



Impact d'une démarche expérimentale sur les conceptions des élèves : impact sur les conceptions des élèves sur les besoins des végétaux pour pousser et sur la mise en place d'une expérience

Mathilde Hontebeyrie

► To cite this version:

Mathilde Hontebeyrie. Impact d'une démarche expérimentale sur les conceptions des élèves : impact sur les conceptions des élèves sur les besoins des végétaux pour pousser et sur la mise en place d'une expérience. Sciences de l'Homme et Société. 2018. dumas-02157647

HAL Id: dumas-02157647

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02157647>

Submitted on 17 Jun 2019

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

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

Université de Bordeaux- ESPE d'Aquitaine

Master Métiers de l'enseignement, de l'Éducation et de la Formation

Mention Premier Degré

Parcours Sciences de l'éducation

Impact d'une démarche expérimentale sur les conceptions des élèves

**Impact sur les conceptions des élèves sur les besoins
des végétaux pour pousser et sur la mise en place
d'une expérience**

Mémoire présenté par Mme HONTEBEYRIE Mathilde

Sous la direction de **Mme BOUTONNET Sophie**

Remerciements

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui m'ont aidée et soutenue dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, je remercie Madame Boutonnet, formatrice de l'ESPE de Pau. Intervenant en tant que directrice de mémoire, elle a pu me guider tout au long de mes recherches en m'aidant à trouver des solutions à mes divers problèmes. Je la remercie également pour ses conseils dans la mise en place de ma séquence de sciences dans ma classe. Elle a su me donner de nombreuses pistes de travail qui m'ont permis d'enrichir mes différentes recherches.

Je remercie ensuite Monsieur Gibel, maître de conférences, qui sera présent lors de la soutenance de ce mémoire et qui m'évaluera pour ce travail.

Je remercie ma collègue et binôme Zoé Gauthey pour cette année fantastique et son accompagnement dans la mise en œuvre de ma séquence pédagogique réalisée pour ces recherches.

Enfin je remercie mon frère Nicolas Hontebeyrie pour son support et ses conseils.

Table des matières

Remerciements	2
Sigles et abréviations	5
1. Introduction.....	6
2. Cadre théorique.....	8
2.1 L'évolution de l'enseignement des Sciences au cours des siècles.....	8
2.2 Les programmes de l'Education nationale de 2015.....	12
2.3 La démarche scientifique dans la recherche	13
2.3.1 Organisation de la démarche scientifique	13
2.3.2 La phase d'investigation	15
2.3.3 La phase de structuration	19
2.4 Le cahier de sciences.....	20
2.5 Éléments scientifiques sur les végétaux.....	22
2.5.1 La phase photochimique.....	22
2.5.2 La phase chimique.....	24
2.5.3 Les facteurs influençant la photosynthèse	26
2.6 Les connaissances à acquérir au cycle 2	27
2.7 Les difficultés et conceptions des élèves sur les besoins des végétaux.....	28
3. Problématique	30
4. Méthodologie.....	30
4.1 Contexte de la classe	30
4.2 Présentation de la séquence pédagogique	31
4.3 Présentation du protocole des recherches : Présentation des recueils et dispositif.....	33
4.3.1 Récapitulatif des recueils	33
5. Analyse : présentation des résultats et discussion	37
5.1 L'évolution des connaissances des élèves sur les besoins vitaux des végétaux.....	37

5.1.1	Les connaissances initiales (les conceptions).....	37
5.1.2	Les connaissances scientifiques après la séquence pédagogique	40
5.1.3	Les connaissances scientifiques un mois après la séquence pédagogique	44
5.1.4	L'évolution individuelle des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux.....	49
5.1.5	La représentation de l'eau dans les différents recueils	53
5.2	L'évolution des connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience	57
5.2.1	L'évolution individuelle des connaissances sur la mise en place d'une expérience.....	60
5.3	L'évolution des connaissances citées par les élèves après la séquence	64
6	Discussion	67
7	Conclusion.....	69
	Listes des tableaux.....	71
	Listes des figures.....	72
	Bibliographie et Sitographie.....	73
	Sommaire des annexes	76

Sigles et abréviations

Vous trouverez ici une liste alphabétique des abréviations présentes dans ce mémoire.

- CE1 : Cours élémentaire 1^{er} année
- CE2 : Cours élémentaire 2^{ème} année
- EPS : Ecoles primaires supérieures
- OHERIC :
Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion
- PRESTE : Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école
- NADPH : Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
- ATP : Adénine triphosphate
- ADP : Adénine diphosphate
- PGAL : Phosphoglycéraldéhyde

1. Introduction

Les sciences sont un domaine qui m'a toujours très intéressé. Issue d'étude de biologie, j'ai réalisé au cours de ma scolarité de nombreuses expériences au cours de travaux dirigés. Ces dernières font de nos jours partie de l'enseignement des sciences à l'école primaire. De nombreuses questions se sont alors posées à moi quant aux traces que ces dernières laisseraient dans la mémoire des élèves.

C'est pour cela que ce mémoire a pour but de répondre à différentes problématiques. Tout d'abord, il va tenter de mesurer l'impact d'une démarche expérimentale sur l'apprentissage des besoins des végétaux à l'école primaire. Plus particulièrement, ce travail de recherche vise à comprendre l'impact que peut avoir une expérimentation sur les conceptions des élèves de cycle 2. Ces conceptions concernent les besoins des végétaux (compétences scientifiques) et la mise en place d'une expérience (les savoir-faire), le but étant de savoir si les élèves ont appris à mettre correctement en place une expérience (témoin, ...). Nous verrons également si l'expérience participe à une certaine culture scientifique (connaissance de la démarche scientifique).

De plus, au cours de ce travail, je me suis demandé si les élèves étaient capables de transposer leurs savoirs d'un exemple de culture à tous les végétaux. En effet, la mise en place d'expériences en classe ne peut se réaliser sur toutes les espèces de végétaux présentes dans le monde vivant. De ce fait, est-ce que l'expérimentation sur un type de végétal (ici une plante annuelle : le haricot) permet aux élèves d'acquérir les connaissances sur les besoins vitaux de tous les végétaux. Sont-ils capables de transposer leurs savoirs d'une culture d'un végétal à une généralisation?

Je me suis également posé une autre question : que reste-il à long terme de ces connaissances, du souvenir de cette séquence ? Les élèves, pensent-ils avoir appris des connaissances scientifiques ou des savoir-faire ?

Pour toutes ces questions qui se posent à moi, j'ai choisi d'élaborer une séquence pédagogique impliquant la mise en place d'expériences sur les besoins des végétaux dans laquelle divers recueils seront réalisés tout au long de la séquence pour essayer d'y répondre. On étudiera ici les besoins vitaux de pousses de haricot.

Une première partie de ce mémoire consistera à réaliser un point sur l'évolution de l'enseignement des sciences à l'école primaire pour savoir à quel moment les savoir-faire ont pris de l'importance dans cet enseignement, à partir de quand parle-t-on d'expérimentation, pourquoi et quelles sont la place et les limites de celle-ci. On précisera les caractéristiques de la démarche utilisée aujourd'hui ainsi que ce qu'est une démarche expérimentale, et pourquoi cette dernière est fortement incitée institutionnellement mais aussi par les didacticiens.

On s'intéressera à ce que les chercheurs pensent de son utilisation, de son apport, de ses limites dans l'enseignement des sciences.

Puis, après une évocation des besoins vitaux des végétaux, s'en suivra une analyse sur les difficultés que peuvent rencontrer les élèves lors de l'étude des végétaux et du monde vivant à l'école primaire.

Dans une seconde partie, je chercherai, grâce à la mise en place de divers recueils tout au long d'une séquence sur les besoins des végétaux, à répondre aux questions précédemment émises.

2. Cadre théorique

Comme expliqué dans l'introduction, il est intéressant de remonter en arrière pour savoir depuis quand parle-t-on en classe d'expérimentation. Il est également intéressant de savoir depuis quand la démarche scientifique est préconisée en classe dans la construction des savoirs aux élèves, et pourquoi l'est-elle.

2.1 L'évolution de l'enseignement des Sciences au cours des siècles.

L'enseignement des sciences a évolué au cours des siècles (Berthou Guillemette, 1996 ; Kahn Pierre, 2000,).

Autrefois (au Moyen-Age), cet enseignement n'était destiné qu'à la formation des élites. Les sciences ont longtemps tenu une place secondaire dans les écoles. Elles font peu à peu leur apparition, notamment dans les écoles secondaires à la veille de la Révolution française. Mais ce n'est qu'en 1833 qu'a lieu la première innovation. En effet, la loi Guizot du 28 Juin 1833, organise et développe l'enseignement primaire : il est noté que toute commune de plus de 500 habitants se doit d'ouvrir une école primaire élémentaire pour les garçons. Des écoles normales primaires sont créées dans chaque département pour former des instituteurs. Sont alors enseignées dans les écoles primaires supérieures (écoles pouvant être suivies par les élèves après les écoles primaires) « des notions des sciences physiques et de l'histoire naturelle applicables aux usages de la vie »¹. Le 15 Mars 1850 (Loi Falloux), l'enseignement des sciences naturelles fait son apparition à l'école primaire élémentaire mais cet enseignement reste facultatif. Cette loi « fait descendre les matières prévues par Guizot pour les EPS dans l'enseignement primaire élémentaire ». (Kahn Pierre, 2000, p.10)

Enfin, les enseignements à l'école primaire deviennent obligatoires le 28 Mars 1882 sous la loi de Jules Ferry. C'est ainsi que les sciences se retrouvent enseignées dans toutes ces écoles qui associent « les éléments de sciences naturelles, physiques et mathématiques »². Néanmoins, le terme de « sciences expérimentales » utilisé

¹ Loi Guizot, 1833, p.1

² Loi du 28 Mars 1882, p.1

aujourd'hui n'apparaît pas encore. Tout au long du XIX^e siècle, l'instruction scientifique à l'école primaire est promue par les républicains, ce qui aboutit à l'expression « *leçon de choses* » dans le décret du 18 Janvier 1887. Ce procédé consiste à faire acquérir et comprendre des phénomènes complexes à un élève à partir de l'observation d'un objet concret de sa vie. C'est ainsi qu'une description de connaissances scientifiques ne suffirait plus à faire comprendre une notion à un élève ; la présentation d'un objet matériel s'y apprêterait davantage (Guillemette Berthou, 1996).

Cependant, ces « leçons de choses » entraînent une théorisation particulièrement poussée qui conduit l'apprenant à mémoriser ce que dit l'enseignant (Pierre Kahn, 1996).

Dans un même temps, dépassant la simple observation de choses, Bachelard montre une importance fondamentale de la problématisation dans l'enseignement des sciences. Pour lui, « toute connaissance est une réponse à une question » (Bachelard, 1934, p.17). Il explique que toute connaissance se doit d'être questionnée. Dans le cas contraire, des idées erronées pourraient s'incruster dans l'esprit des élèves.

Ce modèle initial « d'enfant observateur » va être très vite enrichi ; on parle en 1923 « d'enfant expérimentateur » dans les instructions officielles. L'expérimentation assignerait aux élèves un rôle actif ³. L'expérimentation accompagne ainsi l'observation.

Elle sera néanmoins retirée de l'enseignement des sciences en 1945 où l'on parle alors « d'observation comme la seule partie de la Science accessible à l'Ecole primaire. » (Berthou Guillemette, 1996, p. 6). En effet, le terme « d'expérimentation » n'apparaît plus dans les instructions officielles du 7 Décembre 1945. Seule la notion « d'observation » est citée : il est noté que « les leçons de choses doivent être des exercices d'observation sur les choses familières aux enfants: produits naturels, produits fabriqués, animaux, végétaux, phénomènes courants, outils, métiers.» (Kahn Pierre, 2000, p.14).

En 1957, on parle « *d'apprentissage méthodologique* » : bien que l'observation subsiste dans l'apprentissage des sciences, une certaine place est faite à l'étude de milieu. Les connaissances ne sont plus apportées telles quelles, une réelle méthode est mise en place.

Les années 1960-1970 constituent un virage dans l'évolution de l'enseignement et dans la didactique des sciences. On ne parle plus de « leçon de choses » mais

³ Instruction officielle du 20-06-1923

« *d'éveil scientifique* ». En effet, la création du tiers-temps pédagogique met en avant l'enseignement de l'histoire, de la géographie, des sciences et des travaux manuels. Les nombreux travaux de Wallon et Piaget ont mis en évidence que « les méthodes de l'enseignement primaire doivent s'adapter aux lois du développement intellectuel de l'enfant » (Kahn, 2000, p.25). L'apprentissage de leçons ne suffit plus ; les élèves doivent apprendre à trouver des moyens, des méthodes qui permettent de répondre aux problèmes qui se posent à eux. Apparaissent alors les trois savoirs que l'on connaît aujourd'hui : « savoir, savoir-faire, savoir-être ».

En 1969, la notion de démarche expérimentale apparaît sous le nom de OHERIC. Les situations-problèmes sont mises en place et permettent aux élèves de se questionner. On veut alors développer chez les élèves la curiosité, la créativité à travers la mise en place d'expériences que l'on dessine, schématise. L'observation est utilisée comme « une activité investigatrice » (Berthou Guillemette, 1996, p.8) et non plus comme un simple exercice sensoriel : les élèves formulent à partir de celle-ci des problèmes et les résolvent. L'observation se situe en amont de cette démarche.

S'en suit de nombreuses démarches, chacune basée sur des stratégies, des finalités spécifiques (voir figure 1 ci-dessous tirée des recherches de Guillemette Berthou).

Période	Stratégie	Démarche	Finalités	Contenus des programmes	Mot utilisé
1969-1979	Par extension spiralaire	• Observation • Activité investigatrice • (O)HERIC	• Savoir • Savoir-faire • Savoir-être	Thème venant de la vie de la classe	Enfant
1977-1980	Pédagogie par objectifs	Se poser des questions	Faire échec à l'échec scolaire	Contenus et démarche scientifique	• Enfant • Élève
1985	Enfant au cœur de son apprentissage	Démarche explicative et méthodes scientifiques	• Éducation à la liberté • Dimension historique, sociale, éthique de la science et de la technologie	Contenus en science et en technologie	• Enfant • Élève
1989-1991	• L'élève s'interroge • Role de l'erreur	• Élaboration de modèles • Démarche-expérimentale • (O)HERIC	Égalité et réussite sociale	Compétences	• Élève • Enfant • Apprenant
1992-1995	• Dédramatisation de l'erreur • Valorisation de la réussite	Démarche scientifique : parallèle avec la démarche d'apprentissage	• Capacité à se repérer au collège • Valeurs constitutives de notre société	• Compétences et contenus • Hygiène de vie	Élève

Figure 1: Récapitulatif de l'évolution de l'enseignement des sciences de 1969 à 1995 (Guillemette Berthou)

Ainsi, la notion d'expérience apparaît pour la première fois à l'école primaire en 1923 puis disparaît pour être à nouveau évoquée quelques années plus tard en 1970.

En 1985, les « leçons d'éveil » tombent dans l'oubli et l'expérimentation est à nouveau décrochée de l'enseignement des sciences.

L'opération « *La main à la pâte* », créée en 1995, lutte contre cette suppression. Cette fondation de coopération scientifique est lancée par Georges Charpak, physicien ayant obtenu le prix Nobel de physique en 1992, avec le soutien de l'Académie des sciences. Il s'appuie sur le « hands on », démarche observée dans le modèle anglo-saxon. « La main à la pâte » a pour but de rénover et de promouvoir l'enseignement des sciences à l'école élémentaire. Elle se focalise sur un enseignement qui développe l'expérimentation, la manipulation, l'observation et le questionnement chez les élèves. Ces derniers vont être acteurs de leur apprentissage via des écrits et construisent le savoir ensemble. La place de l'enseignant est celui d'accompagnateur. Ainsi, elle permet de développer, à partir des conceptions des élèves (Piaget voir ci-dessous), une démarche dite d'investigation. Les élèves vont se questionner, formuler des hypothèses et mener une investigation qui permet de vérifier ou non celles-ci. Elle vise à favoriser le travail collaboratif et le débat scientifique. Elle incite également à maîtriser le langage puisque les élèves sont amenés à débattre, à argumenter leur point de vue tout en respectant celui de leurs camarades. Nous sommes dans une réelle formation du citoyen où les activités langagières ont un rôle central dans la construction des savoirs.

Peu à peu, cette fondation gagne de l'ampleur et est considérée comme un « *pôle innovant* ». Ces techniques sont ainsi encouragées et diffusées dans toutes les écoles grâce au PRESTE (plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école) qui s'appuie sur les expérimentations de « La main à la pâte », en juin 2000.

Dans les instructions officielles de 2002 apparaît la démarche d'investigation qui, dans la continuité de l'approche initiée par « La main à la Pâte », met l'élève au centre des apprentissages. En effet, les élèves vont apprendre à se questionner, à manipuler, à observer sous le regard de l'enseignant. Elle va permettre aux élèves de construire de nouvelles connaissances. Cette démarche a pour vocation de lier la démarche de l'enseignement des sciences à celle des scientifiques.

Qu'en est-il des programmes de l'Education Nationale de 2015 ? Reprennent-ils ces idées ?

2.2 Les programmes de l'Education nationale de 2015

Les programmes d'aujourd'hui semblent en effet poursuivre ces idées.

Dès la maternelle, les élèves « explorent et observent le monde qui les entoure »⁴, ce qui leur permet d'aborder les caractéristiques de cette démarche.

Au cycle 2, les programmes encouragent aujourd'hui le recours à une démarche dite scientifique. En effet, les élèves vont se questionner sur des problèmes liés au monde qui les entoure. Pour y répondre ils suivront une démarche appelée « la démarche scientifique » dont l'organisation est expliquée dans la partie suivante. De ce fait, ils développeront « *des capacités à raisonner* » tout en se formant à devenir citoyen. Cette démarche préconise « la pratique de l'observation, de l'expérimentation et de la mémorisation. » (BO n°11, 2015, p.65).

Au cycle 3, ce travail continue : cette démarche est automatisée pour permettre à l'élève de « distinguer ce qui relève de la science et ce qui relève d'une opinion ». De nouvelles méthodes de raisonnement sont vues telles que la lecture d'articles scientifiques qui peut être compliquée à utiliser dans une classe de cycle 2 compte tenu des compétences linguistiques qui en découlent.

Il semble que depuis la diffusion des idées du PRESTE en 2000 les concepts de l'enseignement scientifique soient les mêmes. En effet, au cours de sa scolarité, l'élève est amené à construire ces connaissances scientifiques (concepts simples en C2 et C3) : il se questionne, émet des hypothèses et essaye de trouver un moyen d'y répondre en manipulant, en observant, en expérimentant. Il semble ainsi que cette méthode soit adoptée par tous pour permettre à l'élève de construire les connaissances mais aussi pour développer la « culture scientifique ». Les élèves vont apprendre à « faire des sciences » en se questionnant et en testant leurs hypothèses.

Est-ce vraiment le cas ? Les élèves construisent-ils mieux les connaissances scientifiques en manipulant ? Ne retiennent-ils pas plutôt la méthode utilisée pour construire ces connaissances ?

Tel est ce que j'essaierai de voir à travers quelques recherches et que je tenterai de tester à travers un protocole expérimental explicité en deuxième partie.

La séquence pédagogique s'appuiera sur cette démarche dite scientifique dont le déroulement est détaillé ci-dessous.

⁴ BO n°11 du 26-11-2015 « *Questionner le monde* », p.62

2.3 La démarche scientifique dans la recherche

Depuis 2015, la démarche scientifique est la démarche préconisée par l'Education Nationale concernant l'apprentissage des Sciences à l'école primaire. Avant 2015, on parlait de démarche d'investigation. Cette démarche scientifique se focalise sur les élèves en les rendant acteurs de leur apprentissage : ils vont acquérir des savoirs, savoir-faire et savoir-être. Elle consiste à faire suivre une démarche de co-construction des connaissances similaire à celle des scientifiques : les élèves seront amenés à mutualiser leurs conceptions, leurs savoirs pour résoudre ensemble les problèmes qu'ils se posent. C'est un modèle constructiviste (et non transmissif) défendu par le psychologue Jean Piaget : ce dernier explique que l'élève ne reçoit plus seulement des informations mais les recherche, les sélectionne, les organise.

2.3.1 Organisation de la démarche scientifique

La démarche scientifique s'organise de la manière décrite dans les paragraphes suivants.

A partir d'une situation-problème les élèves vont s'interroger, se questionner sur une notion permettant de faire émerger leurs connaissances initiales. (Calmette Bernard, 2012). Les élèves n'arrivent pas à l'école avec la tête vide de connaissances ; ils possèdent des systèmes explicatifs et des représentations sur les divers phénomènes physiques et biologiques qu'ils rencontrent dans leur vie quotidienne. (Giordan, 2008). On (Giordan, 2008) nomme ces connaissances les conceptions.

Le rôle des enseignants serait de faire évoluer ces conceptions pour que les élèves puissent s'approprier les connaissances scientifiques. (Gaston Bachelard, 1967). L'obstacle épistémologique qui correspond à la résistance des conceptions et raisonnements initiaux des élèves doit être identifié par l'enseignant pour mieux les surmonter. Ainsi, après les différents relevés effectués dans mes recherches, il s'en suivra une analyse permettant d'identifier si les conceptions des élèves ont évolué ou pas. L'homme a une fâcheuse tendance à s'attacher à ses conceptions. Le souvenir de la réussite de certains concepts entrave l'apprentissage des sciences. Notre intuition première semble persister. Il faut ainsi faire évoluer ce savoir qui a déjà fait

ses preuves dans la vie courante par le savoir scientifique. (Bachelard, 1934) Il est alors intéressant de voir si certaines conceptions des élèves persistent ou pas sur les besoins des végétaux ou sur la mise en place d'une expérience après la séquence pédagogique.

