



@maîtresse.jero
@graine_de_pe

Dossier MSP : Sciences et technologie

Nom du dossier : La germination au Cours
Préparatoire.

CRPE 2020

NE PAS COPIER

Table des matières

1) Connaissances nécessaires sur la germination pour l'enseignant	3
Qu'est-ce que le monde du vivant ?	3
Qu'est-ce qu'un végétal ?	3
Comment est organisée une plante à fleur ?	4
Qu'est-ce qu'une graine ?	4
Qu'y a-t-il à l'intérieur d'une graine ?	4
Comment la graine devient une plante ?	4
2) Enseigner les sciences	4
Comment enseigner les sciences ?	4
Quelle est l'importance des conceptions initiales ?	5
Comment prendre en compte les conceptions initiales ? Comment enseigner avec ?	5
Quels obstacles peuvent être rencontrés ?	5
II- Description d'une séquence pédagogique	6
Fiche de préparation de la séance n°1	8
Fiche de préparation de la séance n°4	9
III- Annexes	11
IV- Bibliographie / sitographie	13
1) Bibliographie	13
2) Sitographie	13

La germination au Cours Préparatoire

Introduction

Ce dossier présente une séquence sur la germination proposée pour des élèves de Cours Préparatoire. Elle s'inscrit dans le domaine « Questionner le monde » du cycle 2, selon le BO spécial du 26 juillet 2018. Au cours de cette séquence les élèves répondront à la question « Que faut-il à une graine pour germer ? » en pratiquant la démarche d'investigation.

Pour mener cette séquence, des fondements scientifiques sont nécessaires pour l'enseignant et seront présentés dans la première partie du dossier. L'enseignement des sciences sera également étudié dans cette partie puisqu'il est important d'en tenir compte afin d'élaborer au mieux la séquence. Puis suivra la présentation d'une séquence pédagogique constituée de six séances.

I- Les fondements scientifiques

1) Connaissances nécessaires sur la germination pour l'enseignant

Qu'est-ce que le monde du vivant ?

Le monde du vivant est caractérisé par sa grande diversité d'espèces animales et végétales. Un être vivant est défini comme tout organisme qui naît, se développe, se reproduit et meurt. Toutes ces espèces sont constituées de cellules. Il faut distinguer les espèces unicellulaires (composées d'une seule cellule) telles que les bactéries ou les levures, des espèces pluricellulaires comme les animaux et les végétaux, qui sont formées de plusieurs cellules différenciées. Chez les animaux et les végétaux, les cellules sont dites eucaryotes puisqu'elles possèdent un noyau qui contient l'information génétique et qui fait de chaque individu un être unique.

Tous les êtres vivants ne satisfont pas leurs besoins nutritifs et énergétiques de la même manière. De cette sorte, il est important de distinguer les organismes autotrophes des organismes hétérotrophes.

Le terme « hétérotrophe » caractérise les organismes incapables de synthétiser eux-mêmes leurs composants et qui pour combler ce manque, ont recours à des sources de matières organiques déjà existantes. C'est le cas par exemple des animaux herbivores (qui vont consommer les végétaux), des carnivores (qui consomment d'autres animaux) ou des Hommes. Ce terme s'oppose à celui d'autotrophe.

Un organisme autotrophe caractérise tout organisme capable de générer sa propre matière organique à partir d'éléments minéraux. C'est notamment le cas des végétaux chlorophylliens par le biais de la photosynthèse.

Qu'est-ce qu'un végétal ?

Les végétaux sont des organismes vivants, immobiles, subissant directement des contraintes et se distinguant des animaux par leur faible mobilité causée par leur enracinement. Ce sont des organismes photosynthétiques. Les végétaux sont à la base des chaînes alimentaires : ce sont les producteurs primaires.

Les eucaryotes pluricellulaires sont divisés en trois règnes : les champignons, les animaux et les végétaux chlorophylliens. C'est ce dernier règne qui sera traité tout au long de ce dossier.

