette séance se déroulant près de 3 semaines après les deux premières, nous avons commencé par nous assurer que les élèves se rappelaient bien que l'eau douce est rare, qu'elle est en partie polluée, ce qu'est l'eau potable, les différents types d'eau potable (eau minérale, eau du robinet -« *qui a un goût de chlore* » selon les élèves-).

Cette introduction a également permis d'amener les élèves à réfléchir sur l'origine de l'eau du robinet (« *nappes souterraines* » disaient certains, « *eau des rivières* » pour d'autres, tous n'étant pas d'accord, car « *l'eau des rivières est des fois très sale* »).

Recueil des conceptions initiales des élèves sur le trajet de l'eau (rivière – maison – rivière).

Ce recueil s'est effectué en deux phases : une réflexion individuelle suivie d'une réflexion en groupe. Nous avons distribué aux élèves un schéma incomplet représentant uniquement une maison et une rivière, en leur demandant d'imaginer comment l'eau, qui est prélevée dans la rivière, arrive chez eux, et ce qu'elle devient une fois utilisée. Ils ont tout d'abord travaillé individuellement. Le but de cette étape de réflexion personnelle est d'une part d'apprendre ce que sait chaque élève avant de démarrer l'apprentissage sur ce sujet, d'autre part de préparer le travail de réflexion en groupe, afin que chacun y arrive avec des éléments de discussion, en ayant déjà réfléchi au problème et mobilisé ses connaissances (éparses ou non) sur le sujet.

Les résultats de cette étape montrent une grande disparité entre les connaissances des élèves sur le sujet (depuis « aucune étape entre la rivière et la maison et réciproquement » à un schéma complet). (Voir productions d'élèves en annexes 3-4 à 3-6).

Pour certains, l'eau « change de couleur » au sein du même tuyau : l'eau qui arrive au robinet et à la douche est potable, en revanche, celle qui arrive aux WC, et parfois au lave linge où à l'évier pour la vaisselle n'est pas potable (colorée en marron). Pour d'autres, l'eau qui arrive au lave linge doit être propre « *puisque'elle sert à laver le linge* ».

Synthèse des connaissances relevées sur les schémas individuels :

- ***Trajets directs rivière - maison et maison – rivière*** : 10 élèves (dont un signale néanmoins par écrit à côté de son schéma qu'il y a peut être une station d'épuration pour nettoyer l'eau).
- ***Trajet direct rivière maison, mais présence d'un élément après la maison*** : 2 élèves (un avec les égouts, l'autre avec une station d'épuration, mais où l'eau rentre propre et sort sale vers la rivière...).
- ***Trajet direct maison - rivière mais présence d'un élément avant la maison*** : 2 élèves (les 2 nettoient l'eau avant la maison, un en l'appelant station d'épuration, l'autre sans nom, mais en dessinant différents niveaux de filtration).
- ***Présence de château d'eau*** : 4 élèves.
- ***Nettoyage de l'eau avant la maison*** : 6 élèves (dont 2 l'appellent station d'épuration, et 1 usine de vérification) + 3 élèves situant un bâtiment de nettoyage de l'eau entre l'entrée et la sortie de la maison (sorte de circuit fermé).
- ***Nettoyage de l'eau après la maison*** : 5 élèves (4 donnant le nom correct).
- ***Présence des égouts*** : 4 élèves.
- ***Schéma complet et correct*** : 1 élève.

Note : seuls les élèves qui ont colorié la rivière ont pensé à introduire au moins une étape de nettoyage de l'eau (avant et/ou après la maison). Il est probable que cela les a aidé à prendre conscience de l'incohérence qu'il y avait à un trajet direct complet.

Il est important de noter que les élèves sont loin de partir « de rien » ! 2/3 des élèves pensent à mettre au moins une des étapes sur le circuit.

Les élèves ont ensuite travaillé en groupes de 4. Chaque groupe a reçu une version agrandie du schéma à compléter (format A3). Les discussions ont été très variées. Les élèves ont rapidement remarqué les différences, voire les contradictions entre leurs schémas. Dans l'ensemble, tous les groupes sont tombés d'accord pour soit copier le schéma le plus complet produit par un de ses membres, soit prendre le sur ensemble des éléments trouvés, en discutant alors sur la position relative des différents éléments (voir annexes 3-7 à 3-9).

Outre les éléments attendus, un groupe a fait apparaître les circuits de distribution à toutes les maisons et la collecte des eaux usées des différentes habitations dans des égouts communs. A l'exception d'un groupe (qui a maintenu un trajet direct rivière – maison – rivière sans étape), tous ont pensé à « nettoyer l'eau ». Parfois avant (lors du pompage dans la rivière), parfois après (avant de rejeter l'eau à la rivière), parfois les deux. L'usine de traitement a été baptisée « station d'épuration » par deux groupes.

Un groupe a fait fonctionner le circuit quasiment en circuit fermé : pompage de l'eau la première fois dans la rivière, utilisation de l'eau, nettoyage de l'eau qui est renvoyée directement dans les maisons (conscience d'une déperdition possible : « *s'il n'y a plus assez d'eau on en re-pompe dans la rivière* »).

Synthèse des connaissances relevées sur les schémas de groupes (voir copies de travaux en annexe 3) :

G1 : rivière – maison – rivière : direct

G2 : station d'épuration – maison – station d'épuration. (Circuit fermé, avec la station d'épuration sur la rivière et les tuyaux enterrés sous la rivière « pour ne pas la polluer ». En cas de besoin, on prend un peu d'eau dans la rivière).

G3 : rivière – station d'épuration – château d'eau – maison – rivière.

G4 : rivière – usine – maisons (avec réseau de distribution) – collecte des eaux sales – égouts – rivière.