Ainsi, l'enseignement des sciences a vu un nouveau jour et plusieurs stratégies didactiques ont été mises en place et permettent de prendre en compte ces conceptions d'origines sociales et matérielles. Ces dernières, une fois relevées, seront confrontées lors de débat et remises en cause par les autres élèves : c'est ce que l'on nomme le conflit socio-cognitif. Les élèves se rendent compte que leurs conceptions sont erronées, elles sont déstabilisées et cela les motivent à construire de nouvelles connaissances scientifiques. Le doute ainsi créé permet de formuler des problèmes, des questionnements. Des hypothèses seront émises et une phase d'investigation sera mise en place permettant de vérifier ou non celles-ci : on est dans une démarche dite hypothético-déductive. A partir des résultats et des hypothèses validées ou réfutées, une phase de structuration aura lieu. Elle va permettre de structurer les savoirs abordés durant la séquence. Enfin, une phase d'institutionnalisation finale permettra de reformuler les connaissances scientifiques étudiées lors de la séquence d'apprentissage. L'enseignant devra mettre en avant les différentes traces écrites au cours des séances : les conditions de l'expérience, les résultats, devront être écrits. Pour cela, un cahier de sciences a été mise en place (voir p.20).

Ces points seront développés ci-dessous et la séquence pédagogique mise en place reprend ces différents concepts.

Les élèves vont se questionner, émettre des hypothèses et trouver un moyen de les vérifier ou non : nous sommes bien dans un travail semblable à celui des scientifiques qui cherchent à répondre à des questions, à tester des hypothèses qu'ils essayent de vérifier par des expériences en laboratoire.

Le but de cette démarche est de mettre en place « un environnement didactique » (Giordan, 2008, p.29) transformant les conceptions initiales qui constituent un obstacle aux apprentissages. Le choix de la situation-problème est alors d'une importance extrême : l'enseignant se doit de choisir la situation la plus adéquate possible ; celle qui favorise le questionnement, la motivation chez les élèves et à terme qui permet la remise en cause des conceptions initiales des élèves. Il est conseillé d'utiliser une situation-problème ludique qui s'inspire de la vie quotidienne des élèves. En effet, ces derniers pourraient s'y projeter et s'impliquer davantage au cours des

séances suivantes. Dans la séquence pédagogique qui suivra, la mise en place d'un potager servira de situation-problème.

2.3.2 La phase d'investigation

Cette phase d'investigation peut prendre plusieurs formes. Elle permet de recueillir les données et à terme de les organiser. Les résultats de cette phase permettront de vérifier si les hypothèses émises sont vérifiées ou non.

Il existe six méthodes d'investigation (l'observation, la visite, l'enquête, la recherche documentaire, la modélisation et l'expérience). Il appartient à l'enseignant de faire un choix parmi ces différentes méthodes en fonction des élèves, de l'objet d'étude et de la nature des hypothèses émises. Il semble impossible de faire réaliser aux élèves une expérience pour comprendre les mouvements corporels ; on utiliserait, ici, la modélisation. Dans la séquence qui suivra, la méthode d'investigation utilisée sera l'expérience : l'enseignant devra alors prévoir le matériel nécessaire pour que les élèves puissent essayer de mettre en place leurs protocoles expérimentaux, protocoles qui permettraient de vérifier leurs hypothèses sur les besoins des végétaux (et plus précisément sur les besoins de pousses de haricot). Ces derniers ont été choisis pour leur croissance rapide et visible.

A terme, les élèves sont questionnés sur le moyen qui leur semble le plus adapté pour trouver réponse à leurs hypothèses : l'observation, la visite, l'enquête, la recherche documentaire, ...

Le rôle de l'enseignant n'est pas « *d'enseigner* » mais de « *favoriser l'apprendre* » (Giordan, 2008, p.31). Ce dernier se doit de faire naître chez les élèves de la curiosité, sentiment indispensable dans les apprentissages, faute de quoi l'élève n'aura pas l'envie d'apprendre. Pour cela, l'enseignant doit choisir et varier l'environnement pédagogique. (Giordan, 2008)

Quelles sont les avantages de cette méthode d'investigation et ses limites ?

2.3.2.1 L'expérimentation en Sciences

2.3.2.1.1 Quelques définitions : un concept complexe

Dans un premier temps, il est bon de définir certains termes avant d'étudier de plus près ce que pensent les chercheurs au sujet de l'expérimentation en Sciences.

« Expérimenter c'est, par définition, avoir recours à l'expérience » (Astolfi, 1998). Alors que l'expérimentation est « une méthode scientifique reposant sur l'expérience et l'observation contrôlée pour vérifier des hypothèses. » (D'après le petit Larousse).

C'est ainsi que l'expérimentation en sciences permet de vérifier ou non des hypothèses en ayant recours à l'expérience comme moyen d'investigation.

Néanmoins, dans les instructions officielles de 2015, « des expériences simples » sont associées à « l'exploration, l'observation, la manipulation, la fabrication » (BO n°11, 2015, p.65). Cependant, si l'on applique les définitions ci-dessus, une observation n'est pas une expérience mais un moyen de vérifier des hypothèses. Il faut donc faire attention aux mots utilisés en classe avec les élèves.

2.3.2.1.2 L'expérience en classe

2.3.2.1.2.1 L'apport de l'expérience

Le but de la démarche expérimentale est de confronter les conceptions des élèves à la réalité en mettant en place des moyens pour les tester. De ce fait, des hypothèses sont émises, expérimentées, vérifiées ou non. Il s'agit d'un véritable « *cheminement de la pensée* » (Cariou J-Y, 2007). Mais quel est l'intérêt de faire expérimenter les élèves en classe ?

Tout d'abord, nous sommes dans un enseignement dit concret où les élèves sont acteurs et non passifs. Les élèves répondent à des problèmes où ils sont en situation d'activité. Cette démarche donne un véritable sens à leur apprentissage. Ils vont manipuler des choses, prendre du plaisir à réaliser des tâches et seront plus impliqués dans l'activité. (Cariou, 2007).

De même, l'esprit créatif et la logique sont travaillés lors de cette démarche puisque les élèves doivent trouver un moyen de tester ce qu'ils pensent. Ces pratiques (expériences) laissent également des traces dans les mémoires des personnes : les élèves seraient plus susceptibles de se souvenir de ce qu'ils ont fait, vu et appris. (Coquidé M et Flageul, 1999).

Tel est ce que j'essaierai de vérifier dans ce mémoire. L'apport transmissif du besoin en air, sans expérimentation, en parallèle avec l'expérimentation d'autres besoins (eau, chaleur et lumière) permettra de définir les besoins que les élèves retiennent le mieux : les besoins expérimentés ou le besoin en air qui aura seulement été transmis par l'enseignante. De ce fait, à travers l'expérience, les élèves ont-ils retenu les connaissances scientifiques abordées ainsi que la mise en place de celle-ci ?

On entend ici par mise en place d'expérience le fait de comprendre l'utilisation d'un pot témoin. Il ne leur sera pas demandé en fin de séquence de mettre en œuvre une expérience.

Il est également intéressant de s'attarder sur les connaissances qu'ils pensent avoir apprises le mieux : est-ce les connaissances scientifiques ou les connaissances sur la mise en place d'une expérience ?

De même, cette démarche développe chez les élèves de nombreuses compétences sociales et morales : ces derniers vont devoir débattre au sujet de leur expérience et de leurs résultats. Ils vont devoir prendre en compte les paroles de leurs camarades et cela lors des différents travaux en groupe. Ils apprennent aussi à observer, à prendre le temps, notamment lors de l'observation rigoureuse des résultats d'une expérience par exemple.

De plus, un véritable travail sur le langage est réalisé en lien avec le domaine 1 du socle commun « Les langages pour penser et communiquer ». Les élèves développent des compétences linguistiques et langagières : ils apprennent à échanger, à argumenter, à se justifier. Ils sont en interaction avec leurs camarades. Ils vont également apprendre à dessiner, à réaliser un schéma qui sont les spécificités du langage scientifique. Dans la séquence qui suivra, ils devront dessiner ce qu'ils voient : les couleurs, le nombre de feuilles,...

Enfin, la mise en place d'expériences permet d'abandonner plus facilement une conception erronée que la simple observation. En effet, si la mise en place de l'expérience ne permet pas de valider telle ou telle autre hypothèse, les élèves devront

abandonner leurs connaissances initiales pour en construire une nouvelle.

Ainsi, les élèves sont confrontés au réel où il y a une possibilité de tester leur hypothèse. Cependant, cette méthode demande une certaine rigueur et certains points négatifs subsistent.

2.3.2.1.2.2 Les limites de l'expérimentation

La mise en place d'une expérience est guidée par les représentations ou les connaissances initiales que possèdent déjà l'individu au moment où il construit son expérience. En effet, l'hypothèse que l'on veut confirmer n'est sujette qu'à notre propre questionnement, les paramètres que l'on fait varier sont ceux que l'on aura choisi d'étudier aux dépens de ce que l'on ignore peut-être. De ce fait, les élèves peuvent oublier de prendre en compte certains facteurs et aboutir à une conclusion dite erronée. Il est donc important que l'enseignant reformule les idées, les résultats,...

Les expériences réalisées en classe avec les élèves ne peuvent être généralisées à l'ensemble des êtres vivants (Coquidé et al, 1999). En effet, les expériences réalisées ici sur une espèce de plantes ne peuvent être généralisées à toutes les espèces. De plus, de nombreuses expérimentations sur le vivant sont interdites dans les écoles, ce qui oblige l'enseignant à passer par une autre espèce. Ceci a une influence sur « les représentations (les connaissances) que les élèves construisent ». (Coquidé M., 1999, p. 60)

De ce fait, après la généralisation des besoins des végétaux, il sera intéressant de savoir si les élèves ont su retrouver les besoins vitaux de l'arbre alors qu'ils n'ont pas effectué d'expérimentation sur ce dernier.

De même, une erreur peut être commise lors de la mise en place d'une expérience et conduire à une généralisation erronée. Il est donc important de vérifier les résultats trouvés au près d'articles scientifiques, des encyclopédies, de vidéo par exemple.

La résistance du réel s'éprouve lors d'expérimentations : celles-ci peuvent être dues à « l'instrumentation ». Les classes ne possèdent pas forcément le matériel nécessaire pour réaliser telle ou telle autre procédure. Cela peut également venir du sujet qui, ne sachant pas manipuler un objet, réalise des erreurs de jugement et d'interprétation. La manipulation d'objets et la mise en place des protocoles

expérimentaux doivent être suivis de près par l'enseignant.

Enfin, un dernier problème subsiste : les élèves peuvent se focaliser sur l'expérience, le matériel et pas sur l'objet du savoir.

2.3.3 La phase de structuration

Jean-Pierre Astolfi va s'intéresser à la structuration du savoir. Il conçoit « le modèle » pédagogique par « investigation-structuration » (Astolfi, 1992). Ses travaux sont repris quelques années plus tard par Bernard Calmettes. Pour eux, une phase d'investigation seule ne suffit pas, « il est indispensable de reformuler » (Astolfi, 1992, p.113) et de structurer le savoir. Tout d'abord, cette structuration va permettre à l'élève d'organiser sa pensée. En effet, une reformulation des apprentissages va permettre aux élèves de s'approprier le savoir et pas seulement de le recevoir. Le savoir va être explicité par écrit, ce qui permet à l'élève d'y revenir et notamment de le retrouver en cas d'oubli. La mémoire à long terme comprend de nombreuses informations qui ont tendance à s'enfouir, la seule lecture peut permettre de les récupérer.

Ces phases de structuration du savoir permettent à l'élève « de remodeler un énoncé » pour le généraliser (Astolfi, 1992). Des activités de synthèse sont nécessaires, caractérisées par « une comparaison, une opposition, une généralisation » des connaissances scientifiques abordées. (Astolfi, 1989)

De ce fait, dans la séquence pédagogique qui suit, à la suite de la mise en place d'une expérience et de la validité ou non d'une hypothèse, les connaissances scientifiques qui en découlent seront formulées et notées par les élèves dans leur cahier d'expériences. Ces écrits leur permettront d'y revenir à tout moment de leur scolarité. De même, une séance sera consacrée à la généralisation des besoins vitaux des végétaux grâce à l'étude documentaire des besoins du chêne, du cactus et du rosier et à la structuration par les élèves du savoir en jeu.

2.4 Le cahier de sciences

Le cahier de sciences est un outil mis à la disposition des élèves contenant les activités réalisées en classe de sciences. Certains le nommeront « le cahier d'expériences ». Cependant, cela supposerait de ne pas y faire figurer des dessins de modélisation sinon cela fausserait la définition de ce qu'est une expérience.

C'est un outil important pour la fondation « La Main à la Pâte » qui est également préconisé par les instructions officielles de 2002 sous le nom de « carnet d'expériences ». Dans ce cahier se trouvent tous les écrits collectifs ou personnels des élèves réalisés pendant les séances de sciences. Il peut avoir plusieurs formes : classeur, cahier, porte-vue,et peut suivre toute la scolarité de l'école primaire de l'élève.

On va trouver dans ce cahier de nombreux écrits. Prenons l'exemple des écrits qui y seront présents après la séquence pédagogique menée en classe.

Les élèves noteront tout d'abord **le problème soulevé** au cours de la phase de situation-problème. Puis, s'en suivra le relevé de **leurs conceptions initiales**. Enfin, **leurs hypothèses** seront notées et ils planifieront **une possibilité de phase d'investigation** à mener pour répondre à leurs hypothèses. Dans la séquence qui suivra, la méthode d'investigation utilisée est l'expérimentation ; **un protocole expérimental** sera élaboré et **les prévisions** y seront notées. Ces écrits ont alors une fonction « d'agir » : les élèves sont acteurs. S'en suivra des écrits qui permettent de « retenir » par **la prise de notes d'observation**, de résultats expérimentaux et de notes de lecture qui ont été mis en place pour vérifier ou non l'hypothèse testée. Ces écrits permettent de mémoriser la démarche utilisée pour que les élèves soient plus susceptibles de la retenir et notamment de retenir la mise en place d'une expérience. L'intérêt est ainsi de fournir un support qui permet de raisonner afin de faciliter la construction mais aussi l'assimilation des connaissances. Des écrits permettant de « comprendre et de s'expliquer » peuvent également figurer dans ce cahier. Ces derniers prennent la forme de notes personnelles où les élèves vont noter leurs idées, leurs interprétations. Ils pourront alors dessiner, schématiser, réaliser des diagrammes,.... Enfin, **une mise en commun et une synthèse** seront réalisées après toute phase d'investigation avec les élèves. En fin de séquence, **un résumé des connaissances scientifiques** découvertes sera construit par les élèves (la phase d'institutionnalisation finale).

De ce fait, deux types d'écrits classés selon leur fonction dans les apprentissages devraient coexister dans le cahier de sciences des élèves (Vérin Anne, 1988). Un code couleur a été élaboré. Cela permet d'identifier tous les écrits présents dans mon cahier de sciences :

- **Les écrits instrumentaux**. Ces derniers correspondent à des « écrits fonctionnels » où les élèves écrivent leur pensée, leur questionnement, schématisent leurs conceptions. Nous retrouverons ces écrits au cours de la séquence pédagogique mise en place. Ils permettent d'organiser la pensée et d'ainsi la réguler. Ils peuvent créer des conflits cognitifs, éléments essentiels et moteurs dans la démarche scientifique. Il n'est donc pas important, pour elle (Anne Vérin), que l'orthographe et la construction des phrases soient correctes.

- **Les écrits expositifs**. Ceux-ci permettent de récapituler les travaux effectués. Ils explicitent notamment les connaissances scientifiques construites et participent à la mise au clair des différentes idées. Leur fonction est de « faire savoir ce que l'on sait, de faire comprendre, d'expliquer à d'autres » comme le soutient Anne Vérin. Une attention sur le code linguistique sera exigée.

Trace écrite (cahier de sciences) : Le cahier sera toujours tenu de la même manière :

- Problème posé
- Ce que je pense (conceptions initiales) : schéma
- Ce que la classe pense : affiche n°1 recopiée
- Hypothèse testée
- Protocole expérience (schéma, légende, ...) et les prévisions
- Protocole choisi
- Suivi, mes observations (calendrier)
- Résultats
- Conclusion

Ecrit instrumental

Ecrit expositif

2.5 Éléments scientifiques sur les végétaux

Les végétaux chlorophylliens (algues unicellulaires et pluricellulaires, plantes vertes terrestres) sont des êtres vivants et comme tout être vivant ont besoin de se nourrir.

Les végétaux sont autotrophes c'est-à-dire qu'ils sont capables de « se nourrir » tout seul en fabriquant de la matière organique (des sucres) à partir de la matière minérale. La réaction associée se nomme la photosynthèse et se réalise en deux phases : la phase photochimique et la phase synthétique.

Il existe d'autres bactéries photosynthétiques réalisant la photosynthèse mais ces dernières n'utilisent pas les mêmes types de chlorophylles pour capter la lumière. De même, elles ne dégagent pas d'oxygène et l'hydrogène est également apporté par d'autres sources que l'eau (H_2 , acide gras, ...).

2.5.1 La phase photochimique

Cette phase permet de créer de l'énergie chimique sous forme d'ATP (adénosine triphosphate) et de l' $NADPH$ à partir de l'énergie lumineuse du soleil et de molécules d'eau captées par les racines par les poils absorbants au niveau de la zone pilifère. Ces molécules d'eau constituent la sève brute (avec les sels minéraux) et seront transportées au niveau des feuilles par le xylème grâce à l'évapotranspiration.

Les rayons lumineux arrivent au niveau des thylakoïdes. Ces derniers sont des membranes photosynthétiques et se trouvent à l'intérieur des chloroplastes (figure 2⁵).

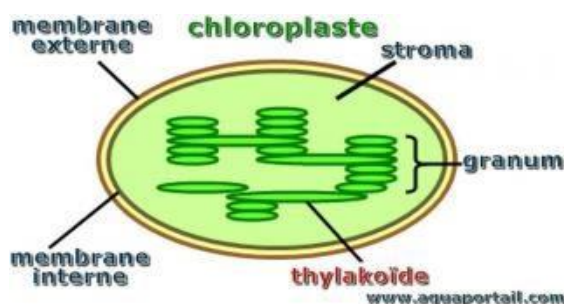


Figure 2: Schéma d'un chloroplaste

Les chloroplastes sont des organites intracellulaires présents chez les végétaux

⁵ Sources : <https://www.aquaportail.com/definition-4072-thylakoide.html>

au niveau des feuilles. Dans les membranes des thylakoïdes se trouvent des systèmes transporteurs d'électrons, des complexes protéiques qui se nomment les ATP synthétases et des chlorophylles. Ces chlorophylles sont des pigments photosynthétiques captant l'énergie lumineuse : ils absorbent certaines longueurs d'ondes de la lumière. La *chlorophylle a* est le principal pigment responsable de cette absorption de lumière. Cependant, il existe d'autres chlorophylles (b, c et d) qui absorbent des longueurs d'ondes différentes et qui transmettent l'énergie obtenue à la chlorophylle a. On nomme ces chlorophylles les pigments photosynthétiques accessoires.

Ils forment des photosystèmes (amas de chlorophylles) au niveau des membranes des thylakoïdes. Il en existe deux types : les photosystèmes I absorbant des longueurs d'ondes de 700nm et les photosystèmes II absorbant des longueurs d'ondes autour de 680 nm.

Toutes ces chlorophylles permettent la réalisation d'une réaction photochimique : les chlorophylles vont capter et absorber un photon de lumière qui va élever les électrons du pigment à un niveau d'énergie supérieur. Les électrons sont ensuite transférés au niveau d'une chaîne photosynthétique et finiront leur course à la surface externe de la membrane des thylakoïdes (figure 3⁶). A ce niveau, les électrons sont recueillis : le NADP⁺ reçoit ces électrons ainsi que des protons (H⁺) provenant de la dissociation de l'eau. Du pouvoir réducteur sous forme de NADPH + H⁺ est ainsi créé dans le stroma.

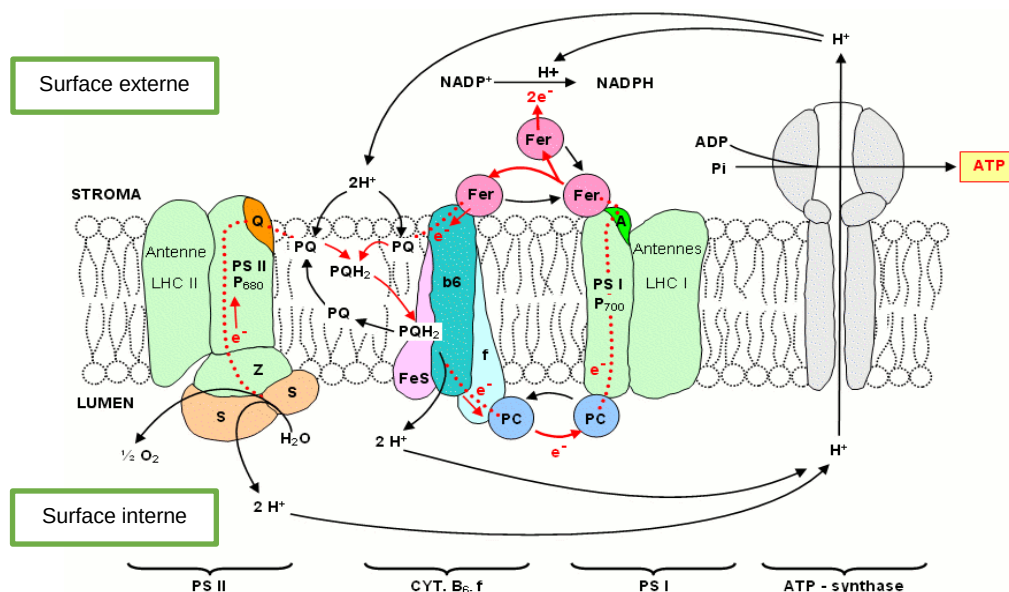


Figure 3: Complexe macromoléculaires et transferts d'électrons et de protons au niveau de la membrane du thylakoïde

⁶ Sources : <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/spip.php?article1207>

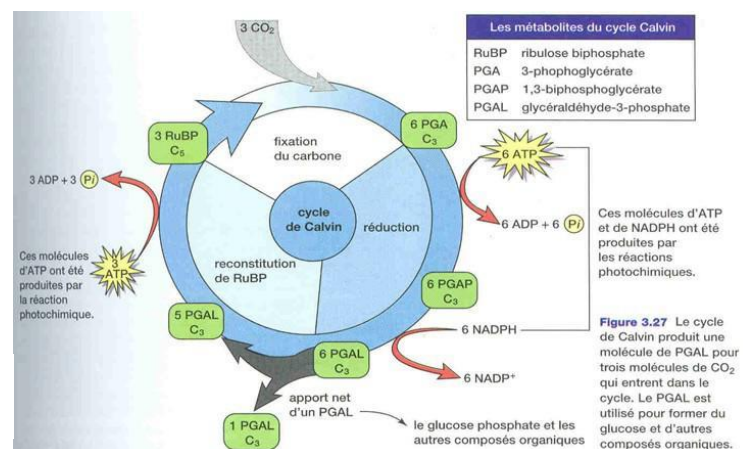
Les électrons perdus par les pigments photosynthétiques du photosystème II leur sont rendus grâce à la dissociation de l'eau en électrons, protons et oxygène. Ainsi, un gradient de protons est créé à l'intérieur des thylakoïdes. L'atome d'oxygène, quant à lui, s'unit à un autre pour former du dioxygène (O₂) qui se diffuse à l'extérieur de la plante au niveau des stomates.