Dans les cellules des végétaux chlorophylliens se trouvent des organites appelés chloroplastes contenant de la chlorophylle. La chlorophylle est un pigment vert jouant un rôle essentiel dans le processus de photosynthèse. C'est d'ailleurs grâce à ce processus que les végétaux chlorophylliens sont autotrophes puisqu'ils synthétisent la matière organique en utilisant l'énergie lumineuse pour absorber le dioxyde de carbone de l'air et rejeter l'oxygène.

Les végétaux chlorophylliens sont plus communément appelés « plantes vertes » et regroupent les algues vertes, les mousses, les fougères mais également les angiospermes aussi appelés « plantes à fleurs ». C'est ce dernier groupe qui sera traité puisqu'il possède le plus grand nombre d'espèces et est à l'origine de la plupart des végétaux consommés par l'Homme.

Comment est organisée une plante à fleur ?

Une plante à fleur est formée de deux appareils :

- Un appareil végétatif formé par les racines, les tiges et les feuilles,
- Un appareil reproducteur formé par la fleur.

Qu'est-ce qu'une graine ?

Une graine est un organe en dormance (n'ayant aucune activité métabolique) résultant de la fécondation et du développement de l'ovule chez les plantes à fleurs. Après germination, la graine est apte à reproduire un nouvel individu. La graine est sèche et est donc une forme de résistance pour passer l'hiver.

Qu'y a-t-il à l'intérieur d'une graine ?

Dans chaque graine, il y a une plante en devenir, aussi appelée embryon ou plantule. Cette plantule est composée de trois parties : la gemmule (feuille), la tigelle et la radicule. La radicule est la forme embryonnaire de la racine. Il y a généralement deux cotylédons dans la graine, on dit alors que la plante est dicotylédone, c'est le cas des haricots. Les cotylédons sont les réserves nutritives de la graine. Pour finir, la graine est enveloppée et protégée par le tégument.

Comment la graine devient une plante ?

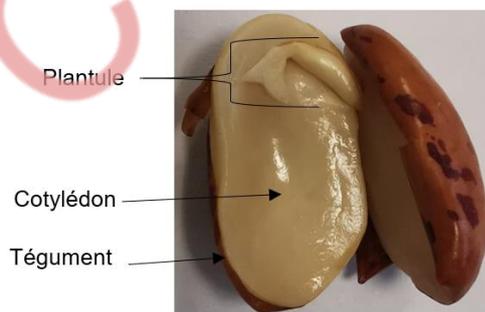
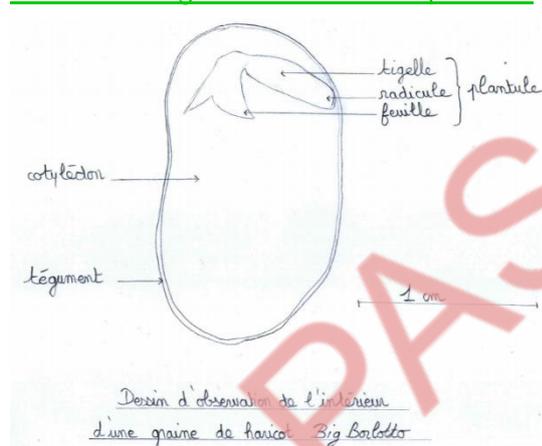


Photo légendée de l'intérieur d'une graine de haricot *Big Borlotta*

La germination correspond au processus de développement de la plantule contenue dans la graine. La germination se fait en trois phases. Tout d'abord, il y a une phase d'imbibition c'est-à-dire une phase d'absorption de l'eau par la graine qui était jusqu'alors déshydratée. Puis, il y a une phase de forte activité métabolique où les réserves de la graine vont être transformées afin d'être utilisées par la plantule. Pour finir, la germination s'achève lorsqu'il y a émergence de la radicule hors de la graine. La germination n'a lieu que quand les conditions extérieures sont favorables : présence d'oxygène, température suffisamment élevée, luminosité et eau. Une fois la germination terminée, le développement de la plante prend le relais et le processus de photosynthèse démarre.

2) Enseigner les sciences

Comment enseigner les sciences ?

