

Apprendre en Sciences.

Le modèle allostérique ; facteur de changement conceptuel ?



Mémoire de fin d'études à la HEP-VS

Auteure : Anaïs CINA

Directeur de mémoire : Samuel FIERZ

St-Maurice, le 21 février 2011

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier M. Samuel Fierz, notre Directeur de mémoire, pour son soutien, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils.

Merci à l'enseignante qui nous a ouvert sa classe pour la réalisation de la séquence d'enseignement-apprentissage, permettant ainsi la concrétisation de notre projet.

Merci également à notre famille qui nous a soutenue durant la réalisation de ce travail de mémoire, ainsi qu'aux personnes qui ont pris soin de le relire.

Avertissement

Par souci de confidentialité, tous les prénoms d'élèves présents dans ce travail sont des prénoms d'emprunt.

Résumé

Cette recherche s'intéresse à la manière dont des élèves de cinquième primaire apprennent en sciences. Elle se base sur les travaux des dernières années réalisés principalement par André Giordan en Didactique des Sciences, qui a développé le *modèle allostérique de l'apprendre*. Ce modèle vise à mieux saisir la manière dont s'élabore le savoir chez l'élève et suggère quelles conditions favorisent l'apprentissage, principalement dans la discipline des sciences. Notre mémoire cherche à évaluer l'influence de ce modèle sur les apprentissages réels des élèves, par le biais de leurs conceptions. Nous avons souhaité mettre en évidence quel pouvait être l'impact d'un enseignement basé sur le modèle allostérique sur l'évolution des conceptions des apprenants.

Pour cela, une intervention concrète a été mise en place dans une classe valaisanne de cinquième primaire. Nous avons préalablement procédé à une analyse des conceptions initiales des élèves, avant de planifier et de réaliser une séquence d'enseignement-apprentissage portant sur la reproduction des plantes à fleurs. Cette séquence se voulait représentative du modèle allostérique et de ses cinq dimensions que sont *les déséquilibres conceptuels pertinents, la mobilisation du savoir, le formalisme, l'intégration verticale* ainsi que *le savoir sur le savoir*.

Les résultats qui découlent de l'analyse montrent que l'intervention didactique réalisée n'était que partiellement allostérique, étant donné que certaines dimensions n'ont pas été suffisamment exploitées durant l'enseignement. Concernant le changement conceptuel que nous souhaitions mesurer, nous avons noté une légère évolution des conceptions des apprenants, par le biais de questionnaires et d'entretiens semi-directifs réalisés avant l'intervention, puis deux mois après qu'elle se soit terminée. Toutefois, il est difficile de dire si cette évolution est directement attribuable à notre intervention, étant donné que l'enseignante titulaire de la classe a poursuivi l'enseignement du thème de la reproduction des plantes à fleurs après notre départ.

Pour ces raisons, nous avons proposé quelques pistes d'optimisation de notre recherche en fin de travail.

Mots clés

Apprentissage, didactique des sciences, conceptions, « faire avec pour aller contre », modèle allostérique de l'apprendre, apprenant, enseignant, influence, cycle de reproduction des plantes à fleurs

Table des matières

Introduction	1
1. Problématique	1
2. Cadre conceptuel	3
2.1. <i>Les conceptions</i>	3
2.1.1. Définition	4
2.1.2. L'obstacle épistémologique	6
2.1.3. Fonctions et rôles	7
2.1.4. Dimensions et indicateurs	7
2.1.5. Travailler sans les conceptions	9
2.1.6. Travailler avec les conceptions : connaître les conceptions	11
2.2. <i>Le modèle allostérique de l'apprendre</i>	14
2.2.1. Contexte d'apparition	15
2.2.2. Paramètres du modèle	16
3. Questionnement et hypothèses	18
3.1. <i>Questions de recherche</i>	18
3.2. <i>Hypothèses</i>	18
4. Le dispositif et les méthodes	19
4.1. <i>Les analyses préalables</i>	19
4.1.1. L'analyse conceptuelle	19
4.1.2. L'analyse didactique	19
4.2. <i>Le dispositif et son déroulement</i>	20
4.3. <i>Les méthodes</i>	21
4.3.1. Échantillon	21
4.3.2. Recueil des données	21
5. Analyse de l'intervention et interprétation	22
5.1. <i>Analyse de l'intervention sur le terrain</i>	22
5.1.1. Première séance	23
5.1.2. Deuxième séance	24
5.1.3. Troisième séance	25
5.1.4. Quatrième séance	26
5.1.5. Cinquième séance	27
5.1.6. Sixième séance : la sortie	28
5.1.7. Septième séance	29
5.2. <i>Interprétation : mise en lien avec le modèle allostérique</i>	30
5.2.1. Bilan et réponse à la question 1	35
6. Analyse des conceptions des apprenants et interprétation	35
6.1. <i>Évolution des conceptions relatives au fruit</i>	36
6.1.1. Résultats issus des questionnaires	36
6.1.2. Résultats issus des entretiens	37
6.2. <i>Évolution des conceptions relatives à la graine</i>	42
6.2.1. Résultats issus des questionnaires	42
6.2.2. Résultats issus des entretiens	42
6.3. <i>Interprétation sur l'évolution des conceptions</i>	44
6.3.1. Le fruit – Réponse à la question 4	44
6.3.2. La graine – Réponse à la question 5	46
7. Réponse au questionnement	47
7.1. <i>Proposition d'amélioration</i>	49
8. Conclusion	49
8.1. <i>Conclusion théorique</i>	49