G5 : rivière – château d'eau – maison – station d'épuration – rivière.

G6 : rivière – usine – château d'eau – maison – égouts – station d'épuration – rivière.

Lors de la mise en commun, après avoir fait noter les différences entre les schémas affichés, la discussion s'est engagée successivement sur les points suivants : la couleur de la rivière, qu'est ce qui rend l'eau potable ? L'eau va-t-elle directement de l'usine de traitement à la maison ? La couleur des canalisations dans la maison, le trajet entre la maison et la rivière.

Institutionnalisation : le schéma correct étant apparu de lui-même de par les différents schémas des groupes, nous n'avons pas fait une phase d'institutionnalisation séparée, comme nous l'avions initialement prévue dans la fiche de préparation. Nous avons fait remarquer aux élèves qu'à eux tous, ils savaient énormément de choses sur ce sujet, nous leur avons montré l'intérêt de discuter en groupes et collectivement. Nous avons juste orthographié correctement au tableau les noms de toutes les étapes. Nous leur avons alors distribué un schéma similaire à celui qu'ils avaient eu à compléter par eux-mêmes individuellement, sur lequel nous avons positionné les différentes étapes sans leur nom : ils ont alors recopié les noms et mis les couleurs correctes. En le mettant dans leur cahier en regard du schéma initial qu'ils ont réalisé en début de séance, ils peuvent comparer entre « ce qu'ils pensaient avant » et « ce qu'ils ont compris maintenant ». (Voir schéma distribué en annexe 3-10).

2.3.3.2 Analyse

Cette séance s'inscrit naturellement au coeur de notre séquence, tant de par sa contribution à notre objectif général que par le fait qu'elle initialise la démarche scientifique de construction par les élèves de leurs savoirs sur le sujet. Elle permet aux élèves de prendre conscience de leurs représentations initiales, de se rendre compte des contradictions entre eux, et des problèmes, ce qui enrichit le travail et commence à faire évoluer ces conceptions initiales par des discussions entre eux (en groupe puis collectivement). Ce travail de transformation progressive sera poursuivi par les séances suivantes.

Nous avons pu constater que cet objectif (à savoir commencer à faire évoluer les conceptions initiales) était atteint. En effet, en comparant les productions individuelles et les productions des différents groupes, on se rend compte de l'évolution importante des conceptions, déjà uniquement au travers des discussions entre les membres du groupe (car tous ont reconnu que le schéma qu'ils présentaient avait l'accord unanime des membres du groupe). Le seul groupe dont les conceptions n'ont pas évolué concerne un groupe de 3 élèves qui tous les trois pensaient la même chose : trajets directs entre la maison et la rivière. Il n'y a donc pas eu pour ces trois élèves matière à discussion et à progression lors du travail de groupe. La comparaison des différents schémas et la discussion collective qui suivit a également été très productive pour l'évolution des représentations : en regardant le schéma des autres et en comprenant ce qui y avait été mis, la plupart des élèves a rapidement acquiescé à l'introduction d'éléments auxquels ils n'avaient de prime abord pas pensé.

La séance a bien fonctionné, entre autres parce que les élèves avaient déjà une bonne habitude du travail de groupe, et disposaient de suffisamment de connaissances pour alimenter leurs réflexions, sans cependant déjà tout savoir et maîtriser.

Au niveau des choix pédagogiques, lors de la conception de la séance, nous avons longuement hésité à leur donner le schéma corrigé avec les éléments. Il nous semblait initialement préférable qu'ils recopient eux-mêmes le schéma commun produit au tableau.

Ce qui nous a poussé à changer d'avis est le dessin du château d'eau. Même si nous le dessinions correctement placé (plus haut que la maison) au tableau, comment être sûr qu'ils le fassent correctement sur leur feuille sans leur signaler explicitement qu'il fallait le faire ? Ceci aurait « tué » la réflexion sur le fonctionnement du château d'eau que nous souhaitions leur voir mener puis expérimenter lors de la séance suivante. Et si nous ne le faisons pas, nous courions le risque qu'ils gardent un dessin erroné comme référence....Ce choix nous a permis de ne pas « déflorer » notre sujet, tout en leur laissant un schéma correct, sur lequel nous sommes revenus à l'issue de la séance sur le château d'eau, pour leur faire remarquer son positionnement.

La dernière étape prévue (explication des différentes phases de traitement de l'eau dans une usine de traitement) n'a pas été mise en place car nous pensions d'une part que ce serait un peu trop « magistral » et plaqué, ne venant après aucune réflexion personnelle des élèves, et d'autre part que cela serait par trop inducteur des procédés que les élèves pourraient employer lors de la séance sur le nettoyage de l'eau. Bref nous avons jugé que cette étape serait plus profitable après la séance N°5 et même après avoir vu le reportage de « C'est pas sorcier ».

2.3.4 Séance 4 : fonctionnement du château d'eau

Objectif spécifique : Comprendre le fonctionnement du château d'eau.

Cette séance ne s'imposait pas au regard de notre objectif général de séquence : il n'est pas nécessaire de savoir comment fonctionne un château d'eau pour saisir la nécessité de préserver l'eau. En revanche, il nous a paru indispensable de la mener dans la perspective de bien faire comprendre aux élèves la démarche scientifique. En effet, sans cette séance, notre séquence aurait comporté une seule séance fondée sur la démarche expérimentale.

Pour notre objectif de compréhension du fonctionnement du château d'eau, il nous a semblé utile de travailler auparavant sur la notion d'horizontalité de la surface de l'eau, afin de permettre aux élèves de réaliser des schémas scientifiques rigoureux de leurs expériences.