La démarche d'investigation est recommandée pour enseigner les sciences. Elle consiste à réaliser un apprentissage du raisonnement, en permettant aux élèves de se questionner, de réfléchir à des hypothèses, d'expérimenter, de discuter, d'observer, de manipuler, de formuler des résultats, de revenir sur leurs hypothèses pour conclure et répondre à la problématique. Elle est entreprise grâce à une situation-problème qui, d'après Piaget, est essentielle pour

l'apprentissage. Ce chercheur a élaboré une théorie nommée « constructivisme » qui indique notamment que c'est en agissant que l'élève apprend et construit sa connaissance.

Selon Yves Quéré, pour enseigner les sciences il est nécessaire de faire travailler les élèves sur certains points, peu importe le thème choisi. Ceux-ci s'intègrent parfaitement à un enseignement réalisé avec une démarche d'investigation. D'abord, il faut apprendre aux élèves à observer ce qui les entoure. « Observer » ne signifie pas simplement « voir » mais c'est une faculté mentale à développer. En effet, l'observation passe par la réflexion. Ensuite, il est nécessaire de développer la curiosité des élèves qui leur permet d'accentuer leur capacité à observer. Pour être curieux, il faut se poser diverses questions et avoir un autre regard sur le monde. Enfin, il faut apprendre aux élèves à convoquer leur imagination car elle leur permet de donner des réponses aux questions qu'ils se posent en observant. Ces réponses sont souvent naïves chez l'enfant, il faut donc les vérifier par l'expérimentation.

Grâce à la démarche d'investigation, il est possible de travailler l'observation avec la phase d'expérimentation et la phase de formulation des résultats qui nécessite d'interpréter ce qui est observé. La curiosité des élèves, quant à elle, est aiguisée lorsqu'une situation de départ leur est proposée et est développée lorsqu'ils doivent élaborer une problématique et trouver des solutions pour pouvoir y répondre. Pour travailler l'imagination, l'élaboration d'hypothèses par les élèves est essentielle. Ceux-ci doivent avoir conscience que leurs hypothèses seront considérées avec intérêt par le reste de la classe et l'enseignant, et qu'elles seront confrontées à une expérience, qui représente la réalité, pour être validées ou réfutées.

Dans la démarche d'investigation, le langage est essentiel. Il permet notamment aux élèves de débattre sur leurs observations et découvertes mais également de prendre en note ce qu'ils font. Il ne faut pas le négliger lors de l'enseignement des sciences.

Quelle est l'importance des conceptions initiales ?

Piaget a indiqué que l'esprit de l'enfant n'est pas vierge : il a des conceptions qui lui permettent de comprendre le monde qui l'entoure. Bachelard a ajouté qu'il faut prendre en compte ces conceptions pour construire le savoir. Le recueil des conceptions initiales avant de débiter la séquence de sciences est donc essentiel pour pouvoir l'organiser de manière adaptée. Gérard de Vecchi et André Giordan indiquent qu'il faut « faire avec les conceptions initiales pour aller contre ». La séquence doit donc partir des conceptions des élèves pour les tester et pouvoir les valider ou les invalider.

Comment prendre en compte les conceptions initiales ? Comment enseigner avec ?

La démarche d'investigation prend en compte les conceptions des élèves grâce au recueil de leurs différentes hypothèses. Pour cela, l'enseignant doit laisser les élèves s'exprimer librement, grâce à une évaluation diagnostique par exemple. Cependant, l'élaboration des connaissances peut être rendue difficile à cause de la résistance de la pensée pour accepter certains faits. Par exemple, les élèves peuvent ne pas vouloir revenir sur leurs hypothèses invalides, même après avoir réalisé les expériences, car ils sont persuadés qu'elles sont quand même correctes. Il est donc possible d'être confronté à une résistance des conceptions initiales. Il est alors nécessaire d'amener un changement conceptuel qui passe par plusieurs conditions, selon Astolfi. La première condition est que l'élève doit pouvoir percevoir les limites de ses conceptions initiales. La deuxième condition est qu'il est nécessaire que la nouvelle conception paraisse intelligible et plausible. Ainsi, les conceptions des élèves et les conditions pour les changer guident les choix pédagogiques de l'enseignant.

Quels obstacles peuvent être rencontrés ?

L'enseignement des sciences doit prendre en compte les divers aspects cités ci-dessus, mais il faut également anticiper les obstacles qui peuvent apparaître lors de la réalisation de la séquence.