L'accumulation de protons dans les thylakoïdes entraîne une différence de pH entre les deux côtés des membranes ce qui aboutit à la création d'ATP. Cette dernière est créée au niveau de l'ATP synthétase (protéines inter membranaires des thylakoïdes) qui utilise l'énergie du flux de protons pour phosphoryler l'ADP en ATP. L'ATP se retrouve directement dans le stroma des chloroplastes.

2.5.2 La phase chimique

Durant cette phase sera créée la matière organique (les sucres). Elle consiste à l'incorporation du carbone minéral par la plante à travers de nombreuses réactions que l'on nomme le Cycle de Calvin (figure 4⁷).

Figure 4: Le cycle de Calvin



Le dioxyde de carbone contenu dans l'air est capté au niveau des feuilles. Les plantes perdent de l'eau au niveau des feuilles, plus précisément au niveau des stomates qui sont des pores qui s'ouvrent et se ferment. Ce sont ces structures qui permettent également au dioxyde de carbone de rentrer dans la plante.

Le cycle de Calvin se réalise au niveau du stroma des chloroplastes. La première réaction correspond à l'association entre le dioxyde de carbone et le Ribulose diphosphate qui est un composé à 5 atomes. Cette liaison est réalisable

⁷ Sources :

https://cours.francocite.ca/courslaf/SBI4U_web/SBI4U_unit%C3%A9%20C_Processus%20M%C3%A9taboliques/c_hapitre3/SBI4U_chap3_La%20photosynth%C3%A8se_page%20web_2010.htm

grâce à la Rubisco (la RuDP carboxylase), enzyme la plus abondante de tout le monde vivant. A l'issue de cette réaction sont créés deux composés à 3 atomes de carbone : l'acide phosphoglycérique (AGP). Puis, chacun de ces deux composés va recevoir de la part de l'ATP, crée précédemment, un groupement phosphate créant ainsi deux acides diphosphoglycériques. Ces derniers sont ensuite réduits par l'NADPH en phosphoglycéraldéhyde (PGAL). Enfin le PGAL crée, va prendre plusieurs directions :

- Une partie servira à régénérer le Ribulose diphosphate grâce à l'apport d'une troisième molécule d'ATP
- Une autre partie servira à la synthèse d'hexoses qui pourront alors se polymériser en amidon (réserve énergétique) ou en cellulose (composante des parois cellulaires)
- Une dernière partie peut également servir à produire des acides aminés. Ceci nécessite l'assimilation par la plante d'azote (sels minéraux), au niveau des racines. Ces sels minéraux sont contenus dans la terre.

Il faut réaliser 6 tours du cycle de Calvin pour produire une molécule à 6 atomes de carbone.

Ainsi, l'assimilation du carbone minéral conduit à la formation de trioses-phosphates qui sont des composants précurseurs des autres oses (glucides) et des composés de la cellule végétale (acides aminés, acides gras). L'ATP et le NADPH créés lors de la phase photochimique sont également responsables de la formation de trioses-phosphates. La phase photochimique, comme son nom l'indique, ne peut se faire qu'à la lumière car elle nécessite des photons. C'est donc pour cela que les plantes ne produisent pas de matière organique à l'obscurité et donc ne poussent pas sans lumière.

Les sucres créés vont constituer une partie de la sève élaborée et seront distribués à la plante grâce aux vaisseaux du phloème (figure 5⁸). Ils auront différentes fonctions au sein de la plante : croissance de la plante, réserve,

Au cycle 2, les élèves n'observeront que la croissance de la plante : tout le savoir savant n'est bien sûr pas étudié. L'eau, la lumière (nécessaires à la phase 1) et la température sont étudiées en classe. En revanche, on ne parle pas de dioxyde de carbone en cycle 2, on parlera d'air. Ce dernier est un besoin difficile à aborder car les élèves ne connaissent pas la composition de l'air et pensent souvent que c'est le

⁸ <https://sciencesdelavieetdelaterre93.files.wordpress.com/2016/12/schc3a9ma-bilan-fin-chapitre.jpg>

dioxygène qui manque. De même, on ne parlera pas des besoins en sels minéraux mais de terre, puisque ces minéraux ne sont également pas connus des élèves.

Bilan :

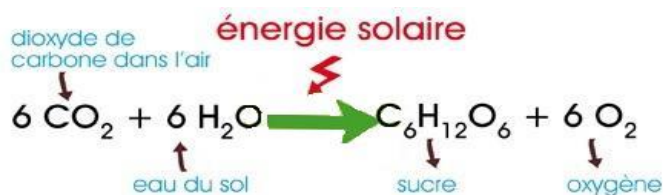
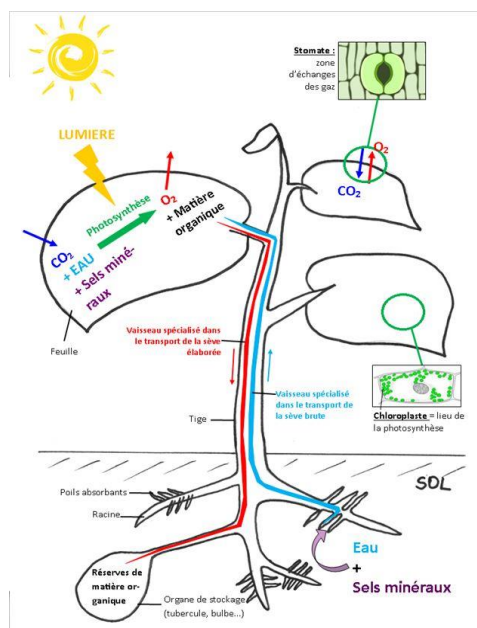


Figure 5: Schéma et équation bilan de la nutrition des plantes

2.5.3 Les facteurs influençant la photosynthèse

De nombreux facteurs externes rentrent en compte dans la réalisation de la photosynthèse.

Tout d'abord, la lumière et la température vont avoir un impact sur l'intensité de la photosynthèse. En effet, la lumière de faible intensité va réduire l'activité photosynthétique puisque la phase photochimique se réalisera plus lentement et le NADPH et l'ATP ne seront pas créés en quantité suffisante par rapport à la fixation du carbone qui en nécessite. La nuit, les plantes ne réalisent pas la photosynthèse. Elles ont donc besoin de lumière, d'où la possibilité de réaliser une expérience avec deux plantes : une plante placée à l'obscurité et l'autre à la lumière pour expliquer le besoin en lumière de la plante de haricot.

De même, une température élevée permet aux molécules de se déplacer plus rapidement. Les réactions chimiques se réalisent donc plus rapidement et la photosynthèse a lieu avec un rendement supérieur. Cependant, une température trop élevée dénature les enzymes des cellules qui ne peuvent plus réaliser les réactions. La photosynthèse serait alors interrompue. Il faut donc faire attention à la température de l'air à laquelle nous cultiverons nos haricots : la température optimale de leur

croissance est de 25°C, le zéro végétatif (température en dessous de laquelle la croissance de la plante s'arrête) est de 10°C. La germination commence à partir de 12°C. Ainsi, une plante d'haricot mise dans un réfrigérateur va mourir : une telle expérience sera réalisée avec les élèves.

Comme vu précédemment, l'évapotranspiration au niveau des stomates permet à la plante de s'approvisionner en dioxyde de carbone. De ce fait, si une plante manque d'eau ou si la température est trop élevée, les stomates ne s'ouvriraient plus et la plante ne serait alors plus approvisionner en dioxyde de carbone. La photosynthèse s'en trouverait alors affectée.

Les plantes vertes ont ainsi besoin pour se développer de dioxyde de carbone présent dans l'air, d'eau présente dans le sol, de sels minéraux apportés par la terre, de lumière et d'une température compatible avec les réactions chimiques et l'ouverture des stomates, différente suivant les plantes dans le monde. Mais ces deux besoins sont souvent confondus car ils ont une origine identique : le soleil. Ces plantes réalisent également la respiration cellulaire dont le rendement, le jour, est inférieur à celui de la photosynthèse.

Au cours de cette séquence, les besoins en eau, lumière et chaleur seront expérimentés par les élèves. Les besoins en terre et air seront transmis aux élèves sans être expérimentés : il est en effet difficile d'expérimenter le besoin en air, une pompe à vide étant nécessaire pour cela et difficile d'acquisition.

Au cours de la séquence pédagogique, il sera ainsi intéressant de découvrir d'autres végétaux dont les besoins ne sont pas les mêmes, dont la température compatible avec les réactions chimiques de l'organisme n'est pas la même (exemple du cactus).

2.6 Les connaissances à acquérir au cycle 2

Dans les programmes de l'Education Nationale de 2015 du cycle 2, quelques besoins des végétaux sont travaillés avec les élèves (tels que l'eau, la terre, la lumière et la température). La notion de sels minéraux pour pousser n'est pas abordée en cycle 2, seule la notion de terre l'est. Comme vu précédemment, les élèves n'arrivent pas à l'école dépourvus de connaissances ; ils possèdent des systèmes techniques qui permettent de comprendre les phénomènes physiques et naturels qui les

entourent. Il est donc important avant de commencer les séances d'apprentissage sur les végétaux de relever les conceptions, les connaissances des élèves permettant de voir l'état actuel de celles-ci.

Au cycle 3, les besoins des végétaux seront mis en relation avec leur place dans les réseaux trophiques (thème 2 «*Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent* ») : ils aborderont les besoins en sels minéraux, en dioxyde de carbone.

2.7 Les difficultés et conceptions des élèves sur les besoins des végétaux

La notion de vivant est un concept difficile à construire. Il est donc nécessaire d'étudier les besoins des végétaux pour amener les élèves à concevoir que ces derniers sont bien vivants et ont des besoins tout comme les animaux.

Il existe des obstacles à la construction de cette notion : tout d'abord la notion de vivant renvoie à différents niveaux d'organisation (organisme, cellule) et fait par conséquent appel à différents concepts (énergie, échanges d'informations). (Céline Grancher, 2014).

Un deuxième concept est dû au langage erroné que nous utilisons dans la vie quotidienne, où les mots « vie », « vivant » et « être vivant » sont utilisés pour définir la même chose alors qu'il n'en est pas le cas. Les élèves arrivent à l'école avec des représentations du vivant, des conceptions. L'obstacle qui semble le plus évident est « l'obstacle anthropocentriste » (Grancher, 2014, p.8) : les élèves sont des êtres vivants et ont donc tendance à généraliser leurs besoins à tout être vivant. Ce qui est problématique puisque tout être vivant ne possède pas les mêmes besoins.

Après les nombreuses études de Piaget au sujet du développement de l'intelligence, quatre stades sont identifiés concernant les conceptions de la vie chez un enfant. Il est alors affirmé que des enfants de 7 ans (CE1) associent la vie à tout qui est en mouvement et à des aspects anthropomorphiques. Vers l'âge de 8-9 ans (CE2), la vie est associée à tout ce qui est en mouvement propre. De ce fait, un objet mobile peut être considéré comme vivant contrairement à un arbre qui ne bouge pas. Il semble donc impossible pour certains que les arbres aient des besoins puisqu'ils ne les voient pas grandir contrairement à une plante qui grandit plus vite. Il semblerait donc que les élèves aient des difficultés à attribuer la vie aux végétaux. De même, ces derniers ont souvent peu de critères du vivant, des végétaux comme le précise

Grancher dans ses recherches, reprenant les travaux de Bizon (2010).

Généralement, tous les élèves savent, intuitivement, qu'une plante non arrosée se fane, se dessèche et meurt. Ils ont généralement conscience que les plantes ont besoin d'eau pour vivre, mais ils ignorent souvent ce que devient l'eau. Ils disent que les plantes « boivent » car ils les arrosent et ont une vision anthropomorphique : étant donné qu'eux ont besoin d'eau pour vivre, alors les plantes aussi.

Notons également que les élèves sont susceptibles de confondre la lumière et chaleur car le soleil est source des deux, comme vu précédemment. Une attention particulière sera portée lors du relevé des conceptions des élèves : si le soleil est dessiné, l'enseignant passera dans les rangs questionner l'élève pour savoir ce que le soleil apporte à la plante : de la lumière, de la chaleur ou les deux.

Ainsi, lors de la séquence pédagogique seront testés les besoins pour pousser en eau, en lumière, en température de la pousse de haricot. Bien sûr, d'autres expériences pourront être réalisées suivant les conceptions initiales des élèves.

3. Problématique

Récapitulons ici les problèmes soulevés lors de cette première partie.

Tout d'abord, le premier problème qui se pose à moi est l'impact que peut avoir une démarche expérimentale sur les conceptions des élèves sur les besoins des végétaux et sur la mise en place d'une expérience à court mais également à long terme. Pour cela, le besoin en air qui sera transmis aux élèves sans être expérimenté permettra de montrer l'efficacité ou non de l'expérimentation, à court et à long terme, dans l'apprentissage des sciences à l'école.

Dans un deuxième temps, on étudiera la généralisation du savoir à court et à long terme des connaissances sur les besoins des végétaux.

Enfin, il sera intéressant de s'attarder sur les connaissances que les élèves pensent avoir retenues grâce à la séquence pédagogique à court et à long terme : les connaissances sur la mise en place d'expériences ou les connaissances liées aux besoins des végétaux.

Pour répondre à ces différents problèmes, un protocole méthodologique a été mis en place permettant d'essayer d'y répondre.

Cette deuxième partie sera ainsi consacrée, dans un premier lieu, à la formulation du contexte de classe. S'en suivra la présentation de la séquence pédagogique menée ainsi que du protocole expérimental élaboré et mis en place dans la classe.

Dans une dernière partie, seront présentés et analysés les résultats.

4. Méthodologie

4.1 Contexte de la classe

La méthodologie mise en place a été menée dans une classe de cycle 2. Cette dernière compte 24 élèves : 11 élèves de CE2 et 13 élèves de CE1. Elle va être réalisée au cours des périodes 3,4 et 5 de l'année scolaire 2017/2018. De ce fait, les élèves ont déjà effectué des sciences au cours de cette année scolaire. Différentes séquences pédagogiques ont été menées : une séquence sur l'eau et une séquence

sur les régimes et chaînes alimentaires. Lors de ces séquences, la démarche scientifique a été mise en place, obligeant les élèves à se questionner, à émettre des hypothèses, à chercher des moyens d'y répondre et à structurer le savoir. Pour cela, des méthodes d'investigation ont été effectuées : recherches documentaires sur les régimes et chaînes alimentaires, manipulations sur les changements d'état de l'eau.

Mais aucune expérience n'a été mise en place en ce début d'année scolaire.

L'année scolaire précédente, ces élèves ont bien sûr réalisé des sciences à l'école : ils ont étudié en classe de CP et de CE1 les besoins des végétaux et mis en place des expériences. Les relevés des conceptions des élèves sur les connaissances scientifiques et sur les connaissances sur la mise en place d'une expérience sont alors intéressants et permettent de mettre en évidence les connaissances retenues de l'année précédente et seront pris en compte lors de l'analyse des résultats obtenus.

4.2 Présentation de la séquence pédagogique

Afin de répondre à mes divers problèmes, j'ai réalisé une séquence pédagogique en sciences dans ma classe de CE1/CE2 de 24 élèves. Cette séquence s'appuiera sur la mise en place d'expériences. Ces dernières traiteront des besoins des végétaux. Pour cela, les élèves mettront en place des expérimentations sur des pousses de haricot. Celles-ci permettront de savoir quels sont leurs besoins pour grandir. Grâce à ces savoirs, les élèves pourront construire un potager (situation-problème). Le déroulement de cette séquence se situe ci-dessous; en annexe (Annexe I, p.77) figurent également les fiches de préparation des séances.

Un des objectifs de ma séquence était de travailler sur la démarche expérimentale. De ce fait, une première expérience sur l'eau a été réalisée en classe entière et guidée. Elle a permis aux élèves de bien comprendre la démarche pour ensuite la réinvestir dans les hypothèses suivantes. De plus, des connaissances scientifiques n'ont pu être expérimentées en classe (air et terre). Ces dernières ont tout de même été transmises aux élèves au cours de la séquence. Ceci pourra nous permettre lors des analyses des différents recueils de voir si les élèves les ont retenues autant ou moins bien que les connaissances scientifiques expérimentées en classe (eau, chaleur, lumière).

Tableau 1: Présentation de la séquence pédagogique

Titre de la séquence : Les besoins des végétaux		Niveau : CE1-CE2	Durée : 4h15 + les relevés
Objectif de la séquence : - Connaître quelques besoins vitaux des végétaux: eau, terre, chaleur, lumière - Comprendre la réalisation d'une expérience : essayer de mettre en place un protocole expérimental en fonction de ses hypothèses, exploiter ses résultats et réaliser une conclusion ; comprendre la nécessité d'un pot témoin		Compétences notionnelles : Comprendre que pour se développer, les végétaux ont besoin d'eau, de terre, de chaleur et de lumière Compétences méthodologiques : Savoir comprendre et analyser des documents (textes, images) Savoir s'exprimer devant les autres et respecter le point de vue des autres Pratiquer une démarche scientifique/ Pratiquer des langages	
Progression:	Date :	Étapes de la démarche scientifique :	
Séance 1 : Phase de questionnement	Mercredi 10 Janvier	Phase de questionnement : Situation problème – Formulation des problèmes – Relevé des conceptions initiales sur les besoins des végétaux (hypothèses)	
Séance 2 : « De quoi a besoin un pied de haricot pour pousser ? »	Mercredi 17 Janvier	Phase de recherche: Expérimentation - Relevé sur la mise en place d'une expérience - Mise en commun de la 1 ^{er} expérience – Expérience sur l'eau	
Séance 3 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »	Mercredi 24 Janvier	- Mise en place des protocoles sur les autres hypothèses	
Séance 4 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »	Mercredi 31 Janvier	- Effectuer les expériences	
Séance 6 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »	Mercredi 7 Février	- Observation et conclusion sur les besoins en eau de la pousse de haricot	
Séance 7: « Les besoins vitaux du rosier »	Mercredi 28 Février	- Observation et conclusion sur les besoins vitaux de la pousse de haricot	
Séance 8 : « Les besoins des végétaux »	Mercredi 7 Mars	- Rechercher les besoins vitaux du rosier, du chêne et du cactus Fin de la phase de recherche et phase d'institutionnalisation (trace écrite finale)	
Séance 9: Evaluation sommative	Vendredi 16 Mars	Evaluation sommative sur les besoins des végétaux et sur l'expérience	

Compte rendu de la séquence :

Les élèves ont été très investis lors de ce chapitre, ils ont su s'impliquer dans les différents relevés à effectuer tout au long de la séquence. La mise en œuvre des relevés dans la classe est cependant apparue difficile à certains moments : en effet, certains élèves ne respectaient plus la méthode utilisée pour les mesures des plantes (0 au niveau du haut pot), ce qui se traduisait parfois par des variations de mesure d'un relevé à l'autre.

4.3 Présentation du protocole des recherches : Présentation des recueils et dispositif

4.3.1 Récapitulatif des recueils

Les questions qui se posent à moi sont les suivants : « Quel est l'impact d'une démarche expérimentale sur l'évolution des conceptions des élèves de cycle 2 sur les besoins des végétaux et sur la mise en place d'une expérience, après la séquence pédagogique et à long terme ? Quelles sont les connaissances que pensent avoir retenues les élèves après la séquence pédagogique, puis un mois après la séquence: les connaissances scientifiques ou les connaissances liées à la mise en place d'une expérience ? Les élèves sont-ils capables de transposer leurs savoirs d'une culture à une généralisation ? »

Etant donné que mon mémoire veut tester l'impact d'une séquence pédagogique sur les besoins des végétaux avec l'utilisation d'une démarche expérimentale, j'ai cherché à recueillir ce qu'ils savaient avant et après la séquence sur les besoins des végétaux et sur l'expérimentation. De plus, j'ai cherché à voir ce qu'ils renaient vraiment à long terme. C'est pour cela que j'ai réalisé plusieurs recueils présentés ci-dessous.

Mes objectifs de connaissances étaient l'acquisition des besoins vitaux des végétaux : l'eau, la terre, la lumière et la chaleur. Comme expliqué précédemment, l'air sera un besoin transmis durant la séquence pédagogique mais ce dernier ne fera pas partie des besoins vitaux à retenir au cours de ma séquence. Mon objectif sur les savoir-faire était la mise en place correcte d'une expérience : c'est-à-dire l'utilisation d'un pot témoin.