2.3.4.1 Déroulement

Pour introduire la séance, outre le rappel habituel des séances précédentes, nous avons posé aux élèves la question suivante : « Qu'est-ce qui fait avancer l'eau dans les tuyaux et monter dans les étages ? ». Plusieurs réponses sont apparues, parmi lesquelles : « *les pompes* » et « *la hauteur du château d'eau* ».

L'horizontalité de la surface de l'eau

Nous avons proposé une fiche aux élèves, à remplir en groupe, sur laquelle figurait un récipient dans 3 positions différentes (droit, penché vers la droite, penché vers la gauche). Ils devaient représenter par un trait, la surface de l'eau dans chaque récipient et nous dire comment était cette surface :

- Pour tous les groupes sauf un, cette surface est « *plate* »,
- Pour le dernier groupe, elle est « *parallèle à la table* »,
- Pour un élève, elle est « *bleue* » (ceci a été dit à l'oral).

4 groupes ont représenté correctement pour les trois récipients une surface horizontale, 1 groupe a représenté une surface parallèle au fond du récipient, 1 groupe qui avait commencé en représentant correctement partout une surface horizontale a ensuite changé d'avis et dessiné une surface parallèle au fond du récipient, mais pour un seul des récipients inclinés ! (Voir copies de travaux de groupes en annexe 4-5)

Nous leur avons fait vérifier expérimentalement, en espérant faire émerger le terme « horizontal ». Mais si la plupart des élèves a pu constater et corriger d'eux-mêmes leurs erreurs, ils n'ont pas trouvé seuls le bon terme.

Expériences sur le fonctionnement du château d'eau

Dans une première étape, après avoir montré aux élèves le dispositif expérimental que nous leur avions préparé (une bouteille dont le fond avait été découpé - symbolisant le château d'eau - reliée par un tuyau souple et transparent à une autre bouteille sur laquelle avaient été dessinées des fenêtres et indiqué des étages, symbolisant un immeuble avec 5 étages), nous leur avons demandé comment il faudrait faire pour que l'eau puisse monter jusqu'au dernier étage. Ils ont travaillé en groupe pour élaborer une réponse possible au questionnement - c'est à dire une hypothèse - et à schématiser l'expérience qu'ils comptaient réaliser pour la vérifier (voir copies de travaux d'élèves en annexe 4-6).

- 2 groupes ont dessiné une main sur le tuyau. Quand nous leur avons demandé le rôle de cette main, ils nous ont expliqué que c'était « la pompe » : *« il faut appuyer sur le tuyau. Cela va faire une pression et l'eau va monter dans l'immeuble » !*
- 2 groupes ont indiqué que le château d'eau devait être plus haut. Un élève a même demandé *« comment l'eau va-t-elle pouvoir rentrer dans la bouteille, puisqu'il y a de l'air ? »*. Nous lui avons expliqué que nous avions percé le fond des bouteilles pour que l'air puisse s'échapper.
- 2 groupes ne savaient pas, et avaient juste dessiné le dispositif expérimental.

Aucun groupe n'a représenté correctement les niveaux d'eau. Un de ces groupes pensait qu'il était indispensable que le tuyau soit le plus horizontal possible et descende le moins bas possible, *« car ce serait plus dur pour l'eau de descendre et de remonter. Si c'est plat, c'est plus facile »*.

Nous avons ensuite distribué à chaque groupe un dispositif expérimental, afin qu'ils puissent valider ou invalider leurs hypothèses. Ils se sont lancés avec enthousiasme dans les expériences, testant leurs idées, mais n'hésitant pas à essayer d'autres solutions pour faire en sorte que cela fonctionne.

- Deux groupes ont presque immédiatement compris qu'il fallait placer le château d'eau plus haut.
- Les 2 groupes qui avaient dessiné une main (comme pompe) en ont testé le fonctionnement.
- Un groupe a essayé de remplir l'immeuble en le retournant : Nous lui avons fait remarquer que dans la réalité, on ne pouvait pas retourner l'immeuble quand on avait besoin d'eau ! Ils ont ensuite essayé de mettre le plus d'eau possible dans le château d'eau en espérant que *« toute cette eau finira bien par pousser de l'eau dans le tuyau jusqu'à l'immeuble »*.

Globalement, après de multiples essais, et un temps un peu plus long que ce que nous avions initialement prévu, tous les élèves ont compris comment placer le château d'eau par rapport à l'immeuble (voir photographie en annexe 4-9).

Note : pour suivre de manière plus précise le cheminement des élèves au cours de ces expériences (leurs phases de réflexion, l'évolution de leur pensée, leurs découvertes...) se reporter à l'annexe 4-1.

Représentation des expériences réalisées :

Les élèves ont ensuite représenté, par groupe, le schéma de la ou des expérience(s) réalisée(s), en indiquant les niveaux d'eau, et en écrivant en 1 ou 2 phrases les raisons pour lesquelles l'expérience avait réussi ou non.

Au terme de cette expérience, les élèves ont compris qu'il faut positionner plus haut le château d'eau, par contre ils n'ont pas vu que les niveaux respectifs de l'eau dans les deux récipients étaient en jeu. Le parti pris par les élèves a dans la plupart des cas été celui de représenter un niveau bas dans le château d'eau (« *puisque'il se vide pour alimenter l'immeuble* ») et un niveau haut dans l'immeuble (*puisque l'on a réussi à y faire monter l'eau* »), sans faire de lien entre les deux niveaux. (Voir travaux d'élèves en annexe 4-7).