Piaget a élaboré quatre stades du développement cognitif. En CP, les élèves se situent dans le stade préopératoire dans lequel il y a une prépondérance de l'égoïsme de la pensée qui empêche l'enfant de se décentrer de lui-même et de comprendre le point de vue des autres. Petit à petit, l'égoïsme va diminuer et l'enfant va comprendre progressivement qu'autrui peut avoir un point de vue différent. A 6 ans, il y a donc des différences de capacité à prendre en compte l'avis des autres. Celles-ci peuvent amener des conflits lors du travail de groupe, qui est nécessaire en sciences. En effet, certains élèves n'arrivent pas à comprendre que l'expérience réalisée en groupe est celle du groupe et pas la leur personnellement. De même, ils ont du mal à remettre en question leurs propres pensées lorsqu'ils débattent avec leurs camarades. Le travail de groupe peut alors être un obstacle à la bonne réalisation de la séquence si les élèves ne veulent pas ou n'arrivent pas à collaborer. De plus, le conflit socio-cognitif (Vygotsky) est important pour construire les connaissances car les différentes réponses des élèves se complètent mais celui-ci nécessite un travail de groupe. Ce dernier doit donc être travaillé. Il est nécessaire d'expliquer en quoi consiste ce travail à des élèves de CP.

Enfin, les élèves étant persuadés que leur pensée est la seule valable, lorsqu'un de leurs camarades donne une hypothèse, ils se moquent et rigolent. Cela peut supprimer l'envie des élèves de prendre la parole pour expliquer leur pensée. Il est donc important de faire prendre conscience à l'ensemble de la classe qu'il y a n'a pas de pensée idiote mais que toute idée suscite un intérêt.

II- Description d'une séquence pédagogique

CYCLE 2, CP

Séquence : Les conditions de la germination

Questionner le monde

Selon les programmes de cycle 2 (BO 2018), ce thème apparaît dans le sous domaine « comment reconnaître le vivant ? ». Dans ce dernier se trouve la compétence « identifier ce qui est animal, végétal, minéral ou élaboré par des êtres vivants : quelques besoins vitaux des végétaux ».

Problématique : Quels sont les besoins nécessaires à la germination d'une graine ?

Objectifs de la séquence :

- Comprendre que la graine devient une plante,
- Comprendre que la graine a besoin de facteurs extérieurs pour germer (eau / chaleur),
- Découvrir et retenir du vocabulaire : hypothèse, protocole, graine, germer, germination, plante, semer, plantule, cotylédons, tégument,
- Pratiquer la démarche d'investigation : questionnement, hypothèses, protocole, expérience, interprétation des résultats, retour sur les hypothèses, réponse à la problématique.

Attendu de fin de cycle 2 : Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité.

Prérequis : distinction vivant et non vivant

Compétences générales visées en lien avec le socle commun :

- ❖ Pratiquer des démarches scientifiques (D4),
- ❖ Imaginer, réaliser (D5),
- ❖ S'approprier des outils et des méthodes (D2),
- ❖ Pratiquer des langages (D1).