Tableau 2: Bilan sur les recueils expérimentaux

L'impact d'une expérience sur les besoins vitaux des végétaux et sur la mise en place de celle-ci							
Recueil	Thème	Objectif recueil	Numéro de la séance dans la séquence pédagogique	Consigne donnée	Modalité/Support	Durée	Date
1	Les conceptions initiales des élèves sur les besoins des végétaux	- Connaître les conceptions des élèves sur les besoins vitaux des végétaux avant la séquence	Séance 1	« Vous allez dessiner les besoins vitaux d'une pousse de haricot. »	- Individuellement Ecrit - Sur feuille blanche	15 m	Mercredi 10 Janvier
2	Les conceptions initiales des élèves sur la mise en place d'une expérience	- Connaître les conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience avant la séquence	Séance 2	« Individuellement, sur la feuille blanche que je viens de vous distribuer, vous mettrez en place une expérience, un moyen permettant de savoir si la plante a besoin d'eau pour pousser. ».	- Individuellement Ecrit - Sur une 2 ^{ème} feuille blanche	15 m	Mercredi 17 Janvier
3	Relever ce qu'ont appris les élèves pendant le chapitre	- Connaître les connaissances auxquelles pensent les élèves en premier	Séance 8	« Vous allez écrire sur cette feuille ce que vous avez appris durant ce chapitre. Vous pouvez écrire tout ce que vous voulez. »	- Individuellement Ecrit - Sur feuille blanche	10 m	Lundi 19 Mars
4	Evaluation sommative : Les connaissances des élèves sur les besoins des végétaux	- Connaître les connaissances construites juste après sur les besoins du haricot - Comparer les besoins d'un végétal	Séance 8		- Individuellement Ecrit - Fiche Annexe II	20 m	Lundi 19 Mars

		"expérimenté" à celui non expérimenté					
5	Evaluation sommative : Les connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience	- Connaître les connaissances construites juste après sur la mise en place d'une expérience	Séance 8		- Individuellement Ecrit - Fiche Annexe III	15 m	Lundi 19 Mars
6	Relever ce qu'ont appris les élèves pendant le chapitre, un mois après la séquence	- Connaître les connaissances auxquelles pensent les élèves en premier, un mois après la séquence		« Vous allez écrire sur cette feuille ce que vous avez appris durant ce chapitre. Vous pouvez écrire tout ce que vous voulez. »	- Individuellement Ecrit - Sur une 3 ^{ème} feuille blanche	10 m	Lundi 23 Avril
7	Les connaissances des élèves sur les besoins des végétaux	- Connaître les connaissances construites sur les besoins du haricot un mois après la séquence - Comparer les besoins d'un végétal "expérimenté" à celui non expérimenté			- Individuellement Ecrit - Fiche Annexe IV	20 m	Lundi 23 Avril
8	Les connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience	- Connaître les connaissances construites sur la mise en place d'une expérience, un mois après la séquence			- Individuellement Ecrit - Fiche Annexe V	15 m	Lundi 23 Avril

- Lors du 1^{er} recueil, une attention particulière sera faite lors du dessin d'un soleil par les élèves : l'enseignant passera dans les rangs pour savoir si l'élève l'a dessiné pour la chaleur qu'il dégage ou pour sa lumière. En effet, il s'agit de deux besoins différents.
- Le 3^{ème} recueil permettra de savoir si ces derniers ont majoritairement retenu les connaissances scientifiques ou la méthode d'investigation utilisée (expérimentation) et ainsi de savoir ce qu'ils pensent avoir retenu: l'expérience ou les connaissances scientifiques.
- Le 4^{ème} recueil consiste à relever les connaissances scientifiques abordées pendant la séquence (évaluation sommative en annexe) ce qui permettra de savoir si l'expérimentation a entraîné l'évolution des conceptions des élèves sur les besoins des végétaux. Un dessin d'une plante et d'un arbre leur sera distribué lors de cette évaluation sommative afin que ces derniers en dessinent leurs besoins. Ce relevé permettra de savoir si les élèves ont su transposer leur savoir aux besoins de l'arbre malgré l'absence d'expérimentation sur celui-ci. Une discussion des possibilités de limite d'expérimentation pourra être réalisée. Les besoins de l'arbre auront été abordés avec les élèves à l'aide d'une recherche documentaire.
- Les recueils 6, 7 et 8 permettront d'étudier les connaissances qu'il reste chez les élèves un mois après la séquence pédagogique. Nous sommes ici dans une analyse à long terme de l'impact de l'expérimentation sur les besoins des végétaux et sur la mise en place d'expériences.

5. Analyse : présentation des résultats et discussion

Dans cette partie sont présentés les résultats des différents recueils effectués tout au long de ce protocole. Pour cela, les résultats seront récapitulés dans des tableaux pour en faciliter la lecture et la compréhension. S'en suivra une analyse plus approfondie. Pour réaliser ces tableaux, des critères ont dû être choisis permettant d'établir des catégories. Tous les résultats bruts se trouvent en annexe de ce dossier. Chaque élève (24 au total) a répondu à chacun des huit recueils.

5.1 L'évolution des connaissances des élèves sur les besoins vitaux des végétaux

Dans cette sous-partie, les résultats des recueils 1 (évaluation diagnostique) concernant les connaissances scientifiques avant la séquence sur les besoins des végétaux et des recueils 4 (évaluation sommative) concernant les connaissances scientifiques après la séquence seront présentés et analysés.

Le 1^{er} recueil avait pour consigne de dessiner les besoins vitaux d'un végétal. Le 4^{ème} recueil était composé de deux parties : la première consistant à légender les besoins vitaux d'une plante et la deuxième consistant à légender les besoins vitaux d'un arbre (annexe II, p.86). Dans les tableaux qui vont suivre, les résultats des recueils 4 sur les besoins de la plante et de l'arbre sont étudiés séparément.

5.1.1 Les connaissances initiales (les conceptions)

Le tableau ci-dessous (tableau 3) illustre les connaissances scientifiques initiales (les conceptions) sur les besoins des végétaux, avant la séquence, vues dans leur ensemble (sans réelle fonction du soleil). Les résultats bruts sont présents en annexe de ce dossier (annexe VI, tableau 15, p.94). Dans ce tableau, des catégories ont été réalisées suivant les besoins qui y ont été dessinés ou légendés sur les recueils par les élèves. Chaque recueil d'élève a ainsi été associé à une des catégories.

Tableau 3: Conceptions des élèves sur les besoins des végétaux

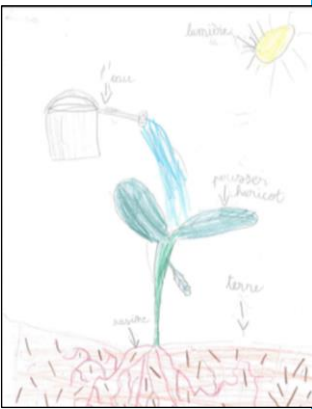
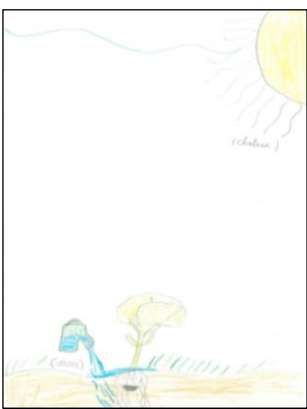
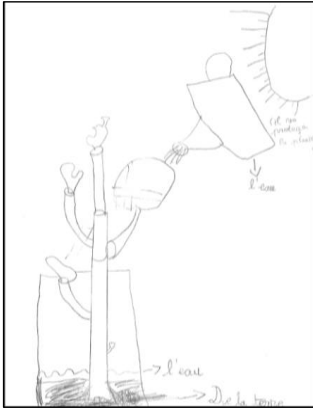
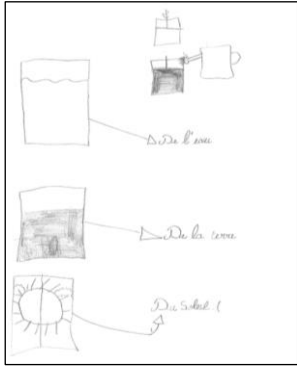
Connaissances scientifiques	Eau - Terre	Eau – Terre – Engrais - Soleil	Eau - Terre - Soleil	Eau - Terre-Soleil - Air
Nombre d'élèves	1/24	1/24	22/24	0/24
Exemples de recueils				-

Trois catégories apparaissent sur les conceptions qu'ont les élèves sur les besoins des végétaux (recueil 1): un premier groupe constitué d'un seul élève qui pense que la plante n'a besoin pour grandir que de terre et d'eau, un deuxième groupe constitué de 22 autres élèves qui attribue comme besoin à la plante l'eau, le soleil et la terre. Enfin, un dernier élève ajoute l'engrais aux besoins cités par les élèves du deuxième groupe.

On remarque à première vue que les élèves semblent déjà posséder des connaissances sur les besoins des végétaux. En effet, tous les élèves connaissent les besoins en eau et en terre des végétaux et 23 élèves citent même le besoin du soleil.

Cependant, comme nous l'avons abordé lors de l'énumération des besoins vitaux des plantes, le soleil a différentes fonctions : il apporte la lumière et la chaleur dont ont besoin les végétaux pour pousser. Il est donc intéressant de s'attarder sur la fonction qu'ont attribuée les élèves au soleil lorsqu'ils l'ont évidemment dessiné ou légendé.

Tableau 4: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des conceptions des élèves (recueil 1)

Avant la séquence pédagogique (recueil 1) : conceptions					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	6/23	13/23	1/23	1/23	2/23
Exemples de recueils					
Total	23/23				

On constate, ainsi, que sur les 23 élèves ayant dessinés ou légendés le soleil comme besoin des végétaux, un seul attribue au soleil les deux besoins qu'il apporte aux végétaux : la chaleur et la lumière. Six élèves lui attribuent seulement la lumière comme fonction et 13 autres la chaleur. Deux élèves ne lui donnent aucune fonction. Après entretien avec l'enseignante, ils déclarent « *ne pas savoir pourquoi ils le dessinent* ».

De ce fait, ce n'est pas parce qu'un élève dessine un soleil qu'il connaît les besoins qu'il apporte aux végétaux. Un élève lui donne même la fonction de « *protection* ». Un seul élève de la classe lui attribue les deux fonctions.

Qu'en est-il alors à la suite de cette séquence ? Les élèves pensent-ils toujours la même chose ?

5.1.2 Les connaissances scientifiques après la séquence pédagogique

De la même manière que pour le recueil 1, l'analyse des recueils 4 (annexe II, p.86) de chacun des élèves, recueils qui consistent à relever les connaissances scientifiques finales sur les besoins vitaux de la plante et de l'arbre, a permis de réaliser des catégories suivant les besoins qui y ont été dessinés ou légendés (voir tableau 5 et 6).

Tableau 5: Connaissances scientifiques des élèves sur les besoins végétaux (après la séquence pédagogique)

Les besoins de la plante après la séquence pédagogique (recueil 4 : 1 ^{ère} partie)				
Connaissances scientifiques	Eau - Terre	Eau - Terre - Engrais - Soleil	Eau - Terre - Soleil	Eau – Terre – Soleil - Air
Nombre d'élèves	0/24	0/24	14/24	10/24
Exemples de recueils	-	-		

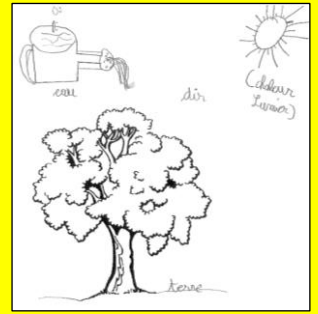
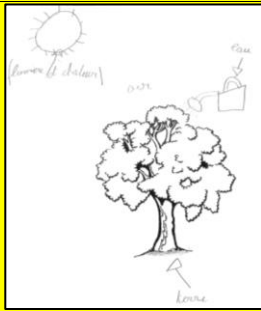
Les besoins de <u>l'arbre</u> après la séquence pédagogique (recueil 4 : 2 ^{ème} partie)				
Connaissances scientifiques	Eau - Terre	Eau - Terre - Engrais - Soleil	Eau - Terre - Soleil	Eau – Terre – Soleil - Air
Nombre d'élèves	0/24	0/24	14/24	10/24
Exemples de recueils	-	-		

Tableau 6: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux (recueil 4 : après la séquence pédagogique)

Les besoins de <u>la plante</u> après la séquence pédagogique (recueil 4 : 1 ^{ère} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	0/24	0/24	24/24	0/24	0/24
Exemples de recueils	-	-		-	-
Total	24/24				
Les besoins de <u>l'arbre</u> après la séquence pédagogique (recueil 4 : 2 ^{ème} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	0/24	0/24	24/24	0/24	0/24
Exemples de recueils	-	-		-	-
Total	24/24				

5.1.2.1 Les besoins vitaux attribués à la plante après la séquence pédagogique

Deux catégories apparaissent sur les connaissances qu'ont les élèves sur les besoins de la plante à la suite de la séquence pédagogique : un premier groupe constitué de 14 élèves qui pense que la plante n'a besoin que de terre, d'eau et de soleil et un deuxième groupe, constitué de 10 autres élèves, qui attribue comme besoin à la plante l'eau, le soleil, la terre et l'air. Ce deuxième groupe est, en effet, considéré comme le plus haut niveau de connaissances scientifiques que peuvent atteindre des élèves de cycle 2.

En comparant ces résultats avec ceux des recueils 1 (tableau 3, p.37), nous constatons que cette catégorie de connaissances (eau – terre – soleil –air) n'était pas présente lors du relevé des conceptions des élèves : aucun d'entre eux ne connaissait le besoin en air des végétaux. De même, la catégorie « Eau-Terre » n'apparaît plus dans le tableau 5 et tous les élèves semblent connaître le besoin du soleil en fin de séquence.

Comme précédemment, intéressons-nous aux fonctions qu'ont attribuées les élèves au soleil. L'analyse plus fine des recueils des connaissances scientifiques (voir tableau 6), nous montre que les 24 élèves de la classe attribuent les deux fonctions que sont la chaleur et la lumière au soleil, contrairement en début de séquence où un seul élève lui attribuait les bonnes fonctions (tableau 4).

Il y a donc eu une évolution des savoirs scientifiques pour 23 élèves de cette classe. L'évolution individuelle des connaissances scientifiques est analysée plus tard dans ce dossier.

Comme explicité dans la première partie, le besoin en air n'a pas été expérimenté en classe mais donné de manière transmissive. Cette transmission de savoir va permettre de conclure sur l'efficacité ou non de l'expérimentation. Comme le présente le tableau 5, nous remarquons que 10 élèves sur 24 attribuent le besoin en air aux végétaux après la séquence. Les besoins expérimentés et validés en classe (chaleur, lumière, eau) sont quant à eux cités par tous les élèves (24 au total) comme besoin vital à la plante.

On peut donc en conclure à ce stade des recherches que l'expérimentation en classe permet en général aux élèves de mieux retenir les savoirs scientifiques sur les besoins des végétaux au lieu d'une simple transmission de connaissances, comme ici le besoin en air.

De ce fait, ces résultats viennent illustrer les travaux de Coquidé et Flageul qui expliquent que les élèves seraient plus susceptibles de se souvenir de ce qu'ils ont fait, vu et appris grâce à l'expérimentation (voir partie 1).

5.1.2.2 Les besoins vitaux attribués à l'arbre après la séquence pédagogique

Analysons maintenant les résultats sur les connaissances scientifiques finales des élèves après la séquence sur les besoins vitaux de l'arbre. Ceci correspond à la deuxième partie du recueil 4 (annexe II, p.86). Le problème étant de savoir si les élèves ont acquis les connaissances sur les besoins vitaux de tous les végétaux et s'ils ont été capables de transposer leurs savoirs d'une culture à une généralisation. En effet, les besoins de l'arbre n'ont pas été expérimentés en classe mais étudiés grâce à une recherche documentaire.

Les résultats concernant la deuxième partie du recueil 4 présents dans les deux tableaux précédents (voir tableaux 5 et 6) sont similaires aux résultats concernant les connaissances scientifiques finales sur les besoins de la plante. Nous retrouvons les mêmes catégories et le même nombre d'élèves par catégorie. En effet, les élèves ont tous dessiné les mêmes besoins et n'ont pas fait de différence entre les besoins vitaux de ces deux végétaux.

Les élèves ont su transposer les savoirs scientifiques étudiés sur les besoins de la pousse de haricot et expérimentés en classe aux besoins de l'arbre.

Une des principales problématiques de mes recherches est de mesurer l'impact d'une démarche expérimentale sur l'évolution des conceptions des élèves de cycle 2 sur les besoins des végétaux et sur la mise en place d'une expérience. Il est donc intéressant de savoir ce qu'il reste à long terme dans la tête des élèves.

Nous nous intéresserons dans la sous-partie qui va suivre aux connaissances sur les besoins des végétaux un mois après la séquence pédagogique. Nous venons également d'observer que tous les élèves de la classe ont su transposer le savoir après la séquence pédagogique. Le problème qui se pose à nous est alors le suivant : que reste-il de cela un mois après la séquence ? Les élèves transposent-ils toujours le savoir d'une culture à une généralisation ?

Tels sont les problèmes qui seront traités ici dans une dernière sous-partie.

5.1.3 Les connaissances scientifiques un mois après la séquence pédagogique

Pour répondre aux problèmes évoqués ci-dessus, différents recueils ont été effectués un mois après la fin de la séquence pédagogique, c'est-à-dire un mois après les évaluations sommatives.

Pour cela, le même type de recueil que les recueils 4 (évaluations sommatives sur les besoins des végétaux) ont été réalisés : nous les nommons les recueils 7 (voir tableau 2 : Bilan sur les recueils expérimentaux). Cependant, la plante et l'arbre ont été remplacés par d'autres végétaux dans les recueils 7 (Annexe IV, p.90).

De la même manière que pour les recueils 1 et 4, l'analyse des recueils 7 de chacun des élèves (résultats bruts annexes VIII et IX, p.96), consistant à relever les connaissances scientifiques finales sur les besoins vitaux de la plante et de l'arbre un mois après la séquence pédagogique, a permis de réaliser des catégories suivant les besoins qui y ont été dessinés ou légendés (voir tableau 7 et 8, p.47-48). En annexe (annexes XI et XII, p.101-104) se trouve deux tableaux comparatifs (tableaux 20 et 21) illustrant les résultats des recueils 1,4 et 7.

5.1.3.1 Les besoins vitaux attribués à la plante un mois après la séquence pédagogique

Nous retrouvons les mêmes catégories que précédemment sur les connaissances qu'ont les élèves sur les besoins de la plante un mois après la séquence pédagogique : « Eau-Terre-Soleil » et « Eau-Terre-Soleil-Air ». La première

comporte 15 élèves et la deuxième 9 élèves. Ces résultats correspondent à un élève près aux résultats trouvés lors du relevé des connaissances scientifiques sur les besoins de la plante après la séquence pédagogique (voir recueil 4, tableau 5).

A première vue, les connaissances scientifiques sur les besoins de la plante n'ont pas changé depuis un mois.

Cependant, si l'on s'intéresse de plus près aux fonctions attribuées au soleil (tableau 8, p.47), il en est tout autre. En effet, l'analyse plus fine des recueils des connaissances scientifiques (tableau 8) nous montre que seulement 16 élèves sur 24 attribuent les deux fonctions que sont la chaleur et la lumière au soleil. A l'inverse, en fin de séquence, ils étaient 24 (tableau 6, p.41). Ainsi, des catégories qui avaient disparu lors des relevés des connaissances scientifiques en fin de séquence réapparaissent un mois après la séquence : un élève attribue seulement la lumière comme fonction au soleil, six élèves la chaleur et un dernier élève ne lui donne plus aucune fonction. Après entretien avec l'enseignante, il déclare « ne plus savoir pourquoi il dessine le soleil mais il sait que la plante en a besoin pour pousser. ».

Ainsi, des connaissances qui semblaient acquises en fin de séquence semblent être oubliées pour 8 élèves de la classe un mois après la séquence.

Néanmoins, si l'on compare ces résultats avec les conceptions initiales des élèves (tableau 4, p.39), alors on constate tout de même que le nombre d'élèves attribuant les deux fonctions au soleil est passé d'un élève à 16.

Il y a donc eu globalement une évolution positive des savoirs scientifiques par rapport au début de séquence. L'évolution individuelle des connaissances scientifiques est analysée plus tard dans ce dossier.

Nous pouvons remarquer que le besoin en air de la plante, non expérimenté en classe, est à un élève près autant cité que lors des relevés des connaissances scientifiques finales en fin de séquence pédagogique. Comme nous venons de le voir, certains besoins pourtant expérimentés en classe semblent être quant à eux oubliés par les élèves.

Nous pouvons donc à ce stade des recherches déclarer que l'expérimentation en classe permet en général aux élèves de mieux retenir les savoirs au lieu d'une simple transmission d'information (comme ici le besoin en air). Cependant, au vu de ces résultats où le nombre de références au besoin en air à un élève près n'a pas diminué alors que le nombre de références aux besoins en chaleur et lumière a

diminué (de 24 élèves en fin de séquence à 16 un mois après), il semblerait se poser la problématique de l'efficacité de l'expérimentation à long terme sur la mémoire des élèves.

5.1.3.2 Les besoins vitaux attribués à l'arbre un mois après la séquence

Occupons-nous maintenant des résultats sur les connaissances scientifiques des élèves sur les besoins vitaux de l'arbre un mois après la séquence. Ceci correspond à la deuxième partie du recueil 7 (annexe IV, p.91). Le problème était de savoir si les élèves ont acquis les connaissances sur les besoins vitaux de tous les végétaux et s'ils ont été capables de transposer leurs savoirs d'une culture à une généralisation un mois après la séquence.

Les résultats présents dans les deux tableaux ci-dessous (tableaux 7 et 8) sont proches des résultats concernant les connaissances scientifiques sur les besoins de la plante. Si tous les élèves semblaient savoir transposer le savoir scientifique d'une culture à une généralisation en fin de séquence pédagogique (tableaux 5 et 6), il semble ici en être autrement. En effet, 3 élèves ayant pourtant cités le soleil comme besoin à la plante ne l'attribuent pas comme besoin à l'arbre. Les autres élèves de la classe ont tout de même transposé les savoirs scientifiques même si ces derniers n'étaient pas complets (manque le besoin en lumière, ou chaleur). Plus tard, l'analyse individuelle de l'évolution ou non des connaissances scientifiques permettra d'identifier exactement ces élèves.

Ainsi, ces 3 élèves ayant pourtant su transposer les savoirs scientifiques (le besoin en soleil) étudiés sur les besoins de la pousse de haricot à l'arbre en fin de séquence ne sont plus capables de le réaliser à ce stade de l'année.