Institutionnalisation :

Nous avons montré aux élèves comment faire monter l'eau dans les différents étages à partir d'une maquette d'immeuble, d'une bouteille « château d'eau » reliée à un tuyau fermé par une pince à linge. En mettant le tuyau au niveau du robinet du premier puis du second et enfin du troisième étage (et en fonction de la hauteur du château d'eau), nous leur demandions si en ouvrant le robinet, l'eau arriverait. Les élèves donnaient leur avis, et nous vérifiions en desserrant les doigts sur le tuyau. Cette étape n'a posé aucun problème aux élèves, ils avaient bien compris le principe. Aussi, avons nous plus insisté sur l'observation des niveaux d'eau.

Quand nous avons distribué aux élèves une feuille individuelle pour représenter les 2 expériences (voir annexe 4-8), les notions semblaient acquises et comprises.

2.3.4.2 Analyse

Les élèves étant familiarisés avec la démarche expérimentale, nous n'avons pas eu à leur expliquer la notion de questionnement, d'hypothèses à vérifier et de conception d'expérience pour cette vérification (bien que les résultats obtenus montre qu'il reste du travail à faire sur le sujet).

Nous n'avons pas exploité les protocoles rédigés par les élèves. Une mise en commun de ces protocoles avant la réalisation des expériences ne s'imposait pas dans cette classe, car tous les groupes avaient suffisamment d'idées. En revanche, dans une classe moins aguerrie, si un ou plusieurs groupe se trouvent bloqués, il est intéressant de faire cette mise en commun, afin de faire discuter les élèves entre eux sur leurs hypothèses. Le risque alors est que si une solution (bonne ou mauvaise) est proposée par un des meilleurs élèves de la classe, les autres se rallient à son hypothèse en abandonnant la leur.

En revanche, il aurait été intéressant de faire revenir les élèves, après leurs expériences, sur les hypothèses qu'ils avaient émises, en insistant sur la confrontation entre la réalité observée et leurs hypothèses, et en leur demandant de réfléchir sur comment ils avaient fait évoluer, le cas échéant, leur expérience pour arriver à la faire fonctionner.

Nous avons été surprises par le fait, que bien que la hauteur du château ait été donnée comme explication à la montée de l'eau dans les étages avant l'expérience, les élèves n'aient pas su l'appliquer facilement pendant l'expérience. Ils sont souvent partis sur leurs idées (pompe ...) et ont eu du mal à prendre seuls le recul nécessaire. Ce qui démontre bien que ce n'est pas parce qu'une notion a été énoncée et qu'ils sont capables de la citer qu'elle a été réellement intégrée dans leur connaissances, et qu'ils sont capables de l'exploiter.

Des notions qui nous paraissaient évidentes et faciles à montrer (horizontalité de l'eau, surface de l'eau à même niveau) se sont avérées plus longues et moins faciles que prévu à démontrer. Concernant l'horizontalité de l'eau, il faut faire attention à ne pas assimiler ce terme à l'expression « parallèle à la table », facilement utilisé par les élèves.

2.3.5 Séance 5 : Expériences sur le « nettoyage » de l'eau

Objectif spécifique: Découvrir expérimentalement trois procédés pour rendre une eau sale plus limpide. Comprendre que les filtres domestiques usuels ne suffisent pas à l'obtention d'une eau potable.

Il s'agit d'une situation problème dont l'objectif général est le suivant : « Prendre conscience que pour rendre une eau potable, il faut utiliser des dispositifs complexes et nombreux ».

Nous avons voulu que cette séance s'inscrive dans la démarche d'investigation préconisée par les programmes et obéissant aux principes de « La main à la pâte ». (Voir fiche de préparation détaillée en annexes 5-1 à 5-4).

2.3.5.1 Déroulement

Situation problème de départ et formulation du questionnement : Nous avons apporté lors de la séance précédente, un récipient rempli d'eau sale que nous avons présentée comme étant l'eau de la rivière coulant dans notre village ! (Il s'agissait effectivement d'eau de rivière, avec des algues, mais à laquelle nous avons ajouté cailloux, feuilles mortes, terre, huile et savon liquide). Les élèves se sont montrés très impressionnés.

Le problème que nous leur avons posé était le suivant : « Vous savez maintenant que l'eau qui arrive aux robinets de votre maison provient de la Seine. Nous vous avons apporté de l'eau de la rivière qui coule derrière chez nous. Regardez là bien. Lors de la prochaine séance, nous allons essayer de la rendre la plus limpide possible. Vous devez, par groupe, vous organiser et apporter le matériel qui vous semble nécessaire pour « nettoyer » cette eau ».

Nous avons rapidement recueilli leurs premières idées, afin de vérifier que la consigne était comprise, et de déclencher le questionnement (quel matériel choisir, comment l'utiliser ...).

Elaboration d'hypothèses. Conception de l'investigation : En groupe, les élèves ont défini leurs hypothèses. La conception des expériences était bien sûr limitée par le matériel disponible. Les élèves ont donc schématisé les

expériences qu'ils allaient réaliser. Chaque groupe avaient prévu bassines et bouteilles vides en plus de filtres divers, de passoires ... (voir expériences prévues en annexe 5-12).

Investigations conduites par les élèves : Après avoir testé leurs dispositifs, les élèves, non satisfaits de la couleur de l'eau obtenue, ont généralement recherché d'autres moyens de rendre l'eau plus limpide (voir annexes 5-14 et 5-15).