Nom et n° de séance	Nature de la séance	🕒 (min)	Objectifs visés	Axes de la séance	Matériel
1. Recueil des conceptions initiales sur la graine	Évaluation diagnostique	30	Recueillir les conceptions initiales des élèves.	<ul style="list-style-type: none"> - Poser des questions aux élèves sur la graine. - Demander aux élèves de dessiner et d'écrire quelques mots sur ce qu'il y a à l'intérieur d'une graine (<i>annexe 1</i>). 	Feuille blanche / crayons de couleur.
2. Qu'est-ce qu'il y a à l'intérieur de la graine ?	Démarche d'investigation	60	Comprendre qu'une graine est une plante en devenir.	<ul style="list-style-type: none"> - Observation de graines. - Questionnement sur les graines. - Manipulation et observation de l'intérieur d'une graine. - Institutionnalisation : introduire les nouveaux mots de vocabulaire et compléter le schéma (<i>annexe 2</i>). 	3 variétés de graines (haricot, lentille, petit pois) / loupe / graines de haricot mises dans l'eau depuis 24 heures / coupelles / feuille blanche / crayons de couleur / schéma de l'intérieur de la graine imprimé / vidéo projecteur.
3. Que faut-il pour qu'une graine germe ?	Questionnement et hypothèses	45	Chercher les conditions de la germination.	<ul style="list-style-type: none"> - Rebrassage de la séance 2. - Situation de départ : présenter des graines germées et non germées pour amener un questionnement et l'émission d'hypothèses. - Extraire les deux hypothèses les plus pertinentes (la chaleur et l'eau). 	Graines de lentilles germées et non germées / affiche A3 / photos hiver et printemps.
4. Test de deux facteurs (eau et chaleur)	Protocole et expériences	60	Mettre en place des protocoles et des expériences pour démontrer si les facteurs choisis sont essentiels à la germination.	<ul style="list-style-type: none"> - Rebrassage de la séance 3. - Réfléchir sur les protocoles par groupe de 4. - Retour collectif. - Dessiner les résultats attendus pour chaque expérience (<i>annexe 3</i>). - Réaliser les trois expériences (<i>annexe 4</i>). - Bilan de la séance. 	Graines de lentille / pictogrammes / étiquettes prénoms / coupelle / eau / coton / crayons de couleur / scotch / affiche A3 de la séance 3.
5. Bilan sur les conditions de la germination	Résultats d'expériences et institutionnalisation	60	Interpréter les résultats des expériences pour répondre à la problématique.	<ul style="list-style-type: none"> - Rebrassage de la séance 4. - Discussion par groupe sur les observations réalisées, puis mise en commun. Réponse à la problématique et retour sur les hypothèses. 	Appareil photo / fiches de suivi d'expériences complétées (<i>annexe 5</i>) / fiches bilan imprimées / pots d'expérience / vidéo « Les Fondamentaux »

				<ul style="list-style-type: none"> - Reprendre les dessins réalisés à la séance 4 et dessiner en-dessous les résultats réels des expériences (<i>annexe 3</i>). - Visionner la vidéo bilan. Interroger sur les éléments retenus et demander quel facteur est manquant dans la vidéo (la chaleur). - Remplir les fiches et l'affiche bilan (<i>annexes 6 et 7</i>). 	/ vidéoprojecteur / ordinateur / affiche A3 de la séance 3 (problématique et hypothèses) / graines de lentille / scotch / photos imprimées.
6. Evaluation sommative	20	Evaluer les acquis des élèves sur la graine et sa germination.	<ul style="list-style-type: none"> - Explication des consignes en collectif. - Travail individuel sur la fiche d'évaluation. 	Feuille imprimée / crayons de couleur.	

[Fiche de préparation de la séance n°1](#)

Séance 1 – Évaluation diagnostique				<u>Durée</u> : 30 minutes
Séance 1/6				
<u>Objectif</u> : Recueillir des conceptions initiales				
<u>Matériel</u> : feuilles blanches pour dessiner, crayons de couleurs.				
<u>Compétences développées</u> : savoir dessiner ses représentations, être capable d'expliquer son dessin.				
Phase	Durée (min)	Organisation du groupe	Activités de l'enseignant	Activités des élèves
1	10	Collectif	<ul style="list-style-type: none"> - Poser les questions : <ul style="list-style-type: none"> • « Avez-vous des exemples de graines ? », • « Que devient la graine ? ». - Recueillir les conceptions des élèves en les écrivant au tableau (qui sera photographié à la fin). 	Répondre aux questions posées. Écouter ses camarades.
2	20	Individuel	<ul style="list-style-type: none"> - Leur demander de dessiner et d'écrire quelques mots sur ce qu'il y a à l'intérieur d'une graine. - Passer voir certains élèves et recueillir leurs explications sur leurs dessins, en dictée à l'adulte si nécessaire (<i>annexe 1</i>). - Ramasser les dessins. 	Dessiner ce qu'il pourrait y avoir à l'intérieur de la graine et écrire quelques mots pour expliquer son dessin.