Tableau 7: Connaissances scientifiques des élèves sur les besoins végétaux (un mois après la séquence pédagogique)

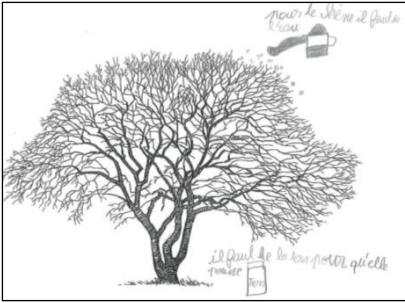
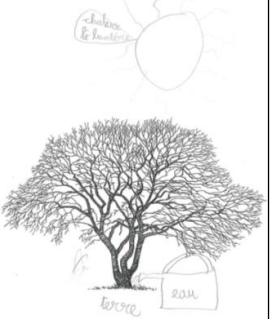
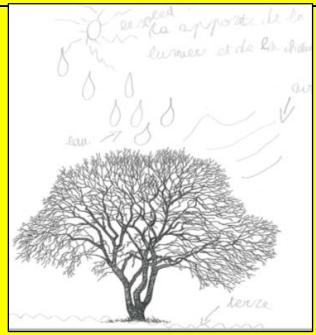
Les besoins de <u>la plante</u> un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 1 ^{ère} partie)				
Connaissances scientifiques	Eau - Terre	Eau - Terre - Engrais - Soleil	Eau - Terre - Soleil	Eau – Terre – Soleil - Air
Nombre d'élèves	0/24	0/24	15/24	9/24
Exemples de recueils	-	-		
Les besoins de <u>l'arbre</u> un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 2 ^{ème} partie)				
Connaissances scientifiques	Eau - Terre	Eau - Terre - Engrais - Soleil	Eau - Terre - Soleil	Eau – Terre – Soleil - Air
Nombre d'élèves	3/24	0/24	12/24	9/24
Exemples de recueils		-		

Tableau 8: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux (recueil 7 : un mois après la séquence pédagogique)

Les besoins de <u>la plante un mois</u> après la séquence pédagogique (recueil 7 : 1 ^{ère} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	1/24	6/24	16/24	0/24	1/24
Exemples de recueils				-	
Total	24/24				
Les besoins de <u>l'arbre un mois</u> après la séquence pédagogique (recueil 7 : 2 ^{ème} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	0/21	5/21	16/21	0/21	0/21
Exemples de recueils	-			-	-
Total	21/21 (3 élèves n'ont pas cité le soleil)				

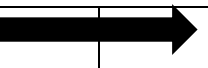
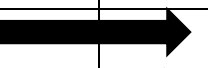
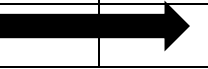
5.1.4 L'évolution individuelle des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux

Pour répondre aux différents problèmes abordés précédemment, il est intéressant de s'attarder sur l'évolution ou non des connaissances scientifiques de chacun des élèves. Précédemment, nous avons vu qu'elles ont globalement évolué mais nous allons ici nous attarder sur l'évolution individuelle de ces connaissances. L'objectif de la séquence était d'acquérir le besoin en eau, terre, chaleur et lumière (niveau 5). Le besoin en air a été transmis par l'enseignante. De ce fait, des niveaux sur les connaissances scientifiques ont été élaborés pour faciliter les éventuelles améliorations ou non de celles-ci :

- N1 : Eau – Terre
- N2 : Eau – terre – Soleil (protection des plantes ou sans aucune fonction)
- N3 : Eau – terre – Soleil (chaleur ou lumière ou les 2) – Engrais
- N4 : Eau – Terre – Soleil (Chaleur ou Lumière)
- N5 : Eau – Terre – Soleil (chaleur et Lumière)
- N6 : Eau – Terre – Soleil (chaleur et lumière) – Air

Tableau 9: Evolution des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux (la plante) au cours des différents recueils (recueil 1, 4 et 7)

Prénom	Connaissances initiales sur les besoins des végétaux (Etape 1)	Connaissances après la séquence pédagogique sur les besoins des végétaux (Etape 2)	Connaissances <u>un</u> mois après la séquence pédagogique sur les besoins des végétaux (Etape 3)
Louise	N4	N5	N5
Lucian	N4	N5	N6
Eva	N4	N5	N6
Tom	N5	N5	N5
Nathan	N4	N6	N6
Luka	N4	N6	N4
Léo	N4	N5	N4
Elise	N2	N5	N4

Lylou	N4		N5		N5
Pablo	N2		N6		N4
Thomas	N4		N5		N4
Naara	N4		N5		N6
Evan	N4		N6		N6
Jeanne	N3		N6		N5
Alexandre.L	N4		N6		N6
Alexandre.J	N4		N5		N2
Juliette	N4		N6		N6
Lilly	N4		N6		N6
Mattéo	N1		N5		N4
Lisa	N2		N6		N4
Sacha	N4		N6		N6
Manoa	N4		N5		N5
Manon	N4		N5		N5
Noélie	N4		N5		N5

Légende 1 :



Le niveau sur les connaissances scientifiques des besoins des végétaux a augmenté.

Etape 1 à 2 : Nombre d'élèves : 23

Etape 2 à 3 : Nombre d'élèves : 3



Le niveau sur les connaissances scientifiques des besoins des végétaux a diminué.

Etape 1 à 2 : Nombre d'élèves : 0

Etape 2 à 3 : Nombre d'élèves : 9



Le niveau sur les connaissances scientifiques des besoins des végétaux est inchangé. Nombre de fois : 13

Etape 1 à 2 : Nombre d'élèves : 1

Etape 2 à 3 : Nombre d'élèves : 12

Ce tableau n°9 nous permet de constater l'évolution individuelle des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux.

- Ainsi, après la séquence pédagogique, tous les élèves ont vu leurs connaissances scientifiques évolués, excepté un élève pour qui les connaissances sont inchangées mais justes. Le niveau visé durant la séquence correspond au niveau 5 (N5 : eau-terre-soleil (lumière et chaleur). De ce fait, tous les élèves (24 élèves) ont au moins atteint les objectifs visés par l'enseignante.

Certains sont allés plus loin : après la séquence pédagogique, 10 élèves sur 24 ont cité l'air comme besoin et connaissent alors tous les besoins vitaux des végétaux. Ce dernier besoin est en effet difficile à retenir pour des élèves de cycle 2 : l'air est invisible et difficile d'expérimentation en classe. On peut donc supposer que ce besoin n'est pas connu de tous les élèves car il n'a pas été expérimenté en classe. Les autres besoins (eau, chaleur et lumière) expérimentés en classe sont tous connus en fin de séquence par tous les élèves.

Tout ceci permet de conclure que les expériences menées en classe ont permis l'évolution des connaissances scientifiques des élèves excepté pour un élève après la séquence (ses connaissances restent néanmoins satisfaisantes : niveau 5).

- Un mois après la séquence pédagogique, le niveau des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux a changé pour certains élèves de la classe : en effet, 9 élèves voient leur niveau de connaissances sur les besoins des végétaux diminuer. Trois élèves voient leur niveau augmenter et 13 autres possèdent toujours les mêmes connaissances. Nous constatons que le niveau N5, objectif visé par l'enseignante et pourtant atteint par tous les élèves en fin de séquence, n'est plus atteint pour 8 élèves de la classe un mois après la séquence pédagogique : 7 d'entre eux sont au niveau 4 et le dernier au niveau 2. Ces élèves ne semblent plus se souvenir des deux fonctions du soleil et donc des deux besoins qu'il apporte aux plantes (la lumière et la chaleur), et ce malgré les expérimentations réalisées à ce sujet en classe. En observant les conceptions de ces mêmes élèves sur les besoins des végétaux, nous remarquons une évolution dans les connaissances des besoins des végétaux pour 5 d'entre eux, un niveau de connaissances inchangé pour 3 d'entre eux (N4) et une diminution pour un élève de la classe (du niveau 4 au niveau 2).

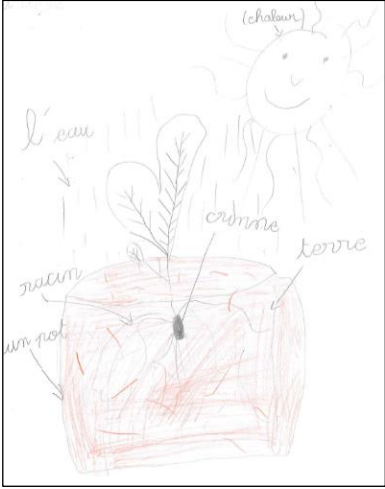
Ainsi, la mise en place de cette séquence pédagogique en classe a permis une évolution dans les connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux à ce stade de l'année, excepté pour 5 élèves de la classe pour lesquelles ces connaissances sont inchangées (4 élèves sont au niveau 4 ou 5) ou ont diminué. En effet, un élève de la classe (Alexandre.J) passe du niveau 4 au niveau 2 et ne semble plus se souvenir des besoins qu'apporte le soleil à la plante.

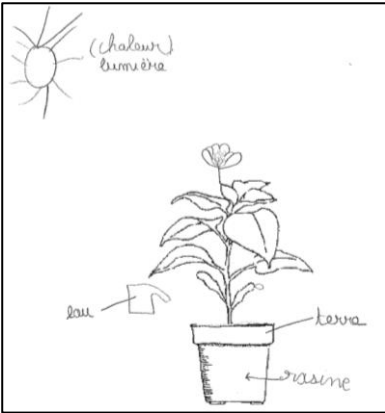
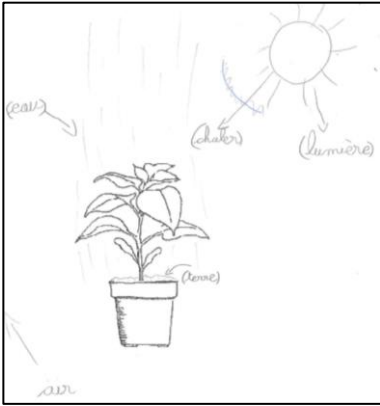
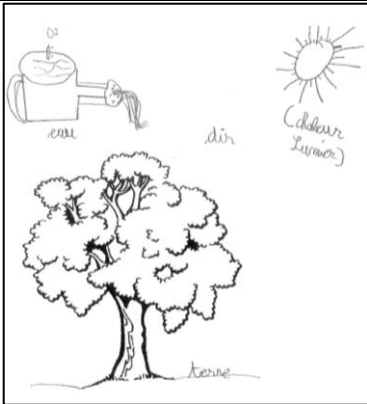
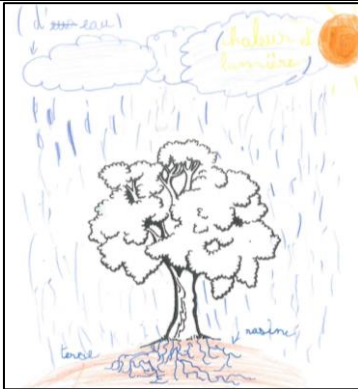
Parallèlement à cette diminution de niveau, 3 élèves (Naara, Lucian et Eva) ont vu leurs connaissances sur les besoins des végétaux augmenter et passer du niveau 5 au niveau 6. C'est-à-dire que le besoin en air a été ajouté aux besoins déjà connus après la séquence pédagogique. Un paragraphe à ce sujet se situe dans la partie « Discussion » (p.66).

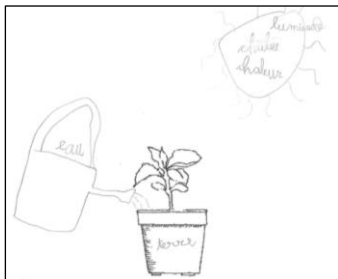
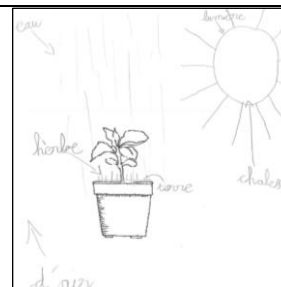
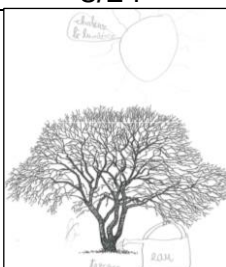
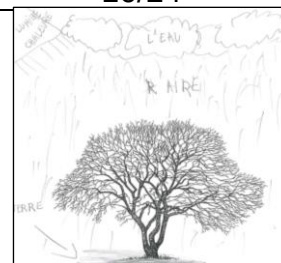
5.1.5 La représentation de l'eau dans les différents recueils

En observant les recueils 1 (conceptions sur les besoins des végétaux), 4 (connaissances scientifiques après la séquence) et 7 (connaissances scientifiques un mois après la séquence) de chaque élève, on constate que ces derniers (c'est-à-dire 24 élèves au total) ont noté ou dessiné l'eau comme besoin de la plante. Il m'a cependant paru intéressant de s'attarder sur la façon dont l'eau a été représentée sur les schémas des besoins de la plante des élèves (résultats bruts annexe X, tableau 19, p.98). En effet, dès l'analyse des premiers recueils, je me suis rendue compte que certains élèves représentaient l'eau par un arrosoir tandis que d'autres l'ont représentée par de la pluie.

Tableau 10: Nombre de représentations du besoin en eau des végétaux (recueils 1,4 et 7)

Avant la séquence pédagogique (recueil 1) : conceptions			
Représentation de l'eau	arrosoir	pluie	Noté (légende) sans dessin
Nombre d'élèves	19/24	2/24	3/24
Exemples de recueils			
Total	24/24		

Les besoins de la plante après la séquence pédagogique (recueil 4 : 1 ^{ère} partie)			
Représentation de l'eau	arrosoir	pluie	Noté (légende) sans dessin
Nombre d'élèves	18/26	6/24	0/24
Exemples de recueils			-
Total	24/24		
Les besoins de l'arbre après la séquence pédagogique (recueil 4)			
Représentation de l'eau	arrosoir	pluie	Noté (légende) sans dessin
Nombre d'élèves	12/26	12/24	0/24
Exemples de recueils			-
Total	24/24		

Les besoins de la plante un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 1 ^{er} partie)			
Représentation de l'eau	arrosoir	pluie	Noté (légende) sans dessin
Nombre d'élèves	22/24	2/24	0/24
Exemples de recueils			-
Total	24/24		
Les besoins de l'arbre un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 2 ^{ème} partie)			
Représentation de l'eau	arrosoir	pluie	Noté (légende) sans dessin
Nombre d'élèves	8/24	16/24	0/24
Exemples de recueils			-

Lors des relevés des conceptions des élèves (recueil 1), il apparaît alors 3 catégories : 19 élèves dessinent un arrosoir, 2 élèves dessinent de la pluie et un élève légende seulement avec le mot « eau ». Le dessin de l'arrosoir est dû entre-autre à une ancienne expérience, réalisée l'an passé, où l'enseignant a utilisé un arrosoir pour donner de l'eau aux plantes.

Deux catégories apparaissent au cours des relevés des connaissances finales après la séquence pédagogique sur les besoins vitaux de la plante : l'arrosoir et la pluie. Ces représentations étaient similaires lors du relevé des conceptions (recueil 1). Cependant, le nombre d'élèves n'est plus le même. Les élèves ayant représenté l'arrosoir sont au nombre de 18 ; ce qui correspond à un élève près au nombre d'élèves ayant représenté l'arrosoir lors du relevé des conceptions sur les besoins des végétaux. En revanche, le nombre d'élèves ayant représenté l'eau sous forme de pluie a augmenté et est passé de 2 élèves à 6 élèves. De ce fait, ces élèves ont su transposer l'origine de l'eau dont a besoin une plante au besoin de toutes les autres plantes présentes dans la nature au cours de la séquence pédagogique.

Nous remarquons également une égalité du nombre d'élèves représentant l'eau sous forme d'arrosoir et sous forme de pluie lors du relevé des connaissances scientifiques finales sur les besoins de l'arbre après la séquence.

De ce fait, après la séquence pédagogique, les élèves ont su transposer le savoir scientifique à tous les végétaux. Cependant, 12 élèves de la classe n'ont pas transposé l'origine du besoin en eau. En effet, l'eau dont a besoin un arbre « adulte » ne peut être apportée par un arrosoir.

Il est donc important lors de l'étude des besoins des végétaux d'insister sur la provenance des besoins et notamment sur la provenance de l'eau afin d'éviter de transmettre aux élèves de fausses représentations.

Si nous regardons les représentations de l'eau un mois après la séquence pédagogique, alors nous remarquons que la représentation de l'eau sous forme d'arrosoir augmente pour les besoins de la plante (de 18 élèves en fin de séquence à 22) et par conséquent diminue pour la représentation sous forme de pluie (de 6 élèves en fin de séquence à 2 élèves). Ainsi, ceci peut être dû au fait que les élèves eux-mêmes aient dû, pendant l'expérimentation en classe, arroser les pousses de haricot avec des gobelets. De ce fait, cette image d'arrosoir a pu être accentuée et incite les élèves à ne pas transposer l'origine du besoin en eau.

Inversement, un mois après la séquence pédagogique, la représentation de l'eau sous forme d'arrosoir diminue pour les besoins attribués à l'arbre (de 12 élèves en fin de séquence à 8) et par conséquent augmente pour la représentation sous forme de pluie (de 12 élèves en fin de séquence à 18 élèves).

De ce fait, un mois après la séquence pédagogique, les élèves ont su encore une fois transposer le savoir scientifique du besoin en eau à tous les végétaux. Comme vu précédemment, il n'en est pas le cas pour le besoin en soleil.

Le nombre de représentations de l'eau sous forme d'arrosoir lors du relevé des besoins de l'arbre a diminué par rapport au relevé (recueil 4) en fin de séquence. Les élèves paraissent alors transposer davantage l'origine du besoin en eau. Cependant, 8 élèves de la classe semblent avoir encore des difficultés puisqu'ils dessinent des arrosoirs pour représenter le besoin en eau de l'arbre : l'eau dont a besoin un arbre ne peut être en effet apportée par un arrosoir.

Intéressons-nous maintenant à l'impact d'une démarche expérimentale sur l'évolution des conceptions des élèves de cycle 2 sur la mise en place d'une expérience. Pour cela, des relevés sur ces connaissances avant et après la séquence pédagogique ont été réalisés. Cette séquence pédagogique avait pour objectif de comprendre l'utilisation d'un pot témoin dans une expérience. Il ne leur sera donc pas demandé de savoir correctement schématiser une expérience mais de reconnaître un dessin d'une expérience. D'autres relevés sur ces mêmes connaissances un mois après la séquence permettront de savoir ce qu'il reste dans la tête des élèves et de mesurer l'impact à long terme de l'expérimentation en classe.

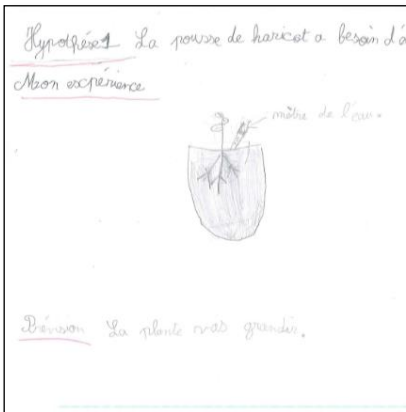
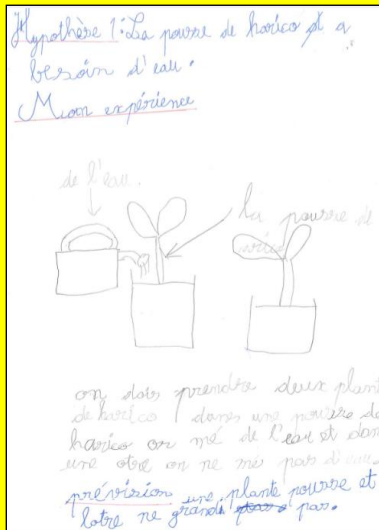
5.2 L'évolution des connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience

Dans cette sous-partie, les résultats des recueils 2 (évaluation diagnostique) qui concernent les connaissances sur la mise en place d'une expérience avant la séquence, des recueils 5 (évaluation sommative, annexe III, p.88) et 8 (annexe V, p.92) concernant ces mêmes connaissances après la séquence et un mois après cette dernière seront présentés et analysés.

Les résultats du deuxième recueil sont contenus dans le tableau ci-dessous (tableau 11). Ce dernier présente les résultats des conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience en classe. Les élèves devaient à partir de l'hypothèse suivante : « La pousse de haricot a besoin d'eau pour pousser » mettre en place une

expérience permettant de vérifier ou non cette dernière. Chaque recueil a été classé suivant l'expérience qui a été dessinée.

Tableau 11F: Conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience

Conceptions	Un seul pot est dessiné : pas de pot témoin	Non classé	Deux pots sont dessinés : le pot témoin avec de l'eau et un 2 ^{ème} pot sans eau
Total	19/24	1/24	4/24
Exemples de recueils		Ne répond pas à la consigne.	

Deux catégories de dessins sont alors apparues : 19 élèves sur 24 n'utilisent qu'un pot avec une plante qu'ils arrosent avec de l'eau. Les autres élèves, au nombre de 4, utilisent deux plantes (2 pots) : un pot qu'ils arrosent et le deuxième qu'ils n'arrosent pas.

Ces 4 élèves savent correctement mettre en place une expérience avec l'utilisation d'un pot témoin. Après discussion avec ces derniers, il s'est avéré que cette expérience a été menée en classe au cours de l'année précédente.

Intéressons-nous maintenant aux connaissances sur la mise en place d'une expérience après la séquence pédagogique et un mois après celle-ci relevées grâce aux recueils 5 et 8. Ces derniers (annexe III et V) consistaient à choisir la bonne expérience parmi plusieurs pour tester le besoin en eau (recueil 5) et en lumière (recueil 8) d'une plante. Dans le tableau qui va suivre (tableau 12) les résultats de ces recueils sont présentés.

Tableau 12: Connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience au cours des relevés

Les connaissances sur l'expérience après la séquence pédagogique (recueil 5)			
Connaissances finales	Un seul pot est utilisé : pas de pot témoin	Deux pots sont utilisés mais on change la variable	Deux pots sont dessinés : le pot témoin avec de l'eau et un 2 ^{ème} pot sans eau
Nombre d'élèves	1/24	1/24	22/24
Exemples de recueils	Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ? <i>C'est Clairence qui a raison.</i> Question 2 : Pourquoi ? <i>Parce que la plante a toujours besoin d'eau en fait parce que pour toute.</i>		
	Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ? <i>Marie.</i> Question 2 : Pourquoi ? <i>Parce que Marie a un pot témoin avec eau et un pot sans eau.</i>		
	Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ? <i>Les Jules qui a raison.</i> Question 2 : Pourquoi ? <i>Jules met une première plante avec de l'eau et la deuxième à l'ombre.</i>		
Les connaissances sur l'expérience un mois après la séquence pédagogique (recueil 8)			
Connaissances finales	Un seul pot est utilisé : pas de pot témoin	Deux pots sont utilisés mais on change la variable	Deux pots sont dessinés : le pot témoin avec de la lumière et un 2 ^{ème} pot sans lumière
Nombre d'élèves	2/24	3/24	19/24
Exemples de recueil	Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ? <i>Elle a raison parce que l'eau.</i> Question 2 : Pourquoi ? <i>Parce que la plante a besoin de lumière.</i>		
	Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ? <i>Arthur a raison.</i> Question 2 : Pourquoi ? <i>Arthur a raison parce que il a mis une plante à la lumière et pas l'autre.</i>		
	Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ? <i>L'expérience de Anne.</i> Question 2 : Pourquoi ? <i>Parce que elle lui fait de la lumière et de la chaleur.</i>		

Après la séquence pédagogique (recueil 5), nous remarquons que le nombre d'élèves sachant mettre correctement en place une expérience (utilisant un pot témoin) a augmenté : il est passé de 4 élèves à 22 élèves sur 24. Inversement, le nombre d'élèves n'utilisant qu'un pot pour la mise en place d'une expérience a diminué : il est passé de 19 élèves à 1 élève sur 24. Un dernier élève utilise 2 plantes pour réaliser une expérience mais change la variable testée. Cet élève n'a donc pas compris le rôle du pot témoin mais a compris qu'il fallait deux pots lors de la mise en place d'une expérience.