Nous avons eu quelques surprises :

- Un groupe a retiré à la main les gros cailloux. Tous les autres ont commencé avec des passoires. Certains ont utilisé des passoires de plus en plus fines (avec un certain succès), d'autres ont inversé l'ordre des passoires, mais sans se rendre compte que la deuxième ne filtrait rien du tout. D'autres enfin ont tenté de passer plusieurs fois l'eau obtenue dans la même passoire, sans succès évidemment (et en s'en rendant compte).
- Lors des transvasements, un groupe récupérait bien l'eau du dessus, mais ensuite grattait consciencieusement à la cuillère le fond du récipient pour récupérer toute la boue et la remettre dans son eau !
- Certains ont essayé de filtrer l'eau dans un sac plastique, car « *les trous sont drôlement fins, et ça doit bien retenir les saletés* ». Déception : l'eau ne passait pas non plus !
- Un groupe a utilisé des gants jetables, percé d'un petit trou dans chaque doigt (fait à la pointe de compas), enfilé sur un gobelet en carton sans fond (servant d'entonnoir). Au bout d'un temps assez long, ils ont recueilli une eau passablement de la même couleur que celle d'origine.
- Un groupe ayant repéré par hasard qu'en secouant la bouteille il y avait de la mousse a pensé au savon, et s'est dit qu' « *on pourrait laver l'eau avec du savon* ». Ils ont donc ajouté quelques gouttes de savon et ont ensuite cherché à concentrer cette mousse : secouer la bouteille très fort (« *pour obtenir une mousse très blanche, donc très propre* »), puis transvaser dans un récipient large.

Mise en commun des résultats des expériences :

Nous avons ensuite demandé aux élèves de décrire les procédés successifs utilisés pour obtenir les échantillons d'eau intermédiaires et l'échantillon final. Par groupe, ils ont décrit les procédures sur une feuille A3. Nous leur avons également suggéré de s'appuyer sur des schémas complémentaires (voir annexe 5-13).

Cette phase écrite fait partie des objectifs langagiers de « la main à la pâte ». Elle oblige les élèves à synthétiser leur travail, mettre en mots leur raisonnement, ordonner leurs idées ... Elle a été plutôt bien réussie par nos élèves.

Les élèves sont ensuite venus présenter le gobelet contenant l'eau obtenue en final et leurs procédures. Ils ont discuté de la validité des différentes méthodes employées. C'est ainsi qu'ils ont d'eux même conclu que « *on ne peut pas nettoyer de l'eau avec du savon. Elle ne peut pas être propre, on ne pourrait pas boire de l'eau où il y a du savon* » et que la dilution ne nettoie pas l'eau (« *ce n'est pas parce qu'on ajoute de l'eau qu'elle est plus propre, et que les saletés ne sont pas parties* »).

Très intéressante quant aux arguments employés, la discussion ne peut être retranscrite en totalité ici : voir annexe 5-5 (et suivantes) pour plus de détails.

Institutionnalisation :

Nous avons réalisé devant les élèves des expériences permettant de montrer 3 procédés de nettoyage de l'eau : la décantation, le déshuilage et le filtrage, à partir de la même eau sale (voir description complète en annexe 5-16).

Les élèves ont semblé admiratifs devant l'eau obtenue, bien qu'elle soit plus jaune que celles que 2 des groupes avaient présentées (dilution). Mais la notion de dilution semble avoir été bien comprise et ils ont admis que celle là est plus propre. Puis nous leur avons demandé de nous proposer des définitions de ces termes, que nous avons ensuite institutionnalisés. Les élèves ont écrit, sur leur cahier, les trois définitions.

2.3.5.2 Analyse

La situation de départ proposée a immédiatement mobilisé et motivé les élèves. Lors de la phase d'émission d'hypothèses, les discussions entre élèves se sont avérées riches et passionnées : quel matériel utiliser, comment, dans quel ordre, combien de fois.... La principale difficulté de cette phase a été de canaliser les élèves vers la tâche demandée. Excités à l'idée de réaliser les expériences, ils avaient tendance à « bâcler » les schémas et descriptions des expériences. Or cette phase est une phase importante dans l'esprit de « La main à la pâte », car elle permet aux élèves d'argumenter, de raisonner, de discuter, de se confronter aux autres, et par là même de faire évoluer leurs représentations pour faire face aux contradictions soulevées.

Lors de la réalisation des expériences, le fait d'être trois adultes nous a permis de laisser libre cours aux idées des élèves et de les laisser expérimenter de multiples procédés.

Nos objectifs ont été atteints : les élèves ont réalisé que pour obtenir une eau potable, il fallait utiliser des techniques complexes qui n'étaient pas à leur disposition. Ils ont également compris et globalement retenu les trois procédés principaux que nous avons expérimentés devant eux, et pour lesquels nous avons donné tous ensemble une définition (nous l'avons constaté ensuite dans l'évaluation finale).

Cette séance d'expériences sur le nettoyage de l'eau est une séance capitale dans la construction des connaissances sur la qualité de l'eau. Si nous avions « plaqué » les définitions de « décantation », « filtration » et « déshuilage », il est probable que les élèves n'en auraient pas retenu la même chose. De plus, la motivation des élèves est beaucoup plus importante lorsqu'ils peuvent participer de façon active à la construction de leurs apprentissages.

2.3.6 Séance 6 : Visionnage de la cassette « Attention Planète Fragile » de l'émission « C'est pas sorcier »

Objectif spécifique : Structurer et mémoriser les connaissances acquises lors des 5 précédentes séances. Comprendre que le traitement et l'épuration de l'eau demandent de nombreuses étapes complexes.

2.3.6.1 Déroulement

Visionnage de la cassette :

Le film est assez long (37 min), mais comme nous ne disposions que d'une heure pour la séance, nous avons décidé de ne l'interrompre qu'en 3 endroits, de façon à faire un point assez bref avec les élèves. A chaque interruption, nous avons pu constater à quel point les élèves se sentaient concernés.