Fiche de préparation de la séance n°4

Test de deux facteurs (eau et chaleur) (protocole et expériences) Séance 4/6				Durée : 1 heure
<p>Objectif : Mettre en place des protocoles et réaliser des expériences mettant en jeu l'eau et la chaleur afin de démontrer s'ils sont essentiels ou non à la germination.</p> <p>Matériel : 50 graines de lentille, scotch, étiquettes prénoms et pictogrammes x2, coupelle, bouteille d'eau, affiche A3 de la séance 3, fiche de suivi d'expériences, crayons de couleur.</p> <p>Compétences développées : travailler en groupe, réfléchir à un protocole, réaliser une expérience, être capable de réfléchir à ce que les expériences pourraient donner comme résultat.</p>				
Phase	Durée (min)	Organisation du groupe	Activités de l'enseignant	Activités des élèves
Rebrassage	5	Collectif	Rappeler la problématique et les hypothèses à l'aide de l'affiche A3 faite en séance 3.	Se remémorer ce qui a été vu / fait en séance 3.
Elaboration de protocoles	20	Collectif / groupes de 4	<p>Demander « comment pourrions-nous faire pour tester nos hypothèses, pour vérifier qu'elles sont vraies ? ».</p> <p>S'ils ne trouvent pas la solution, leur expliquer : « Pour tester si une graine a besoin d'eau pour germer, il faut essayer de faire germer une graine avec de l'eau et une graine sans eau ». Les laisser deviner pour la chaleur.</p>	Répondre à la question (« en essayant de faire germer la graine dans l'eau / sans eau / avec de la chaleur / sans chaleur »).
			<p>Mettre les élèves par groupe de 4. Distribuer une feuille « pictogrammes / prénoms » par groupe. Leur demander de réfléchir au protocole pour chacune des trois expériences. Passer dans les groupes pour les aider si besoin. Valider ou invalider les protocoles.</p> <p>Protocoles attendus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour l'expérience 1, mettre la graine dans le récipient avec un peu d'eau et la mettre vers un endroit chaud (radiateur). - Pour l'expérience 2, mettre la graine dans le récipient sans eau et la mettre vers un endroit chaud (radiateur), - Pour l'expérience 3, mettre la graine dans le récipient avec un peu d'eau et la mettre au froid (ex : dehors / réfrigérateur). 	Par groupe, élaborer un protocole pour les trois expériences (graine + eau + chaleur / graine + chaleur / graine + eau). S'aider de la feuille « pictogrammes / prénoms ».

			Retour collectif pour se mettre d'accord sur les protocoles. Interroger les groupes sur leurs protocoles. Demander où placer le pot pour avoir de la chaleur (ex : radiateur) et pour ne pas en avoir (ex : réfrigérateur).	Partager ses idées de protocoles avec le reste de la classe. Répondre à la question.
Dessins sur les hypothèses	10	Individuel	Distribuer à chaque élève les pictogrammes des trois expériences à réaliser. Leur demander de dessiner en-dessous le résultat d'expérience qu'ils pensent avoir, pour chacune des expériences (<i>annexe 3</i>). Par exemple, ils peuvent dessiner une graine non germée ou une graine germée selon s'ils pensent que l'expérience va fonctionner ou non. Ramasser les dessins.	Dessiner et imaginer le résultat qu'il y aura.
Expériences	20	Groupes de 4	Donner le matériel (coton, pots, graines, eau). Passer dans les groupes. Aider si besoin. Répondre aux questions.	Mettre en place les protocoles et placer les pots au bon endroit (ex : radiateur / dehors) (<i>annexe 4</i>). Coller les étiquettes pictogrammes / prénoms sur les pots.
Bilan	5	Collectif	Rappeler ce qu'ils testent avec leurs expériences (si l'eau et la chaleur permettent de faire germer les graines). Expliquer aux élèves qu'ils vont devoir observer l'évolution de leurs graines pendant plusieurs jours pour pouvoir répondre aux hypothèses et à la problématique.	Être attentif.

Entre les séances 4 et 5, les élèves vont devoir observer l'évolution de leurs graines tous les jours, les prendre en photo avec l'étiquette pictogrammes/prénoms collée sur le pot. Ils doivent également dessiner sur leur fiche de suivi d'expériences ce qu'ils observent et, s'ils le souhaitent, écrire une phrase expliquant leur dessin (*annexe 5*). Ces consignes sont expliquées lors du premier jour d'observation. Le fonctionnement de la fiche de suivi d'expériences est également explicité.