Globalement, les connaissances sur la mise en place d'une expérience ont donc évolué après la séquence pédagogique.

Un mois après la séquence pédagogique (recueil 8), le nombre d'élèves utilisant un pot témoin pour la mise en place d'une expérience a diminué de 2 (de 22 élèves en fin de séquence à 19 élèves sur 24) par rapport aux résultats après la séquence pédagogique. Inversement, le nombre d'élèves n'utilisant qu'un pot a augmenté mais seulement d'un élève et le nombre d'élèves utilisant 2 pots avec des variables différentes a augmenté de 2. Ces diminutions et augmentations sont donc légères et le temps qui s'est écoulé entre ces 2 recueils (recueils 5 et 8) n'a eu que peu d'influence sur les connaissances méthodologiques des élèves abordées durant la séquence pédagogique.

Ainsi, la mise en place de cette séquence pédagogique en classe et l'utilisation de la démarche expérimentale a globalement permis une évolution dans les connaissances sur la mise en place d'expériences des élèves (à ce stade de l'année).

5.2.1 L'évolution individuelle des connaissances sur la mise en place d'une expérience

De la même manière que précédemment, des niveaux sur les connaissances sur la mise en place d'une expérience ont été élaborés, ce qui permet de savoir si ces dernières ont évolué ou non pour chaque élève :

- N0 : ne répond pas à la consigne
- N1 : pas de pot témoin, un seul pot avec de l'eau
- N2 : 2 pots utilisés mais la variable est changée
- N3 : présence du pot témoin que l'on n'arrose pas

Le niveau 3 correspond à l'objectif visé par l'enseignante à la suite de cette séquence.

Tableau 13: Evolution des connaissances sur la mise en place d'une expérience

Prénom	Connaissances initiales sur la mise en place d'une expérience (Etape 1)	Connaissances après la séquence pédagogique sur la mise en place d'une expérience (Etape 2)	Connaissances un mois après la séquence pédagogique sur la mise en place d'une expérience (Etape 3)
Louise	N1	N3	N2
Lucian	N0	N3	N3
Eva	N3	N3	N3
Tom	N3	N3	N3
Nathan	N3	N3	N3
Luka	N1	N3	N2
Léo	N1	N3	N3
Elise	N1	N3	N3
Lylou	N1	N2	N3
Pablo	N1	N3	N3
Thomas	N1	N3	N3
Naara	N1	N3	N3
Evan	N1	N3	N3
Jeanne	N1	N3	N3
Alexandre.L	N1	N3	N3
Alexandre.J	N1	N3	N1
Juliette	N1	N1	N1
Lilly	N3	N3	N3
Mattéo	N1	N3	N3
Lisa	N1	N3	N3
Manoa	N1	N3	N3
Noélie	N1	N3	N3
Sacha	N1	N3	N3
Manon	N1	N3	N2

Légende 2 :



Le niveau sur les connaissances sur la mise en place d'une expérience a augmenté.

Etape 1 à 2 : Nombre d'élèves : 19

Etape 2 à 3 : Nombre d'élèves : 1



Le niveau sur les connaissances sur la mise en place d'une expérience a diminué.

Etape 1 à 2 : Nombre d'élèves : 0

Etape 2 à 3 : Nombre d'élèves : 4



Le niveau sur les connaissances sur la mise en place d'une expérience est inchangé.

Etape 1 à 2 : Nombre d'élèves : 5

Etape 2 à 3 : Nombre d'élèves : 19

Ce tableau nous permet de constater l'évolution des connaissances individuelles sur la mise en place d'une expérience.

- Ainsi, après la séquence pédagogique, 19 élèves ont vu leurs connaissances évoluer. En effet, ces élèves ont compris que l'expérience doit passer par l'utilisation de deux pots dont 18 comprennent l'utilisation du pot témoin et d'un pot test (sans la variable étudiée). Quatre autres élèves savaient déjà mettre correctement en place une expérience et leurs connaissances après cette séquence sont inchangées. Seulement un élève de la classe n'a pas vu ses connaissances évoluer et n'utilise toujours pas de pot témoin. Il n'a de ce fait pas atteint l'objectif fixé par l'enseignante.

Ceci permet de conclure sur le fait que la mise en place de cette séquence pédagogique à travers la démarche expérimentale a permis l'évolution des conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience excepté pour 5 élèves (4 d'entre eux possédant déjà les connaissances attendues) après la séquence pédagogique.

- Un mois après la séquence pédagogique, le niveau des connaissances sur la mise en place d'expériences reste inchangé pour 19 élèves de la classe dont le temps n'a pas joué sur leur connaissance à ce stade de l'année. Ces élèves semblent avoir compris l'utilisation du pot témoin. Cependant, un élève voit son niveau augmenter (du

niveau 1 en fin de séquence au niveau 3) et 4 autres élèves voient leur niveau de connaissances diminuer. Ces derniers, pourtant au niveau 3 après la séquence, n'atteignent donc plus à long terme l'objectif visé par l'enseignante même si deux d'entre trois utilisent tout de même 2 pots. Ils ne semblent plus se souvenir de l'utilisation d'un pot témoin malgré les expérimentations réalisées en classe. En observant les conceptions de ces mêmes élèves, nous remarquons néanmoins une évolution de leurs connaissances pour 2 d'entre eux (du niveau N1 au niveau 2). Pour les 2 autres élèves (Manon et Alexandre.J), malgré une évolution de leurs connaissances sur la mise en place d'une expérience en fin de séquence (du niveau 1 au niveau 3), la séquence ne semble avoir eu aucun effet sur le long terme puisque ces deux élèves se retrouvent au niveau initial (niveau1).

Ainsi, la mise en place de cette séquence pédagogique en classe a permis une évolution des connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience à ce stade de l'année excepté pour 2 élèves de la classe (Alexandre.J et Juliette) pour lesquels leurs connaissances semblent être inchangées (niveau 1). Pour Alexandre, il semblerait que ses conceptions initiales sur la mise en place d'une expérience réapparaissent au cours du temps. C'est ce qu'explique Bachelard (partie 1) sur la résistance des conceptions des élèves dans leur apprentissage qui apparaissent souvent comme immuables pour eux. Pour l'autre élève (Juliette), la séquence pédagogique n'a eu aucune influence sur ses conceptions initiales : la démarche expérimentale ne lui a pas permis de faire évoluer sa culture scientifique.

Ainsi, cette séquence pédagogique a permis l'évolution des savoirs et des savoir-faire excepté pour quelques élèves. Il est maintenant intéressant de s'attarder sur ce que les élèves retiennent de cette séquence et ce sans questions guidées. Le but était de répondre à la problématique suivante : **Quelles sont les connaissances que pensent avoir retenues les élèves après la séquence pédagogique, puis un mois après la séquence: les connaissances scientifiques ou les connaissances liées à la mise en place d'une expérience ?**

5.3 L'évolution des connaissances citées par les élèves après la séquence

Les recueils 3 et 6 qui ont été réalisés pour le premier en fin de séquence avant les évaluations sommatives (recueils 4 et 5) et pour le second un mois après cette séquence consistaient à relever ce que les élèves pensent avoir appris au cours de ce chapitre. Pour cela, une feuille vierge leur a été donnée avec la consigne suivante : « Vous allez écrire sur cette feuille ce que vous avez appris pendant ce chapitre. Vous avez le droit d'écrire tout ce que vous voulez. ». Le travail était à réaliser en 10 minutes.

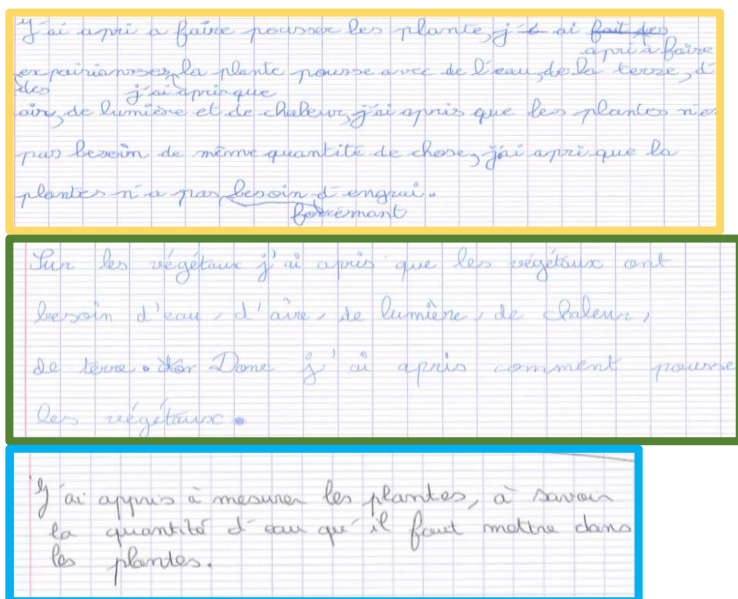
Le tableau n°14 présente les résultats de ces recueils : les recueils des élèves ont été classés en fonction des apprentissages cités (résultats bruts annexe XIII, tableau 22, p.104).

Tous les recueils où ne figurent que des réponses à des connaissances scientifiques (besoins des végétaux, évocation des besoins du cactus, du chêne, ...) ont été placés dans la rubrique « Les besoins des végétaux », tous les recueils où ne figurent que des réponses concernant les expériences (pot témoin, faire une expérience, ...) ont été placés dans la rubrique « Faire des expériences ». Les autres recueils qui faisaient référence à ces deux connaissances sont placés dans la dernière rubrique du tableau « Faire des expériences et les besoins des végétaux ».

Tableau 14: Nombre d'apparitions des apprentissages relevés

Les connaissances citées par les élèves en fin de séquence (recueil 3)			
Apprentissages relevés	Faire des expériences	Les besoins des végétaux (eau, lumière, chaleur, besoins du cactus,)	Faire des expériences et les besoins des végétaux
Nombre d'apparition des différents items	4/24	14/24	6/24
Les connaissances citées par les élèves un mois après la séquence (recueil 6)			
Apprentissages relevés	Faire des expériences	Les besoins des végétaux (eau, lumière, chaleur, besoins du cactus,)	Faire des expériences et les besoins des végétaux
Nombre d'apparition des différents items	2/24	13/24	9/24

Figure 6: Quelques exemples de recueils (recueil 3)



Après la séquence pédagogique :

Sur les 24 élèves ayant participé aux recueils, 4 élèves ne font référence qu'à l'apprentissage des expériences, 14 élèves seulement aux besoins des végétaux et 6 élèves font référence aux deux savoirs. Vingt élèves sur 24 pensent avoir appris des connaissances sur les besoins des végétaux et 10 élèves sur 24 pensent avoir appris des savoirs sur l'expérience (savoir-faire). Ainsi, les apprentissages des besoins sur les végétaux sont « deux fois » plus cités que les apprentissages sur l'expérience.

De ce fait, après la séquence pédagogique, les connaissances scientifiques sont les connaissances que les élèves pensent avoir apprises au cours de ce chapitre. Cependant ce n'est pas le cas de tous les élèves : 4 élèves ne citent que l'apprentissage d'expériences.

Néanmoins, les résultats des évaluations sommatives (recueils 4 et 5), après la séquence, nous montrent que les élèves ont appris à réaliser des expériences puisque 22 élèves sur 24 semblent connaître l'utilisation du pot témoin (tableau 12, p.59).

Un mois après la séquence pédagogique :

Un mois après la séquence, 2 élèves pensent avoir appris seulement à réaliser des expériences, 13 élèves citent seulement les besoins des végétaux et les 9 autres élèves font référence aux deux savoirs. On a alors, un mois après la séquence, 22 élèves sur 24 qui pensent avoir appris des connaissances sur les besoins des

végétaux et 11 élèves sur 24 qui pensent avoir appris des savoirs sur l'expérience. Ainsi, les apprentissages des besoins sur les végétaux sont toujours « deux fois » plus cités que les apprentissages sur l'expérience.

Cependant, en observant les résultats bruts des recueils (annexe XIII, tableau 22, p.104), 13 élèves pensent avoir appris, un mois après la séquence, des choses différentes par rapport en fin de séquence. On a alors, au total, une diminution de 2 élèves quant à la référence aux expériences, d'un élève concernant les besoins des végétaux et une augmentation de 3 élèves sur la référence aux deux savoirs.

Il est également intéressant de noter que les 2 élèves qui ne citent que les expériences font partie des élèves ayant correctement attribués tous les besoins des végétaux dont l'air un mois après la séquence.

Ainsi, un mois après la séquence pédagogique, les connaissances scientifiques sont les connaissances que les élèves pensent avoir les mieux apprises au cours de ce chapitre. Mais ce n'est pas le cas de tous les élèves : 2 élèves ne citent que l'apprentissage d'expériences.

Nous remarquons que le nombre d'élèves qui citent les deux savoirs a augmenté contrairement aux deux autres catégories. Cela laisse penser qu'à long terme les élèves seraient plus susceptibles de se souvenir des expériences menées en classe engendrant alors le souvenir des connaissances scientifiques qui en découlent.

6 Discussion

Comme les résultats précédents le démontrent, tous les élèves de la classe (24 au total) en fin de séquence connaissent les besoins vitaux des végétaux : eau, terre, chaleur et lumière. Dix d'entre eux connaissent même le besoin en air des végétaux.

Un mois après la séquence 8 élèves de la classe ne connaissent plus tous les besoins des végétaux et ne sont plus capables de citer les deux besoins qu'apporte le soleil. L'un d'entre eux ne sait même plus ses deux fonctions (chaleur et lumière). Le temps semble donc jouer sur la mémoire des élèves qui oublieraient des connaissances. Dans le même temps, 4 autres élèves ne citent plus le besoin en air alors qu'ils le citaient précédemment et 3 autres élèves attribuent maintenant ce besoin aux végétaux, besoin qu'ils ne citaient pas en fin de séquence. Ainsi, mon attention s'est focalisée sur ces trois élèves. En effet, comment ont-ils pu se souvenir du besoin en air alors que ce dernier n'a pas été expérimenté en classe ? De même, au cours du mois, les élèves n'ont pas relu leur leçon concernant les végétaux ; ce qui suppose que ce savoir était donc présent dans leur mémoire. Ce besoin a pu être lu lors de la relecture de la leçon la veille des évaluations sommatives (recueils 4 et 5) et de ce fait enregistré. La trace écrite finale sur les besoins des végétaux évoquait le besoin en air. Cela montre l'importance des écrits expositifs dans l'apprentissage des sciences à l'école primaire.

Concernant les connaissances sur la mise en place d'une expérience, 2 élèves à ce stade de l'année n'ont vu celles-ci évoluer. Le fait de réaliser des expériences en classe n'a pas permis de faire évoluer leurs conceptions initiales sur celles-ci. Ceci est peut-être dû au travail de groupe : en effet, les expériences ont été pensées et menées par groupe de 4 en classe. Les relevés devaient être effectués à tour de rôle. Cependant, il est difficile en situation de classe de vérifier si tous les élèves du groupe ont bien chacun réalisé au moins une fois un relevé pour se rendre compte de la présence de 2 pots (un pot témoin et un pot test). Il aurait fallu pour cela que chaque élève ait à réaliser le suivi de son expérience. Cette organisation est néanmoins difficile à mettre en place d'un point de vue matériel.

De plus, même si certains élèves semblent avoir progressé à la suite de cette séquence, n'oublions pas que ces derniers avaient déjà effectué l'an passé des expériences sur les besoins des végétaux et que seulement 4 d'entre eux se souvenaient de l'utilisation du pot témoin lors des relevés des conceptions (recueil 1)

en début de séquence. Seraient-ils alors capables de réaliser une expérience témoin l'année prochaine ?

Enfin, j'ai utilisé des schémas de différentes expériences dans les recueils 5 et 8. Les élèves devaient choisir l'expérience qu'ils utiliseraient pour tester l'hypothèse du besoin en eau (recueil 5) et du besoin en lumière (recueil 8). Nous en avons conclu que 19 élèves savaient correctement mettre en place une expérience car ils mentionnaient l'expérience utilisant le pot témoin. Cependant, une nouvelle question se pose : Seraient-ils capables, malgré leurs jeunes âges (cycle 2), de concevoir une expérience et de la mettre en œuvre sans guidage ?

Il serait intéressant de voir ce qu'il reste de ces connaissances scientifiques et sur la mise en place d'une expérience l'année suivante. Rappelons qu'en début de séquence, un élève seulement se souvenait des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux abordées l'année précédente et possédait les connaissances visées en fin de cycle 2 (niveau 5, Tom) et seulement 4 élèves se souvenaient des connaissances méthodologiques abordées l'année précédente et possédaient les connaissances visées en fin de cycle 2 (niveau 3, Tom, Eva, Nathan et Lilly). Nous remarquons d'ailleurs que ces connaissances sont toujours les mêmes.

Pour finir, nous remarquons que seulement 11 élèves à ce stade de l'année citent les expériences lorsqu'on leur demande ce qu'ils ont appris durant ce chapitre. Pourtant, 19 élèves savent mettre en place une expérience avec l'utilisation d'un pot témoin. Ces résultats (tableau 14) sont peut-être dus au fait que les élèves ne pensent pas que les expériences soient quelque chose à apprendre. L'habitude scolaire incite les élèves à retenir les connaissances scientifiques (ici les besoins des végétaux), connaissances souvent attendues des élèves en fin de tout chapitre.

7 Conclusion

Pour conclure, la mise en place d'expérience en classe a permis à certains élèves de faire évoluer leurs connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux. En effet, les différents tableaux présents ci-dessus permettent de montrer que les conceptions initiales ont évolué au cours de la phase d'investigation menée en classe par la mise en place d'expériences. La pratique et la mise en relation avec le réel a permis aux élèves d'en tirer des connaissances. En fin de séquence, tous les élèves connaissent les besoins des végétaux expérimentés en classe. Seul le besoin en air des végétaux n'est pas connu de tous les élèves, mais ce dernier n'a pas été expérimenté en classe. Un mois après la séquence, 16 élèves se souviennent de tous les besoins des végétaux expérimentés en classe dont 9 élèves citent le besoin en air.

De la même façon, cette mise en place d'expériences a permis à certains élèves d'acquérir les connaissances relatives à l'élaboration d'une expérimentation. En effet, on peut voir que les conceptions initiales ont évolué. Vingt-deux élèves, en fin de séquence, savent correctement mettre en place une expérience en utilisant 2 pots et 19 un mois après.

Concernant la transposition du savoir scientifique aux autres végétaux ; elle a été réalisée par tous les élèves de la classe en fin de séquence. En effet, les besoins connus pour la plante sont les mêmes pour l'arbre en fin de séquence. Ceci peut être dû, en reprenant les travaux d'Astolfi, à la structuration et généralisation des savoirs réalisés en fin de séquence pédagogique. Les élèves ont réalisé des comparaisons des besoins vitaux des végétaux à l'aide de recherches documentaires pour en réaliser une synthèse finale. Cependant, un mois après la séquence, 3 élèves ne transposent plus le besoin en soleil à tous les végétaux.

Il est également apparu difficile pour certains élèves d'adapter la provenance des besoins. L'analyse de la représentation du besoin en eau a effectivement permis de montrer une difficulté de transposition complète de l'origine de l'eau puisque cette dernière a été représentée par certains élèves de la classe par un arrosoir. Or, cela est inimaginable dans la nature. Cependant, nous remarquons qu'un mois après la séquence seulement 8 élèves de la classe représentent le besoin en eau d'un arbre par un arrosoir contre 12 en fin de séquence. Inversement, la représentation de

l'arrosoir concernant les besoins de la plante a augmenté (de 18 élèves à 22 un mois après la séquence). Cette représentation peut justement être due au fait d'avoir généraliser le savoir sans parler de la différence de provenance du besoin en eau entre une plante domestique et une plante ou un arbre présent dans la nature. Malgré une notion abordée plusieurs fois à l'oral tout au long de la séquence, il aurait peut-être fallu en réaliser une trace écrite permettant aux élèves d'y revenir dessus.

Pour finir, il fut intéressant de s'attarder sur les connaissances que pensent avoir retenues les élèves ; celles auxquelles ils pensent en premier. Nous pouvons alors remarquer qu'à la suite de la séquence et à ce stade de l'année les connaissances scientifiques sont les connaissances que pensent avoir apprises les élèves. Il faut cependant nuancer ces propos puisque ce n'est pas le cas de tous les élèves de la classe.

Comme expliqué dans la partie « Discussion » ci-dessus, le temps qui s'écoule engendre chez les élèves un oubli de certaines connaissances scientifiques ou méthodologiques qui semblaient pourtant acquises en fin de séquence. En effet, lors des relevés des conceptions initiales, seulement 4 élèves se souvenaient de l'utilisation d'un pot témoin lors de la mise en place d'une expérience et un seul élève se souvenait des deux fonctions du soleil et avait acquis dès le début de la séquence les objectifs visés par cette dernière. Il serait alors intéressant de réaliser, par exemple tous les 2 mois, une recherche documentaire rappelant aux élèves les besoins des végétaux. Ceci permettrait peut-être de généraliser à long terme le savoir sur les besoins des végétaux et de ne pas les oublier. Il serait intéressant de tester ces hypothèses lors de nouvelles recherches.