Institutionnalisation du fonctionnement de l'usine de traitement de l'eau et de la station d'épuration :

Nous avons distribué à chaque élève une feuille représentant les différentes étapes de traitement de l'eau, mais sans les légendes. En oral collectif, nous leur avons demandé de quelle partie du circuit de l'eau dans la ville il s'agissait et comment ils pouvaient le savoir. Ils ont retrouvé sans problème qu'il s'agissait du traitement de l'eau, grâce à la présence en sortie du château d'eau. Nous leur avons ensuite demandé de nous donner le nom des différentes étapes. Nous avons procédé de la même manière pour la station d'épuration. (voir annexe 6-3 et 6-4).

2.3.6.2 Analyse

Nous avons décidé de placer le visionnage du film à ce moment de notre séquence, car :

- d'une part le visionner avant aurait défloré notre sujet et court-circuité les idées des élèves concernant les expériences à mener (trop de réponses auraient été amenées directement par le film),
- d'autre part, il permettait de bien récapituler et compléter tout ce que nous avons vu avec les élèves : potabilité de l'eau, circuit de l'eau dans la ville, fonctionnement du château d'eau, épuration et traitement de l'eau. Ceci est plus propice à bien ancrer les connaissances dans le long terme, car elles ont alors du sens pour eux.

Nous n'avons pas regretté ce choix, au contraire. L'attention, l'intérêt des élèves ont dépassé toutes nos espérances !

2.3.7 Séance 7 : Le coût et la consommation d'eau.

Objectif spécifique : Connaître le coût de l'eau et identifier les éléments de ce coût. Connaître quelques chiffres de consommation d'eau domestique.

Cette séance avait pour objet l'étude du prix de l'eau et de la consommation quotidienne moyenne d'un français.

Nous disposions d'une « facture d'eau type » de Voisins le Bretonneux (de 2004) remise par les services de la mairie, ce qui nous permettait de proposer aux élèves une étude du prix de l'eau dans leur commune (voir annexe 7-4).

2.3.7.1 Déroulement

Introduction : Nous avons montré aux élèves une carte des Yvelines montrant la répartition de l'origine de l'eau commune par commune. Ils ont ainsi pu se rendre compte que à Voisins le Bretonneux, environ la moitié des habitants sont alimentés par une eau d'origine souterraine, et l'autre moitié par une eau pompée dans la Seine.

Analyse d'une facture d'eau type : Nous avons ensuite distribué à chaque élève une facture type de Voisins-le-Bretonneux, datant de 2004, en leur posant 3 questions :

- « Combien d'eau a été consommée sur cette facture ? »,
- « Quel est le montant total de la facture ? »,
- « Quels sont les grandes catégories de coût que l'on retrouve dans le prix de l'eau ? ».

Notre objectif était de leur faire découvrir que l'eau a un coût, que ce coût s'explique par les traitements, les transports (et les taxes), qu'il est différent d'une commune à l'autre (de 2 à 4 € le m³ : niveaux de pollution différent, difficultés de transport, société de distribution,...). Nous souhaitions également leur faire prendre conscience que toute pollution ne peut pas forcément être nettoyée, même lorsque cela est techniquement possible, car cela coûterait trop cher.

Analyse des chiffres de consommation d'eau en France (annexes 7-5 et 7-6).

Nous avons distribué à chaque élève une feuille présentant quelques données chiffrées sur les consommations d'eau en France. Lors de la séance précédente, nous leur avons également demandé de faire quelques recherches chez eux : quantité d'eau moyenne par jour consommée par un français, consommations quotidiennes dans la maison ...

Les élèves nous ont donné les résultats de leurs recherches documentaires. Ils ont cité : toilettes, vaisselle, bain, douche, brossage des dents, lave-linge, lave-vaisselle, cuisson en donnant à peu près les mêmes chiffres que ceux que nous avons trouvés. Une discussion s'est engagée pour commenter les différents chiffres obtenus.

2.3.7.2 Analyse

Lors de la discussion sur l'impact de la pollution sur le coût de l'eau, les élèves ont montré une certaine inquiétude face à celle-ci, aux maladies, aux bactéries ...et ont posé de nombreuses questions.

C'est seulement lors de cette séance que certains élèves ont vraiment réalisé que les eaux usées de leurs maisons retournent d'une manière ou d'une autre à la rivière. Les trois séances sur le circuit de l'eau, sur le nettoyage de l'eau et la synthèse par la cassette de « C'est pas sorcier », leur avaient donné tous les éléments, mais c'est lors de cette 7^{ème} séance qu'ils les ont rassemblés et en ont pris toute la mesure, poussant des exclamations horrifiées (« *l'eau qu'on boit, c'est l'eau de nos toilettes !* ») et comprenant vraiment l'intérêt du nettoyage de l'eau.

Nous avons senti lors de cette séance qu'ils étaient vraiment sensibilisés au coût de l'eau, et ils ont introduit d'eux mêmes la nécessité de la séance suivante sur la protection et l'économie de l'eau.

2.3.8 Séance n°8 : Adopter un comportement citoyen vis-à-vis de l'eau

Objectifs spécifiques : Rechercher quelques moyens d'économiser l'eau dans les situations quotidiennes. Etablir une charte de comportement vis-à-vis de l'eau.

Cette séance conclut l'ensemble de la séquence. Il est donc naturel que son objectif rejoigne celui de la séquence.

2.3.8.1 Déroulement

Nous avons demandé aux élèves, à la fin de la séance précédente, de réfléchir à « pourquoi faut-il préserver l'eau et comment pourrait on le faire ? ».

Nous avons noté au fur et à mesure leurs réponses dans un tableau à 3 colonnes, sans titres.