III- Annexes

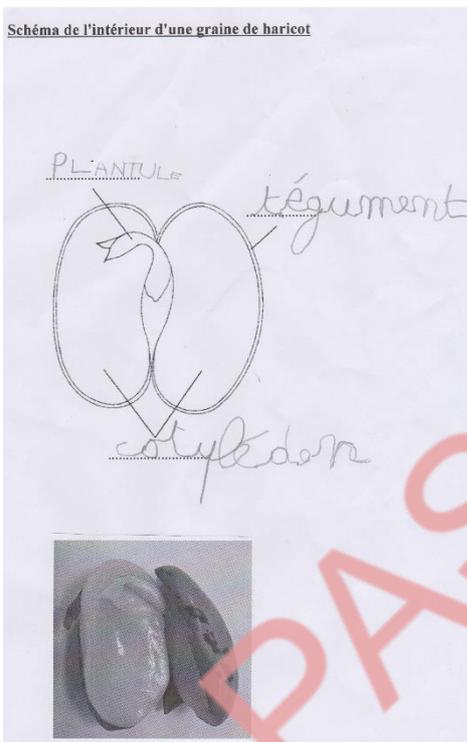
Annexe 1 : deux conceptions initiales (séance 1)

Les graines font des fleurs et dans la graine il y a une petite fleur.



La graine fait des arbres. J'étais allé au parc, j'ai cassé une graine et j'ai vu qu'il y avait des petits points.

Annexe 2 : schéma de l'intérieur d'une graine de haricot (séance 2)



Annexe 3 : dessins des résultats d'expériences attendus / obtenus (séance 4)



Annexe 4 : mise en place des pots de l'expérience (séance 4)



Annexe 5 : Deux fiches de suivi d'expériences (séance 5)

Date: LUNDI 10 FÉVRIER

	Expérience 1 Graine + eau + chaleur	Expérience 2 Graine + chaleur	Expérience 3 Graine + eau
Je dessine ce que j'observe			
J'écris ce que j'observe	GROSSE POUSSE	RIEN	GROSSE MEÏSON PA POUSSE

Date: _____

	Expérience 1 Graine + eau + chaleur	Expérience 2 Graine + chaleur	Expérience 3 Graine + eau
Je dessine ce que j'observe			
J'écris ce que j'observe	dans LA ALON TILI A UNE TIT	IL SE R UN PASSE	IL IA UNE DE TIT

Annexe 6 : fiche bilan (séance 5)

La germination de la graine

Pour germer, une graine a besoin d'...eau... et de...chaleur...

Annexe 7 : affiche bilan (séance 5)

La germination de la graine

Pour germer, une graine a besoin d'eau et de chaleur.

IV- Bibliographie / sitographie

1) Bibliographie

Benaych P. Bolmare S., Quéré Y. et al. *L'essentiel de la pédagogie*. Nathan, 2017. 327 p. Collection les Repères Pédagogiques.

De Vecchi G., Giordan A. *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Z'éditions, 1994.

2) Sitographie

Astolfi, J., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. & Toussaint, J. (2008). Chapitre 3. Conflit cognitif, conflit socio-cognitif. Dans : J. Astolfi, É. Darot, Y. Ginsburger-Vogel & J. Toussaint (Dir), *Mots-clés de la didactique des sciences : Repère, définitions, bibliographies* (pp. 35-48). Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur. Disponible sur : <https://www.cairn.info/mots-cles-de-la-didactique-des-sciences--9782804157166-page-35.htm>

Astolfi, J. & Develay, M. (2016). *La didactique des sciences*. Paris cedex 14, France : Presses Universitaires de France. Disponible sur : <https://www.cairn.info/la-didactique-des-sciences--9782130749745.htm>

De Vecchi G. (1990). *La construction du savoir scientifique passe par une suite de ruptures et de remodelages*. Recherche & Formation, N°7. Les professions de l'éducation : recherches et pratiques en formation. pp. 35-46. Disponible sur : https://www.persee.fr/doc/refor_0988-1824_1990_num_7_1_999

Encyclopédie Universalis (<https://www.universalis.fr/recherche/q/germination/>).