Listes des tableaux

Tableau 1: Présentation de la séquence pédagogique	32
Tableau 2: Bilan sur les recueils expérimentaux.....	34
Tableau 3: Conceptions des élèves sur les besoins des végétaux	38
Tableau 4: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des conceptions des élèves (recueil 1)	39
Tableau 5: Connaissances scientifiques des élèves sur les besoins végétaux (après la séquence pédagogique).....	40
Tableau 6: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux (recueil 4 : après la séquence pédagogique)	41
Tableau 7: Connaissances scientifiques des élèves sur les besoins végétaux (un mois après la séquence pédagogique).....	47
Tableau 8: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux (recueil 7 : un mois après la séquence pédagogique)	48
Tableau 9: Evolution des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux (la plante) au cours des différents recueils (recueil 1, 4 et 7)	49
Tableau 10: Nombre de représentations du besoin en eau des végétaux (recueils 1,4 et 7)	53
Tableau 11F: Conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience	58
Tableau 12: Connaissances des élèves sur la mise en place d'une expérience au cours des relevés	59
Tableau 13: Evolution des connaissances sur la mise en place d'une expérience	61
Tableau 14: Nombre d'apparitions des apprentissages relevés	64
Annexe VI : Tableau 15: Résultats bruts des conceptions des élèves sur les besoins des végétaux	94
Annexe VII : Tableau 16: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de la plante et de l'arbre après la séquence pédagogique	95
Annexe VIII : Tableau 17: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de la plante un mois après la séquence pédagogique	96
Annexe IX : Tableau 18: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de l'arbre un mois après la séquence pédagogique	97

Annexe X : Tableau 19: Résultats bruts des représentations de l'eau dans les différents recueils effectués	98
Annexe XI : Tableau 20: L'évolution des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux	100
Annexe XII : Tableau 21: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux.....	102
Annexe XIII : Tableau 22: Résultats bruts des recueils 3 et 6 sur les connaissances que pensent avoir apprises les élèves.....	104

Listes des figures

Figure 1: Récapitulatif de l'évolution de l'enseignement des sciences de 1969 à 1995	10
Figure 2: Schéma d'un chloroplaste	22
Figure 3: Complexe macromoléculaires et transferts d'électrons et de protons au niveau de la membrane du thylakoïde	23
Figure 4: Le cycle de Calvin	24
Figure 5: Schéma et équation bilan de la nutrition des plantes	26
Figure 6: Quelques exemples de recueils (recueil 3)	65

Bibliographie et Sitographie

- ARCA Maria, « *La représentation scientifique de la réalité : expérience et expérimentation à l'école primaire* », Aster : recherches en didactique des sciences expérimentales, 1999, n°28, p.191 – 218, disponible sur http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8722/ASTER_1999_28_191.pdf?sequence=1 (consulté le 03/11/2017)
- ARMS Karen et S.CAMP Pamela, *Biologie Tome 2*, Editions Universitaires, 1987
- ASTOLFI Jean-Pierre, PETERFALVI Brigitte et Vérin Anne, *Comment les enfants apprennent les sciences*, Edition Retz, 1998
- ASTOLFI Jean-Pierre et DEVELAY Michel, *La didactique des Sciences*, Presses Universitaires de France, 1989
- ASTOLFI Jean-Pierre, *L'école pour apprendre*, ESF éditeur, 1992 (Collection Pédagogies)
- BACHELARD Gaston, *La formation de l'esprit scientifique*, 5^e édition, Librairie Philosophique J.VRIN, 1967 (Bibliothèque des textes philosophiques), disponible sur : http://classiques.uqac.ca/classiques/bachelard_gaston/formation_esprit_scientifique/formation_esprit.pdf (consulté le 11/01/2018)
- BERTHOU Guillemette, « *L'enseignement des sciences expérimentales dans le système éducatif français : aspects historiques de ses fondations* », Tréma [en ligne], 9-10/ 1996, disponible sur <http://journals.openedition.org/trema/2032> (consulté le 28/03/2018)
- CALMETTES Bernard, *La didactique des sciences et démarches d'investigation*, L'Harmattan, 2012
- CALMETTES Bernard et BOILEVIN Jean-Marie, « *Le modèle « investigation-structuration » et l'actualité des tensions autour des constructivismes* », Jean-Pierre Astolfi : échos dans les recherches d'aujourd'hui, 2014, RDST n°9, p.103-128
- CARIOU Jean-Yves, *Un projet pour faire vivre des démarches expérimentales*, Delagrave, 2007

- COQUIDE Maryline, BOURGEOIS-VICTOR Patricia et DESBEAUX-SALVIAT Béatrice, « *« Résistance du réel » dans les pratiques expérimentales* », Aster : recherches en didactique des sciences expérimentales [en ligne], 1999, n°28, p.57-77, disponible sur <<http://hdl.handle.net/2042/8716>> (consulté le 03/11/2017)
- FLAGEUL Roland et COQUIDE Maryline, « *Conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école élémentaire* », Aster : recherches en didactique des sciences expérimentales [en ligne], 1999, n°28, p.33-55, disponible sur <<http://hdl.handle.net/2042/8715>> (consulté le 03/11/2017)
- GIORDAN André et PELLAUD Françoise, *Comment enseigner les sciences*, Edition Delagrave, 2008
- GRANCHER Céline, « *Vers la construction de la notion scientifique de vivant au cycle 2 : faire évoluer les conceptions d'élèves de GS-CP à travers des pratiques langagières* », Grand N [en ligne], 2014, n°94, p.5-24, disponible sur : <<http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=94>> (consulté le 11/01/2018)
- GUIZOT, *Loi sur l'instruction primaire - Loi Guizot du 28 Juin 1833* [en ligne], disponible sur : <<http://www.education.gouv.fr/cid101161/loi-sur-l-instruction-primaire-loi-guizot-du-28-juin-1833.html&xtmc=rapport&xtnp=7&xtcr=125>> (consulté le 03/11/2017)
- HEBRARD Jean, « *Au commencement (XVIe-XVIIIe siècles)* », La main à la pâte [en ligne], 1997, disponible sur : <<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/14613/lhistoire-de-lenseignement-des-sciences-en-france>> (consulté le 03/11/2017)
- Inspection générale de l'éducation nationale groupe de l'enseignement primaire, « *L'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire* », Eduscol [en ligne], Septembre 2000, disponible sur : <http://media.eduscol.education.fr/file/ecole/17/3/EXSREN11_112173.pdf> (consulté le 03/11/2017)
- KAHN Pierre, « *L'enseignement des sciences, de ferry à l'éveil* », Aster [en ligne], 2000, n°31, p. 9-35, disponible sur : <<http://hdl.handle.net/2042/8751>> (consulté le 03/11/2017)
- Loi sur l'enseignement primaire obligatoire du 28 Mars 1882, Eduscol [en ligne],

1882, mise à jour en juin 2016, disponible

sur : <http://cache.media.education.gouv.fr/file/Les_grands_textes/03/2/loi_sur_l_enseignement_primaire_obligatoire_du_28_mars_1882_569032.pdf> (consulté le 03/11/2017)

- MEN Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015, Présentation des programmes à l'école élémentaire [en ligne], 2015, disponible sur :

<http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=94753> (consulté sur 03/11/2017)

- VERIN Anne, « *Apprendre à écrire pour apprendre les sciences* », Aster [en ligne], 1988, n°6, p. 15-46, disponible sur : <http://hdl.handle.net/2042/9165> (consulté le 03/11/2017)

Sommaire des annexes

Annexe I : Séquence pédagogique : fiche de préparation	77
Annexe II : Recueil 4 (évaluation sommative).....	86
Annexe III : Recueil 5 (évaluation sommative).....	88
Annexe IV : Recueil 7	90
Annexe V : Recueil 8	92
Annexe VI : Tableau 15: Résultats bruts des conceptions des élèves sur les besoins des végétaux	94
Annexe VII : Tableau 16: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de la plante et de l'arbre après la séquence pédagogique	95
Annexe VIII : Tableau 17: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de la plante un mois après la séquence pédagogique	96
Annexe IX : Tableau 18: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de l'arbre un mois après la séquence pédagogique	97
Annexe X : Tableau 19: Résultats bruts des représentations de l'eau dans les différents recueils effectués	98
Annexe XI : Tableau 20: L'évolution des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux	100
Annexe XII : Tableau 21: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux.....	102
Annexe XIII : Tableau 22: Résultats bruts des recueils 3 et 6 sur les connaissances que pensent avoir apprises les élèves.....	104

Annexe I : Séquence pédagogique : fiche de préparation

Mercredi 10 Janvier			
Séance 1 : Phase de questionnement		Matériel : pousse de haricot, diapo photo, affiche 1, feuille A4	Durée : 50 m
Objectif : - Se questionner sur les besoins de la pousse de haricot		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter, de proposer un moyen de valider ou d'invalides des hypothèses	
Durée	Forme de travail	Déroulement	
15 m	Collectif Oralement	Situation déclenchante (15m)	
		<u>Enseignant</u> : Amener les élèves à réfléchir sur les besoins de la pousse - Montrer une photo de potager avec des haricots et le fruit : poser des questions sur ce qu'est un potager, sur ce que l'on y trouve. - Montrer aux élèves les pousses de haricot : expliquer que l'on veut réaliser un potager comme celui qui au tableau. - Les élèves se demandent alors ce qu'il va falloir faire avec les pousses de haricot pour obtenir un beau potager - Ils vont alors émettre des problèmes. <u>Exemple</u> : « <i>Que faut-il pour que la pousse deviennent un grand haricot?,...</i> » - L'enseignante écrit au tableau les différents problèmes soulevés. Choix de la problématique : « De quoi a besoin une pousse de haricot pour pousser ? » (les élèves l'écrivent dans le cahier de science)	<u>Trace écrite</u> : Copier les problèmes des élèves au tableau : - « Que faut-il à la pousse pour devenir un beau haricot? - Comment la faire bien pousser? - »
		Évaluation diagnostique (35 m)	

10 m	Individuellement Ecrit	<u>Enseignant</u> : Faire émerger les représentations initiales des élèves et les obstacles, faire évoluer les représentations par une confrontation par groupe - Recueillir les conceptions des élèves à l'écrit (feuille A4) sur le problème choisi. Les élèves doivent réaliser un schéma. Consigne : « <i>Sur la feuille blanche que je viens de vous distribuer, vous allez dessiner à l'aide d'un schéma ce qu'a besoin une pousse de haricot pour pousser.</i> » Passer dans les rangs si les élèves ont dessiné un soleil leur demander si c'est pour la chaleur ou la lumière (le marquer sur leur dessin)	<u>Trace écrite</u> : - Chaque élève possède sa feuille où figurent ses conceptions sur les besoins du haricot
15 m	Collectif Oralement	- Mise en commun: confrontation des résultats en classe entière (conflit socio-cognitif) - PE note au tableau les conceptions des élèves. On garde les conceptions rationnelles (terre, eau, lumière, air, la protéger des animaux,...) = affiche 1 et les élèves les recopient dans leur cahier de sciences	- Affiche 1
10 m	Individuellement Ecrit	- Question: « <i>Comment allons-nous faire pour le tester?</i> » <u>Enseignant</u> : Amener les élèves à réaliser un protocole cohérent (témoin) - Demander à chaque élève d'imaginer une expérience pour tester si la pousse a besoin d'eau ou pas. (faire sur feuille). Les élèves donnent une prévision à leur protocole Ceci permet notamment de relever les conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience. - Hypothèse 1: La pousse de haricot a besoin d'eau - Consigne: « <i>Individuellement, vous mettez en place un protocole permettant de vérifier ou non cette hypothèse</i> » (réaliser le protocole, schéma sur une feuille) => noter les prévisions de l'expérience	- Chaque élève possède sa feuille où figurent ses conceptions sur la mise en place d'une expérience - Problème + hypothèses + protocole + prévisions

Mercredi 17 Janvier			
Séance 2 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »		Matériel : affiche 1, affiche 2, étiquettes, 14 pousses de haricot, bocal, images pour les pots, calendrier	Durée : 55 m
Objectif : - savoir mettre en place une expérience		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter	
Durée	Forme de travail	Déroutement	
5 m	Collectif Oralement	<u>Enseignant</u> : Amener les élèves à réaliser un protocole cohérent (témoin) - Rappel sur la séance précédente (problème + hypothèses) - Question: « Comment allons-nous faire pour le tester? »	<u>Trace écrite</u> : - Sur feuille blanche
10 m	Individuellement Ecrit	<u>Enseignant</u> : Amener les élèves à réaliser un protocole cohérent (témoin) - Demander à chaque élève d'imaginer une expérience pour tester si la pousse à besoin d'eau ou pas. (faire sur feuille). Les élèves donnent une prévision à leur protocole Ceci permet notamment de relever les conceptions des élèves sur la mise en place d'une expérience. - Hypothèse 1: La pousse de haricot a besoin d'eau - Consigne: « Individuellement, vous mettez en place un protocole permettant de vérifier ou non cette hypothèse » (réaliser le protocole, schéma sur une feuille) => noter les prévisions de l'expérience	
15 m	Collectif Oralement	- Mise en commun des protocoles: les élèves passent au tableau expliquer leur protocole, les prévisions. But: Il faut amener à comprendre la nécessité d'enlever un facteur si on désire le tester et qu'il faut donc une plante témoin -> Débat sur la mise en place de l'expérience. A la fin, arriver à faire comprendre l'utilité du témoin. <i>Protocole mis en place : 2 pots : un pot témoin l'autre privé d'eau. Mesurer la longueur en cm (poser le pot sur la table, le 0 commence au niveau du haut du gobelet) et le nombre de feuilles. Mesurer toujours les mêmes pousses</i>	

5 m	Individuellement Ecrit	- Recopier le protocole choisi ensemble sur son cahier d'expérience	- Sur le cahier de sciences
10 m	Par groupe de 4	- Se mettre par groupe de 4 → petit temps de relecture du protocole - Réaliser l'expérience sur l'eau : chaque groupe de 4 va réaliser son expérience	
10 m	Collectif Oralement	- <u>Expliquer le déroulement du suivi du protocole, de la séquence :</u> - prendre une photo en début d'expérience puis le Mercredi 24 Janvier - un calendrier a été réalisé préalablement par le PE (1 par groupe) - chaque groupe viendra tous les 3 jours s'occuper d'une expérience et notera avec la PE l'avancer de la plante dans le calendrier (cm, compter le nombre de feuilles, dessiner la plante) : tous les élèves du groupe seront présent, mais un seul dessine sur le calendrier (échanger pour le relevé suivant).	

<u>Mercredi 24 Janvier</u>			
Séance 3 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »		Matériel : affiche 1, affiche 2, étiquettes, 4 pousses de haricot, bocal, images pour les pots, calendrier	Durée : 50 m
Objectif : - savoir mettre en place une expérience		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter	
Durée	Forme de travail	Déroulement	
10 m	Par groupe de 4	<u>Enseignant :</u> Amener les élèves à réaliser un protocole cohérent (témoin) - Chaque groupe effectue le relevé sur l'expérience sur l'eau : dessiner, compter nombre de feuille, cm)	<u>Trace écrite :</u>
15 m	Par groupe de 4 Ecrit	- Reprendre les mêmes groupes de 4 : chaque groupe (2 ou 3 groupe par variable à tester) va devoir réaliser un protocole sur une des hypothèses (affiche 1): terre, température, animaux, lumière, engrais. Noter les prévisions « Expliquer que l'on va mettre le haricot dans la terre car la terre permet à la pousse d'être ancrer et qu'elle contient des sels minéraux qui permettent à la pousse de	- Ecrire le protocole sur le cahier de sciences

20 m	Collectif Oralement	pousser. » - Mise en commun : les groupes viennent présenter leur protocole -> débat sur les protocoles - Se mettre d'accord sur les protocoles pour chaque variable: un pot témoin - température : la pousse est placée dans le frigo où il y a de la lumière - lumière: la placer dans l'armoire - la protéger des animaux: placer dans le pot des escargots - PE réalise, dans le même temps des affiches récapitulatives de toutes les expériences : coller une étiquette sur les pots des haricots pour ne pas les confondre (mettre l'étiquette sur l'affiche) : étiquette avec un frigo, avec un escargot, terre barré, eau barré, avec l'engrais	- Affiche 2 (la photocopier et la mettre dans le cahier de sciences)
5 m	Collectif Oralement	<u>- Même déroulement sur le protocole sur l'eau :</u> - prendre une photo en début d'expérience - un calendrier a été réalisé préalablement par le PE (1 par groupe) : - chaque groupe viendra tous les 3 jours s'occuper de son expérience et notera avec la PE l'avancer de la plante dans le calendrier (cm, compter le nombre de feuilles, dessiner la plante) : tous les élèves du groupe seront présent, mais un seul dessine sur le calendrier (échanger pour le relevé suivant).	

Mercredi 31 Janvier			
Séance 4 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »		Matériel : affiche 1, affiche 2, étiquettes, 10 pousses de haricot, bocal, images pour les pots, calendrier	Durée : 30 m
Objectif : - savoir mettre en place une expérience		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter	
Durée	Forme de travail	Déroulement	
5 m 5 m	Collectif Oralement	<u>Enseignant :</u> - Rappel sur la séance précédente (problème + hypothèses + protocole) - Se mettre par groupe de 4 et lire le protocole réalisé la séance dernière	<u>Trace écrite :</u>

5 m		- Lecture collectif de l'affiche 2	
15 m	Par groupe de 3	- Les élèves reprennent leur groupe de la séance dernière et réalise leur protocole (on réalisera un seul pot témoin pour les expériences). Coller l'étiquette correspondante sur les pots puis prendre une photo (début expérience). En tout : 2 pots sans lumière, 2 pots avec du coton ou engrais (à voir), 2 pots avec des escargots, 2 pots dans le frigo et 2 pots témoins	

Mercredi 7 Février			
Séance 5 : « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »		Matériel : affiche 1, affiche 2, les plantations, les photos des expériences affichées au TNI	Durée : 45m
Objectif : - savoir formuler une conclusion sur les besoins en eau de la pousse de haricot		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter	
Durée	Forme de travail	Déroulement	
5 m	Classe entière oralement	<u>Enseignant :</u> Amener les élèves à réfléchir sur les besoins de la pousse - Rappel de l'expérimentation sur l'hypothèse des besoins en eau de la pousse (problèmes, hypothèses, protocole, prévisions): prendre des photos à la fin de l'expérience	<u>Trace écrite :</u>
15 m	Par groupe de 3 Ecrit	- Réflexion sur les résultats de leur expérimentation : comparer l'aspect de leur pousse, comparer la longueur des pousses, le nombre de feuille avec la pousse du pot témoin. Chaque groupe de 3 note les résultats de leur expérience sur le cahier de sciences	- Sur le cahier de sciences : partie Observation
15 m	Classe entière oralement	- <u>Mise en commun:</u> - quelques groupes présentent à la classe leurs résultats avec la photo de début, du milieu et de la fin de l'expérience que le PE affiche au tableau et leur calendrier : - rappel du protocole	- Le calendrier sera photocopié 3 fois pour permettre à tous les élèves du groupe de 4 de garder une trace

5 m		- explication du devenir de la plante à l'aide du calendrier (cm, nombre de feuille, aspect) - résultat, observation qu'ils en ont fait - analyse (remplir affiche n°3)	écrite de leur investigation
5 m		- Revenir sur l'hypothèse de début: affiche 1 puis l'affiche 2 (les protocoles). Réaliser une affiche n° 3 en fonction des résultats des expériences (finir de la remplir à la séance suivante) - Trace écrite (dans cahier de sciences)	- « Pour pousser , une plante a besoin d'eau. »

Mercredi 28 Février (Ramener les pousses pendant les vacances pour poursuivre les expériences, faire des photos)

Séance 6: « Que faut-il pour faire pousser la pousse de haricot? »		Matériel : affiche 1, affiche 2, les plantations, les photos des expériences affichées au TNI, affiche 3		Durée : 40m
Objectif : - Savoir analyser des résultats et formuler une conclusion		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter		
Durée	Forme de travail	Déroulement		
5 m	Classe entière oralement	<u>Enseignant :</u> Amener les élèves à réfléchir sur les besoins de la pousse - Rappel de l'expérimentation sur les hypothèses des besoins de la pousse (problème, hypothèses, protocole, prévisions): prendre des photos à la fin de l'expérience		<u>Trace écrite :</u>
10 m	Par groupe de 3 Ecrit	- Réflexion sur les résultats de leurs expérimentations : comparer l'aspect de leur pousse, comparer la longueur des pousses, le nombre de feuilles avec la pousse du pot témoin. Chaque groupe de 3 note les résultats de leur expérience sur le cahier de sciences		- Sur le cahier de sciences : partie Observation
15 m	Classe entière oralement	<u>- Mise en commun:</u> - quelques groupes présentent à la classe leurs résultats avec la photo de début, du milieu et de la fin de l'expérience que le PE affiche au tableau: - rappel du protocole		

5 m	- explication du devenir de la plante à l'aide du calendrier (cm, nombre de feuille, aspect) - résultat, observation qu'ils en ont fait - analyse (remplir affiche n°3) - Revenir sur les hypothèses de début: affiche 1 puis l'affiche 2 (les protocoles). Finir de remplir affiche n° 3 en fonction des résultats des expériences - Trace écrite (dans cahier de sciences) : conclusion sur les besoins de la pousse de haricot	- Affiche n° 3 : la photocopier et la donner à chaque élève - « Pour pousser, la pousse de haricot a besoin d'eau, d'air, de lumière, de terre, d'une température favorable à sa pousse (13°C). »
-----	---	--

Mercredi 7 Mars			
Séance 7: « Les besoins vitaux du rosier »		Matériel : affiche 3,4,5,6, vidéo, cahier de sciences, articles scientifiques sur le chêne et le cactus	Durée : 1 h
Objectif : - Comparer les besoins de plusieurs végétaux - Savoir formuler une conclusion		Compétences travaillées : - Être capable de défendre son point de vue dans un groupe et d'écouter le point de vue des autres - Être capable d'exposer un avis devant une classe, d'argumenter	
Durée	Forme de travail	Déroulement	Trace écrite
3 m	Classe entière oralement	<u>Enseignant</u> : Amener les élèves à réfléchir sur les besoins de tous les végétaux - Visionner une vidéo récapitulant les besoins des végétaux (vidéo des fondamentaux) : les besoins des végétaux chez un rosier : https://www.reseau-canope.fr/lesfondamentaux/discipline/sciences/sciences/les-vegetaux/les-besoins-vitaux-des-vegetaux.html	<u>Trace écrite :</u> - Chaque élève note sur son cahier de sciences ses
10 m	Collectif Oralement	- Relever les besoins vitaux du rosier vu dans la vidéo : réaliser une affiche n°4 en même temps	
10 m	Par groupe de 4	- Lire l'article sur le chêne : individuel puis par groupe de 4 noter sur son cahier	