- Fermer l'eau quand on se brosse les dents	- Ne pas rejeter des produits toxiques ou déchets	
- Fermer l'eau quand on se lave les mains	- Ne pas dégazer en mer (pour les bateaux)	
- Installer une chasse d'eau à double commande (et s'en servir)	- Ne pas vider les bidons des usines dans l'eau	
- Utiliser de l'eau de pluie pour arroser le jardin	- Contrôler les élevages de porc et les cultures pour ne pas qu'il y ait trop d'engrais et de produits toxiques qui aillent dans l'eau (reformulé en « contrôler les rejets de l'agriculture »).	
- Prendre une douche au lieu d'un bain		
- Faire attention aux fuites d'eau / robinets mal fermés.		
- Ne pas remplir les piscines en cas de sécheresse		
- Ne pas laver sa voiture trop souvent		
- Ne pas faire de batailles d'eau		

La troisième colonne était prévue pour la partie « transmission des valeurs », mais de manière assez prévisible, nous n'avons pas eu de proposition spontanée en ce sens. Pour rendre la séance plus vivante et plus concrète, lorsque les élèves ont évoqué le fait de fermer le robinet quand on se lave les dents, nous leur avons fait trouver et mettre en œuvre un moyen de connaître l'économie réalisée. Ils ont effectué les mesures et trouvé 6 litres en laissant l'eau couler, 0,2 litres en coupant l'eau pendant le brossage. (Voir détail en annexe).

Nous leur avons ensuite fait trouver les titres des trois colonnes (en les guidant bien entendu pour la troisième !).

Rédaction d'une charte

Après leur avoir expliqué de quoi il s'agissait, les élèves sont arrivés relativement facilement et par eux-mêmes à la formulation suivante :

« Protégeons l'eau »

L'eau est indispensable à la vie. Tout le monde n'a pas accès à l'eau potable. Elle devient rare. Donc :

- 1) Je m'engage à ne pas utiliser de l'eau inutilement,
- 2) Je fais attention à ne pas polluer l'eau de la nature, en n'y jetant pas mes déchets,
- 3) Je m'engage à transmettre aux autres le fait qu'il est important de préserver l'eau.

Nous avons de plus eu la satisfaction qu'ils émettent l'idée de chacun la signer et de la faire signer aux élèves des autres classes.

2.3.8.2 Analyse

L'implication de tous les élèves dans la recherche de moyens de préserver l'eau, la grande richesse de leurs propositions indique qu'ils ont été sensibilisés au problème de la protection de l'eau, et ce au-delà même de nos espérances.

Le texte trouvé par les élèves pour la charte, sans aide de notre part sur le fond (nous sommes intervenues uniquement sur la forme) montre que le message que nous voulions faire passer en concevant cette séquence a effectivement été bien reçu.

Cette séance montre également qu'au cours d'une séance de sciences, et sans même que les élèves ne s'en rendent compte, ils travaillent les mathématiques ainsi que la maîtrise de la langue avec un souci de formulation précis et adapté (ce qui est bien dans la logique de « la main à la pâte »).

2.3.9 Séance n°9 : Evaluation finale

Le texte complet de l'évaluation est donné en annexe 9-1 et suivantes (copies de productions d'élèves).

Nous avons conçu cette évaluation écrite individuelle, de manière à vérifier l'acquisition par les élèves des points qui nous semblaient fondamentaux dans cette séquence :

- les grands types d'utilisation de l'eau,
- la proportion d'eau douce utilisable par l'homme sur la planète,
- l'horizontalité de la surface de l'eau,
- le fonctionnement du château d'eau,
- les trois moyens vus ensemble pour nettoyer de l'eau,
- la consommation d'eau moyenne en France,
- le circuit de l'eau dans la ville (même schéma à compléter que celui des représentations premières de la séance 3).

2.3.9.1 Analyse

Circuit de l'eau dans la ville (comparaison par rapport aux conceptions individuelles recueillies lors de la séance 3) :

- Tous ont les couleurs correctes des canalisations dans la maison (contre une dizaine d'erreurs en séance 3).
- 22 élèves sur 23 ont cité correctement toutes les étapes, le dernier les a également, mais en surcharge d'un trajet direct rivière – maison – rivière et a visiblement été très fortement influencé par ses voisins. (1 seul avait le schéma complet lors de la séance 3, et 10 avaient un trajet direct rivière – maison – rivière),
- Tous les élèves sauf 4 ont les couleurs correctes pour l'eau entre les différentes étapes de traitement : 2 n'ont mis aucune couleur, et 2 ont un problème pour représenter l'eau épurée,
- Le château d'eau a été positionné en hauteur par la majorité des élèves, mais quelques uns n'y ont pas fait attention.

Ceci montre une importante évolution des représentations des élèves, et l'on peut penser que l'ensemble de la démarche mise en œuvre y a contribué.

Pour le fonctionnement du château d'eau : tous ont donné les réponses correctes, à l'exception de 2 élèves qui n'ont pas répondu du tout.

Pour les procédés de nettoyage de l'eau : dans l'ensemble, les élèves les ont compris et retenus, mais pour la plupart, ils les décrivent par rapport à leurs souvenirs des expériences, et non par rapport aux définitions données dans l'institutionnalisation, qui auraient été apprises. Les connaissances exprimées sont donc plus approximatives, en revanche elles sont le reflet de ce que les élèves se sont appropriés.

En ce qui concerne la consommation d'eau : plus de la moitié des élèves a les chiffres corrects, 9 élèves ont des chiffres erronés (3 avec des ordres de grandeur corrects, 4 avec un rapport 2 et 1 avec un rapport 5), 1 élève n'a pas répondu et un autre a donné des pourcentages (57%, 115%).