8.2. Conclusion pratique	50
8.3. Conclusion méthodologique	51
Bibliographie	53

Liste des figures

Figure 1 : Iceberg des conceptions (Pellaud & Eastes, 2003)	8
Figure 2: Le modèle allostérique de l'apprendre (Zimmermann, 1996, p.39)	16

Liste des tableaux

Tableau 1: Dimensions et indicateurs du concept de conception	8
Tableau 2: Dimensions et indicateurs du modèle allostérique de l'apprendre	16
Tableau 3: Aperçu des indicateurs de la séance 1	23
Tableau 4: Aperçu des indicateurs de la séance 2	24
Tableau 5: Aperçu des indicateurs de la séance 3	25
Tableau 6: Aperçu des indicateurs de la séance 4	26
Tableau 7: Aperçu des indicateurs de la séance 5	27
Tableau 8: Aperçu des indicateurs de la séance 6	28
Tableau 9: Aperçu des indicateurs de la séance 7	29
Tableau 10: Résultats des pré-tests et post-tests, 'Qu'est-ce qu'un fruit?'	36
Tableau 11: Résultats des pré-tests et post-tests, 'A quoi sert un fruit?'	37
Tableau 12: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'Qu'est-ce qu'un fruit?'	38
Tableau 13: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'A quoi sert un fruit?'	39
Tableau 14: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'Qu'est-ce qu'un fruit?'	39
Tableau 15: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'A quoi sert un fruit?'	41
Tableau 16: Résultats des pré-tests et post-tests, 'Qu'est-ce qu'une graine?'	42
Tableau 17: Résultats des pré-tests et post-tests, 'A quoi sert une graine?'	42
Tableau 18: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'Qu'est-ce qu'une graine?'	42
Tableau 19: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'A quoi sert une graine?'	43
Tableau 20: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'Qu'est-ce qu'une graine?'	43
Tableau 21: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'A quoi sert une graine?'	44

Liste des photographies

Photo 1: Photographie de pollen déposé sur une flaque d'eau	30
Photo 2: Photographie du modèle initial	32
Photo 3: Photographie du modèle final	32

Introduction

Pour notre travail de mémoire de fin d'études à la Haute École Pédagogique du Valais, nous avons choisi de travailler en didactique des sciences. Ce choix s'est effectué progressivement au cours du troisième semestre de la formation initiale. En effet, dans le cadre du module de la didactique de l'environnement, nous avons dû planifier et réaliser une petite séquence d'enseignement-apprentissage contenant notamment une sortie, et ce, pour notre classe de stage. Cette démarche a soulevé de nombreuses questions concernant la construction de la séquence : que faire avant la sortie ? Comment amener les élèves à observer et interroger le terrain ? Comment exploiter au mieux les résultats de la sortie ?

Intimement convaincue que la sortie sur le terrain peut favoriser les apprentissages en environnement, nous avons souhaité consacrer notre mémoire à cette thématique.

La consultation des sujets de mémoire proposés en didactique de l'environnement nous a aidée à affiner notre choix ; en effet, un projet d'École de la Forêt était en train de voir le jour dans un village valaisan et nous avions la possibilité de nous y greffer pour élaborer quelques activités pédagogiques. De plus, cette orientation répondait à notre volonté de traiter la sortie sur le terrain comme moyen d'apprentissage.

À travers ce choix, nous souhaitons également insérer notre recherche dans un type particulier de mémoire, qui est le 'mémoire terrain' et dont la visée principale est de développer et d'analyser une intervention sur le terrain. Ce choix nous paraissait judicieux, car offrant une possibilité supplémentaire dans notre formation de vivre une expérience concrète, en plus des sept stages pratiques que compte la formation initiale de la HEP-VS.

Une intervention concrète sur le terrain nous semblait également être une opportunité de répondre à notre questionnement initial : *enseigner hors de la classe (forêts, sentiers didactiques, etc.) : quel potentiel d'apprentissage ?*

Cette question – certes très ouverte – a permis de donner une orientation à notre travail et a guidé nos premières lectures.

1. Problématique

Nous avons vu que notre questionnement initial avait abouti à la volonté de réaliser une intervention concrète sur le terrain, et ce, dans le cadre d'une École de la forêt. À ce moment-là, nous avons dû investir la phase exploratoire, à la recherche de concepts susceptibles de soutenir théoriquement notre recherche.