5 m	Ecrit Collectif Oralement	de sciences les besoins du chêne - Mise en commun : créer une affiche n°5 sur les besoins du chêne	recherches même si ils les effectuent par groupe de 4
10 m	Par groupe de 4 Ecrit	- Lire l'article sur les besoins du cactus : individuel puis par groupe de 4 noter sur le cahier de sciences les besoins du cactus	
5 m	Collectif Oralement	- Mise en commun : créer une affiche n°6 sur les besoins du cactus	
10 m	Collectif Oralement	- <u>Comparer les besoins vitaux du haricot, du rosier, du chêne et de du cactus</u> (affiche n°4 et affiche n°3, n°5 et n°6) et arriver au fait que les végétaux ont tous besoins de lumière, d'eau, de terre (sels minéraux), d'air et d'une température précise, mais qu'ils n'en n'ont pas besoin tous en même quantité.	- « Pour pousser , un végétal a besoin d'eau, d'air, de lumière, de terre, d'une température favorable à sa pousse . Ils n'en n'ont pas besoin en même quantité. »
5 m	Individuellement Ecrit	- Réaliser la trace écrite finale (institutionnalisation) : les élèves la recopient https://education.francetv.fr/matiere/decouverte-des-sciences/ce2/video/le-developpement-des-vegetaux-les-conditions-de-developpement	

Lundi 19 Mars			
Séance 8: Evaluation sommative		Matériel : feuille blanche	Durée : 35 m
Objectif :		Compétences travaillées :	
- Evaluer les acquis des élèves sur les besoins vitaux des végétaux		- Etre capable de réutiliser ses connaissances dans de nouvelles	
Durée	Forme de travail	Déroulement	
35 m	Individuellement Ecrit	<u>Enseignant :</u> - Avant l'évaluation sommative, demander aux élèves ce qu'ils ont appris pendant ce chapitre : Consigne : « <i>Voilà maintenant nous avons terminé le chapitre et j'aimerais que vous me dites par écrit, ce que vous avez appris</i> » - Evaluation sommative : donner une fiche d'évaluation avec des questions sur les besoins végétaux : questions sur le haricot et sur l'arbre (QCM) - Expérience : Demander aux élèves de réaliser une expérience pour tester une hypothèse précise	<u>Trace écrite :</u>

Annexe II : Recueil 4 (évaluation sommative)

Nom :

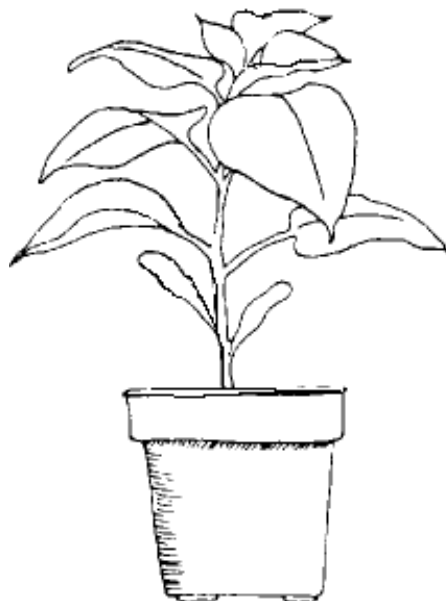
Date :

Prénom :

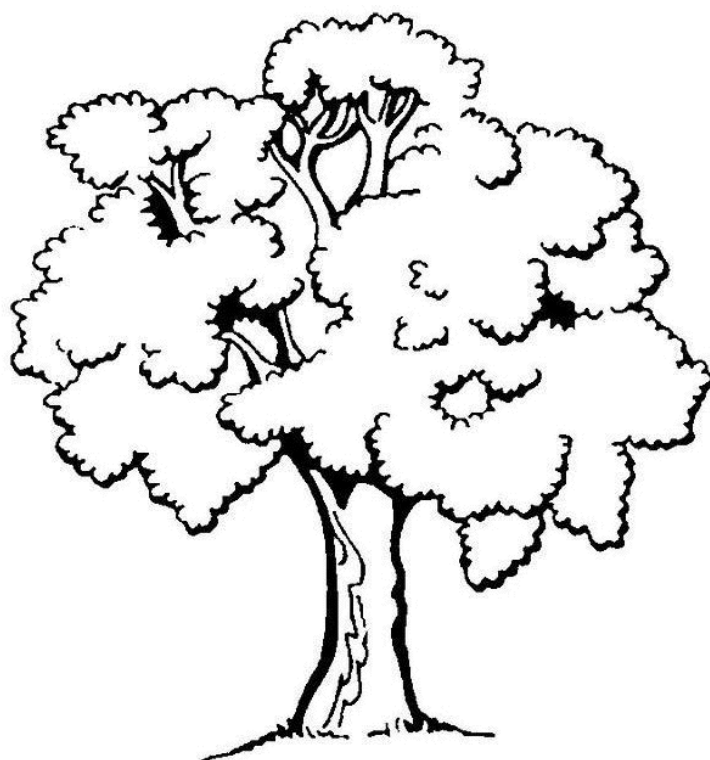
Evaluation sur les besoins des végétaux

Compétence travaillée	Objectif	Évaluation de la compétence
V1 - Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité	- Connaître les besoins vitaux des végétaux	

1) Dessine les besoins de cette plante :



2) Dessine les besoins de cet arbre :



Annexe III : Recueil 5 (évaluation sommative)

Nom :

Date :

Prénom :

Evaluation sur l'expérience

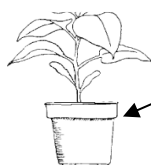
Exercice 1 :

Marie, Clémence et Jules veulent savoir si la plante a besoin d'eau pour grandir. Pour cela, la maitresse leur demande de mettre en place une expérience permettant de vérifier ou non si la plante a besoin d'eau. Jules, Marie et Clémence ont alors réalisé les expériences suivantes :

L'expérience de Clémence :

Mon expérience :

Je prends une plante et je l'arrose. Je verrai alors si la plante pousse ou non.

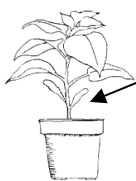


Mettre de l'eau

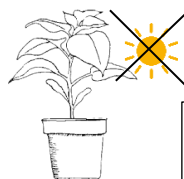
L'expérience de Jules :

Mon expérience :

Je prends une plante et je l'arrose. Je prends une deuxième plante et je la mets à l'ombre (sans lumière).



Mettre de l'eau

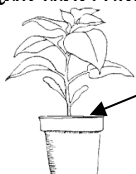


Mettre la plante à l'ombre

L'expérience de Marie :

Mon expérience :

Je prends une plante et je l'arrose. Je prends une deuxième plante et je ne l'arrose pas.



Mettre de l'eau



Ne pas mettre d'eau

Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ?

.....

.....

Question 2 : Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

Nom :

Date :

Prénom :

Evaluation sur les besoins des végétaux

Compétence travaillée	Objectif	Évaluation de la compétence
V1 - Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité	- Connaître les besoins vitaux des végétaux	

1) Dessine les besoins de cette plante :



2) Dessine les besoins de cet arbre :



Nom :

Date :

Prénom :

Evaluation sur l'expérience

Exercice 1 :

Anne, Thomas et Arthur veulent savoir si la plante a besoin de lumière pour grandir. Pour cela, la maîtresse leur demande de mettre en place une expérience permettant de vérifier ou non si la plante a besoin de lumière. Anne, Thomas et Arthur ont alors réalisé les expériences suivantes :

L'expérience de Anne :

Mon expérience :

Je prends une plante et je la mets à la lumière. Je prends une deuxième plante et je la mets à la chaleur sur le radiateur.



La mettre à la lumière

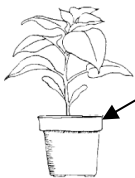


La mettre sur le radiateur

L'expérience de Thomas :

Mon expérience :

Je prends une plante et je la mets à la lumière.



La mettre à la lumière

L'expérience de Lola :

Mon expérience :

Je prends une plante et je la mets à la lumière. Je prends une deuxième plante et je la mets dans le noir.



La mettre à la lumière



La mettre dans le noir

Question 1 : Lequel de ces élèves a raison ?

.....

.....

Question 2 : Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

Annexe VI : Tableau 15: Résultats bruts des conceptions des élèves sur les besoins des végétaux

Conceptions Prénom	Eau + terre	Soleil (Chaleur) + eau + terre	Soleil (chaleur) + eau + terre + engrais	Soleil + eau + terre	Soleil (lumière) + eau + terre	Soleil (Lumière) + eau + pas de cailloux + air + terre	Soleil (lumière + chaleur) + eau + terre	Soleil (protection de la plante) + eau + terre
Louise		X						
Lucian						X		
Eva		X						
Tom							X	
Nathan		X						
Luka		X						
Léo		X						
Elise				X				
Lylou					X			
Pablo								X
Thomas		X						
Naara					X			
Evan					X			
Jeanne			X					
Alexandre. L		X						
Alexandre.J		X						
Juliette		X						
Lilly		X						
Mattéo	X							
Lisa				X				
Sacha					X			
Manoa		X						
Noélie		X			X			
Total: 24/24	1/24	12/24	1/24	2/24	5/24	1/24	1/24	1/24

Annexe VII : Tableau 16: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de la plante et de l'arbre après la séquence pédagogique

	Soleil (chaleur, lumière) + Eau +air + terre	Soleil (chaleur, lumière) + Eau + terre
Louise		X
Lucian		X
Eva		X
Tom		X
Nathan	X	
Luka	X	
Léo		X
Elise		X
Lylou		X
Pablo	X	
Thomas		X
Naara		X
Evan	X	
Jeanne	X	
Alexandre. L	X	
Alexandre.J		X
Juliette	X	
Lilly	X	
Mattéo		X
Lisa	X	
Sacha	X	
Manoa		X
Noélie		X
Manon		X
Total: 24/24	10/24	14/24

Annexe VIII : Tableau 17: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de la plante un mois après la séquence pédagogique

	Soleil (chaleur, lumière) + Eau + air + terre	Soleil (chaleur, lumière) + Eau + terre	Soleil + Eau + Terre	Soleil (Lumière) + Eau + Terre	Soleil (chaleur)+Eau+Terre
Louise		X			
Lucian	X				
Eva	X				
Tom		X			
Nathan	X				
Jeanne		X			
Léo					X
Elise					X
Lylou		X			
Pablo					X
Thomas					X
Naara	X				
Evan	X				
Alexandre. L	X				
Alexandre.J			X		
Juliette	X				
Lilly	X				
Lisa					X
Mattéo					X
Manoa		X			
Luka				X	
Noélie		X			
Manon		X			
Sacha	X				
Total: 24/24	9/24	7/24	1/24	1/24	6/24

Annexe IX : Tableau 18: Résultats bruts des connaissances des élèves sur les besoins de l'arbre un mois après la séquence pédagogique

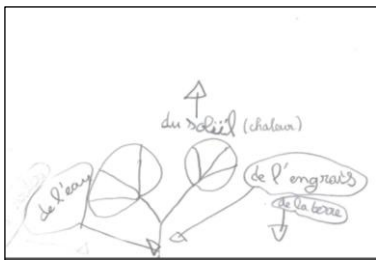
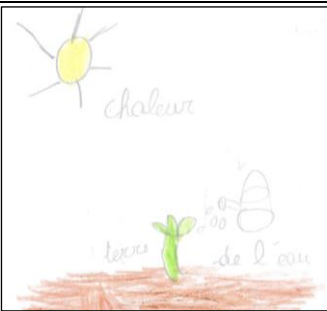
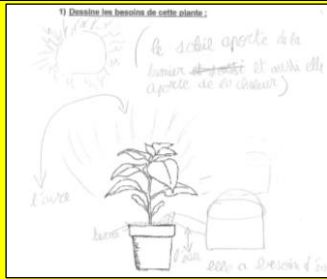
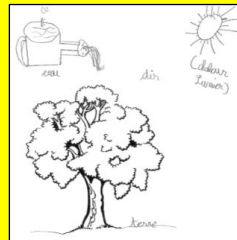
	Soleil (chaleur, lumière) + Eau + air + terre	Soleil (chaleur, lumière) + Eau + terre	Eau + Terre	Soleil (chaleur)+Eau+Terre
Louise		X		
Lucian	X			
Eva	X			
Tom		X		
Nathan	X			
Jeanne		X		
Léo				X
Elise				X
Lylou		X		
Pablo				X
Thomas				X
Naara	X			
Evan	X			
Alexandre. L	X			
Alexandre.J			X	
Juliette	X			
Lilly	X			
Lisa			X	
Mattéo				X
Manoa		X		
Luka			X	
Noélie		X		
Manon		X		
Sacha	X			
Total: 24/24	9/24	7/24	3/24	5/24

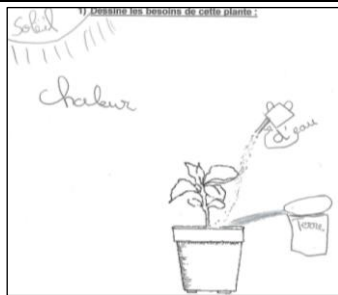
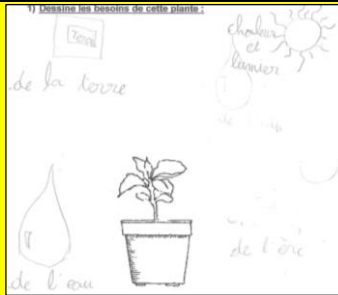
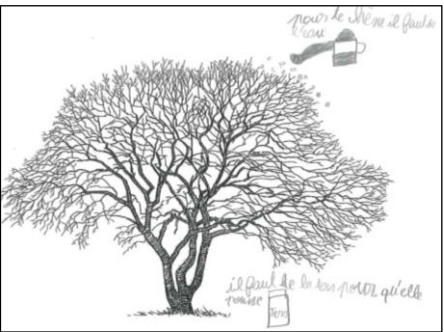
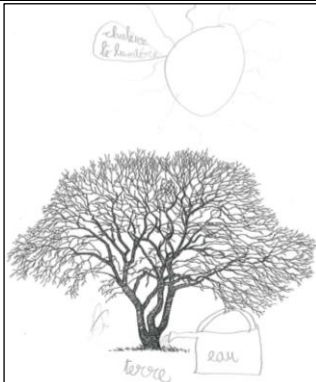
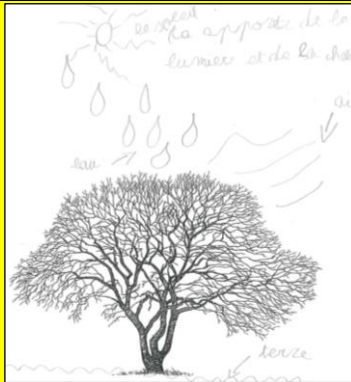
Annexe X : Tableau 19: Résultats bruts des représentations de l'eau dans les différents recueils effectués

	Recueil sur les conceptions des élèves			Recueil sur les connaissances en fin de séquence						Recueil sur les connaissances un mois après la séquence					
	Recueil 1			Recueil 4 (Sur la plante)			Recueil 4 (Arbre)			Recueil 7 (Plante)			Recueil 7 (Arbre)		
Représentation de l'eau	Arrosoir	Pluie	Légendé	Arrosoir	Pluie	Légendé	Arrosoir	Pluie	Légendé	Arrosoir	Pluie	-	Arrosoir	Pluie	-
Louise	X			X			X			X			X		
Lucian	X			X			X			X				X	
Eva		X			X			X			X			X	
Tom	X			X			X			X			X		
Nathan	X			X			X			X				X	
Jeanne			X		X			X		X					
Léo	X			X			X			X				X	
Elise	X			X				X		X				X	
9Lylou	X			X			X			X			X		
Pablo	X			X			X			X				X	
Thomas	X			X				X		X				X	
Naara	X			X				X		X				X	
Evan	X			X				X		X				X	
Alexandre. L		X			X			X			X			X	
Alexandre.J			X	X			X			X				X	
Juliette	X			X			X			X					
Lilly	X			X			X			X				X	
Lisa	X			X			X			X			X		
Mattéo			X		X			X		X				X	
Manoa	X				X			X		X				X	
Luka	X			X			X			X			X		
Noélie	X			X				X		X			X		

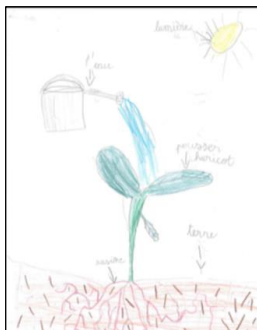
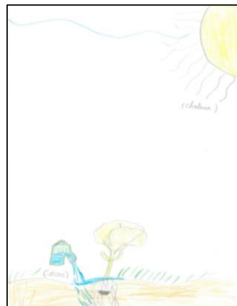
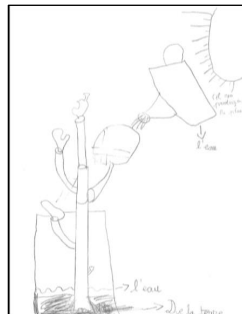
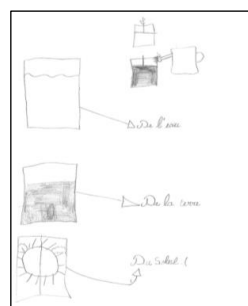
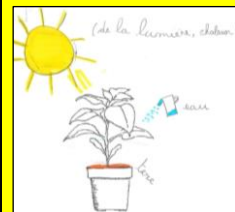
Manon	X			X				X		X			X		
Sacha	X				X			X		X			X		
Total	19/24	2/24	3/24	18/24	6/24	-	12/24	12/24	-	22/24	2/24	-	8/24	16/24	-
Total :	24/24			24/24			24/24			24/24			24/24		

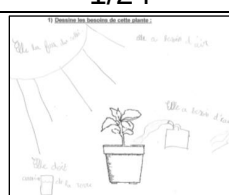
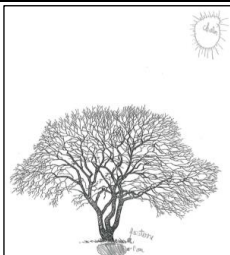
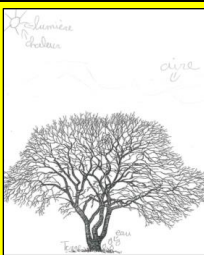
Annexe XI : Tableau 20: L'évolution des connaissances scientifiques des élèves sur les besoins des végétaux

Connaissances scientifiques		Eau-Terre	Eau - Terre - Engrais - Soleil	Eau-Terre - Soleil	Eau-Terre-Soleil- Air
Avant la séquence pédagogique (recueil 1) : conceptions	Nombre d'élèves	1/24	1/24	22/24	0/24
	Exemples de recueils				-
Les besoins de la plante après la séquence pédagogique (recueil 4 : 1ère partie)	Nombre d'élèves	0/24	0/24	14/24	10/24
	Exemples de recueils	-	-		
Les besoins de l'arbre après la séquence pédagogique (recueil 4)	Nombre d'élèves	0/24	0/24	14/24	10/24
	Exemples de recueils	-	-		

Les besoins de la plante un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 1 ^{ère} partie)	Nombre d'élèves	0/24	0/24	15/24	9/24
	Exemples de recueils	-	-		
Les besoins de l'arbre un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 1 ^{ère} partie)	Nombre d'élèves	3/24	0/24	12/24	9/24
	Exemples de recueils		-		

Annexe XII : Tableau 21: Nombre d'apparitions des fonctions du soleil au cours du relevé des connaissances scientifiques sur les besoins des végétaux

Avant la séquence pédagogique (recueil 1) : conceptions					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	6/23	13/23	1/23	1/23	2/23
Exemples de recueils					
Total	23/23				
Les besoins de <u>la plante</u> après la séquence pédagogique (recueil 4 : 1 ^{ère} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	0/24	0/24	24/24	0/24	0/24
Exemples de recueils	-	-		-	-
Total	24/24				

Les besoins de <u>l'arbre</u> après la séquence pédagogique (recueil 4 : 2 ^{ème} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	0/24	0/24	24/24	0/24	0/24
Exemples de recueils	-	-		-	-
Total	24/24				
Les besoins de <u>la plante</u> un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 1 ^{ère} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	1/24	6/24	16/24	0/24	1/24
Exemples de recueils				-	
Total	24/24				
Les besoins de <u>l'arbre</u> un mois après la séquence pédagogique (recueil 7 : 2 ^{ème} partie)					
Fonction du soleil	Lumière	Chaleur	Lumière et Chaleur	Protection de la plante	Soleil
Nombre d'élèves	0/24	5/24	16/24	0/24	0/24
Exemples de recueils	-			-	-
Total	21/24				

Annexe XIII : Tableau 22: Résultats bruts des recueils 3 et 6 sur les connaissances
que pensent avoir apprises les élèves

Prénom des élèves	Après la séquence pédagogique (recueil 3)			Un mois après la séquence pédagogique (recueil 6)		
	Apprentissages cités			Apprentissages cités		
	Expérience	Végétaux	Les 2	Expérience	Végétaux	Les 2
Louise		X			X	
Lucian		X			X	
Eva		X				X
Tom	X					X
Nathan		X			X	
Léo		X				X
Elise	X					X
Lylou		X			X	
Pablo		X				X
Thomas			X		X	
Naara			X			X
Evan			X			X
Jeanne	X				X	
Alexandre. L			X	X		
Alexandre.J		X			X	
Juliette		X				X
Lilly		X			X	
Mattéo	X				X	
Lisa		X				X
Manoa			X	X		
Noélie		X			X	
Sacha			X		X	
Manon		X			X	
Luka		X			X	
Total: 24/24	4/24	14/24	6/24	2/24	13/24	9/24

Thème du mémoire : Impact d'une démarche expérimentale sur les conceptions (scientifiques et méthodologiques) des élèves de cycle 2

Résumé :

Après un état historique et actuel de l'apprentissage des sciences à l'école primaire, il est proposé de mesurer l'impact d'une démarche expérimentale sur les conceptions scientifiques et méthodologiques (mise en place d'une expérience) des élèves de cycle 2. Pour cela, un protocole expérimental a été élaboré en parallèle d'une séquence pédagogique sur les besoins des végétaux dans une classe de CE1/CE2.

Mots-clés :

- l'enseignement des sciences
- conceptions
- expérimentation
- mise en œuvre
- démarche scientifique