La question de l'horizontalité de la surface de l'eau, qui est le moins en rapport direct avec notre objectif de séquence, a aussi posé problème. Malgré le travail fait lors de 2 séances, avec vérification expérimentale à plusieurs reprises par les élèves eux-mêmes, on se rend compte qu'il s'agit d'une notion difficile pour eux, ou tout au moins que les conceptions initiales erronées sur ce sujet sont très résistantes et reviennent rapidement. On s'en aperçoit d'autant mieux que tous les élèves qui dessinent cette surface inclinée donnent cependant la phrase correcte (« la surface de l'eau est toujours horizontale » – « plate » disent certains) alors même que leurs schémas contredisent ce qu'ils énoncent. Ils savent la réponse « officielle », mais leur conception reprend le dessus lorsqu'il s'agit de dessiner cette surface. Malgré tout : 18 élèves la dessinent correctement et 4 continuent à la dessiner inclinée. 16 élèves utilisent le mot « *horizontale* », 2 parlent de surface « *plate* », 2 de « *surface parallèle au sol* » et 2 de « *surface parallèle à la table* » (note : ce sont les mêmes qui avaient utilisé ces expressions lors de la séance 4).

2.4 Conclusion

Convaincues de la nécessité d'éduquer les élèves à la protection de l'environnement, et plus particulièrement à la préservation des ressources en eau de la planète, nous avons l'intuition qu'il était possible (et même souhaitable) de le faire au travers de la démarche scientifique. Nous avons donc entrepris ce mémoire dans l'idée de vérifier si ce présupposé était correct. Au terme de notre intervention dans cette école, nous sommes confirmées dans ce que nous pressentions : il est possible de faire adopter un comportement citoyen aux élèves, grâce aux connaissances et compétences que la démarche scientifique permet de construire.

Trois éléments nous permettent de l'affirmer.

- 1) Les élèves se sont enthousiasmés pour le projet, et grâce au soutien actif de l'enseignante en titre, ont souhaité communiquer leurs acquis à leur entourage. Ils ont monté une grande exposition, pour leurs parents et les autres classes de l'école, montrant non seulement les affiches qu'ils avaient réalisées à partir des travaux réalisés ensemble, mais également des réalisations dont ils nous ont fait la surprise ce jour là (maquettes, questionnaires électriques à choix multiples, jeux). Ils ont réussi à impliquer leurs parents, venus en masse admirer les travaux des élèves, et ont montré un enthousiasme certain à leur expliquer les enjeux de la préservation de l'eau. De nombreux parents ont spontanément signé la charte. Cette exposition a également été montrée aux autres classes de l'école, qui ont souhaité ajouter leurs signatures. (Voir annexe 10).
- 2) Tant les évaluations de fin de séquence, que les explications qu'ils ont données à leurs parents, ou encore les jeux qu'ils ont préparés, nous ont montré qu'ils avaient bien intégré les connaissances que nous avons essayées de leur faire construire.
- 3) Autre point intéressant : outre l'efficacité constatée de l'approche scientifique pour les apprentissages, les élèves ont manifesté pour elle un véritable intérêt. Lorsque nous leur avons demandé en fin de parcours ce qui leur avait plu et ce qui les avait marqué dans notre intervention, nous avons eu comme premières réponses : « *les expériences* », « *travailler en groupe* ». Ils nous ont également dit avoir été frappés par le peu d'eau douce utilisable sur la planète : « *je ne me rendais pas compte qu'il y avait si peu d'eau et que c'était si grave* », « *j'ai pris conscience qu'il fallait faire attention à l'eau, je ne le savais pas avant* ».

Il faut cependant rester lucide : ce résultat a été obtenu sur une courte période. Qu'en restera-t-il sur le plus long terme ? Ce que l'on peut en tout état de cause dire, c'est qu'il est possible de susciter ce genre de réaction, et que cela présente un réel intérêt à condition que cette éducation soit entretenue de manière cohérente tout au long de la scolarité. Si vraiment l'on veut préserver l'avenir de notre planète, cela nécessite une volonté de toutes les parties prenantes de s'investir dans l'éducation à l'environnement des jeunes générations, avec une réelle implication des enseignants dans l'éducation scientifique.

3 Bibliographie

Instructions officielles

- [1] « Qu'apprend-on à l'école élémentaire ? Les nouveaux programmes » CNDP 2003.
- [2] « Document d'application des programmes. Sciences et technologie. Cycle 3 » Scérén. CNDP. 2002.
- [3] « Généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD) - rentrée 2004 »
Circulaire N°2004-110 du 8-7-2004

Ouvrages pédagogiques

- [4] De Vecchi G., Giordan A. « L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ? ». Z éditions.
Nice 1994
- [5] Astolfi J.P., Peterfalir B., Verin A. « Comment les enfants apprennent les sciences » Paris Retz 1998.
- [6] Dominique Gillet « Environnement et citoyenneté ». Collection Environnement. CRDP de l'académie de
grenoble, CDDP de la Drôme. 1999.
- [7] « La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire. Présenté par Georges Charpak » Flammarion. 1996

Ressources Internet :

- [8] "Histoire de l'enseignement des sciences" disponible sur le serveur www.inrp.fr/lamap/,
- [9] www.cieau.com : site du Centre d'Information de l'eau.

Documentation thématique et pédagogique :

- [10] C'est pas sorcier : « Attention planète fragile – l'eau, de la source au robinet », France 3 éditions, 2004
(Cassette vidéo étudiée en séance 6).
- [11] Fichier pédagogique sur l'eau potable. Propositions d'activités sur le thème de l'eau. CI EAU.
- [12] « Environnement : déchets et qualité de l'eau. Guide ressource. Cycle 3 ». L'école des sciences. Jeulin.
- [13] Les incollables sur l'eau (gracieusement donnés par la Lyonnaise des Eaux).