Ainsi, nous avons rapidement mis en évidence le concept d'*apprentissage expérientiel*, principalement développé dans la littérature québécoise. Ce type d'apprentissage « implique un contact direct avec la réalité étudiée » (Pruneau & Lapointe, 2002, p.243). La problématique soulevée dans l'article de Pruneau et Lapointe (2002) était la suivante : « Les élèves entendent parler de leur environnement au lieu de le palper, de s'y émerveiller, de s'y attrister et d'y créer des relations : rapports sociaux et liens écologiques » (p.246). Jusque-là, l'apprentissage expérientiel correspondait à notre sujet de recherche, puisqu'il concernait réellement l'apprentissage sur le terrain. Nous avons ainsi poursuivi nos recherches, afin d'étoffer quelque peu le bagage théorique de notre mémoire, et c'est là que nous nous sommes heurtée à une difficulté de taille : les références liées à l'apprentissage expérientiel étaient très limitées et ne permettaient pas la construction d'un cadre théorique solide.

De cette manière, nous avons dû revenir en arrière dans la phase exploratoire et élargir nos recherches.

La lecture d'ouvrages et d'articles scientifiques en didactique des sciences nous a permis de dégager une problématique très générale pour notre recherche, problématique qui s'est affinée pour finalement aboutir aux concepts clés à la base de notre cadre conceptuel.

Dans leur introduction, Giordan et de Vecchi¹ (1990) se posent deux questions fondamentales par rapport à l'apprentissage des sciences : « Quelles connaissances doit-on transmettre ? » et « Comment les transmettre si on veut avoir quelques chances de les 'faire passer' ? » (p.3). Cette deuxième question découle directement du constat tiré par plusieurs recherches en Europe et en Amérique du Nord : une grande partie du savoir scientifique enseigné à l'école est « oublié au bout de quelques années, voire de quelques semaines... quand parfois il a été réellement acquis » (ibid., p.3). Ce point de vue, certes ironique, est complété par la description du fonctionnement des sciences à l'école. Les auteurs expliquent ainsi que les contenus à enseigner en sciences sont mal choisis ; il y a trop de matière, ce qui paralyse les apprenants. Face à la quantité d'informations reçue, ils « n'en 'digèrent' que quelques bribes » (ibid., p.4-5) et conservent des connaissances parcellaires. De ce point de vue, l'enseignement actuel peut être qualifié d'encyclopédique, ce qui pousse l'élève à « tout oublier dès qu'il a réussi son examen » (ibid., p.5).

Si l'on porte un regard historique sur la didactique des sciences, nous pouvons constater que la problématique soulevée ci-dessus a déjà préoccupé de nombreux esprits, et ce, depuis des siècles. Ainsi, Brochand tenait les propos suivants en 1881 déjà :

Il faut en finir une bonne fois avec cette instruction de catalogue qui effleure tout et n'approfondit rien, avec cette éducation encyclopédique qui surcharge la mémoire sans développer l'intelligence et qui ne laisse après elle qu'une fatigue souvent irréparable et un dégoût insurmontable pour le travail intellectuel. [...] Il faut par conséquent alléger les programmes et diminuer la longueur des classes et des études.

(cité par Giordan & de Vecchi, 1990, p.7)

L'enseignant joue ici un rôle non négligeable : les recherches des dernières années ont montré que ce n'est pas parce qu'il a traité tout le programme avec sérieux que les élèves ont appris. Le savoir ne peut pas se transmettre de façon « passive d'une personne 'qui sait' à un élève ignorant » (ibid., p.5). Clément (1994) nous rappelle ainsi qu'« un élève n'est pas de la terre glaise qu'un enseignant pourrait façonner à sa guise. Ce n'est pas une bouteille presque vide qu'il s'agirait de remplir de connaissances » (p.15).

Giordan et de Vecchi (1990) se montrent d'ailleurs très critiques envers les enseignants ; ils prétendent ainsi que « 9/10 des enseignants consacrent encore la plus grande partie de leur temps à la transmission d'un programme, le plus souvent dépassé, en utilisant des méthodes de la pédagogie frontale » (p.8). Ils estiment que les enseignants préparent leur cours a priori, sans s'intéresser à leurs élèves et à ce qu'ils savent déjà.

Pour cela, Giordan et de Vecchi ont une proposition simple et presque évidente : mieux connaître les apprenants auxquels nous nous adressons. Et ceci passe par la prise de connaissance de leurs *représentations* ou *conceptions*.

¹ André Giordan est Professeur de didactique et épistémologie des sciences à l'université de Genève, ainsi que directeur du LDES (Laboratoire de Didactique et Epistémologie des Sciences). Gérard de Vecchi est Professeur et maître de conférences. Il est également formateur d'enseignants.

Ce concept a donc été retenu dans le cadre de notre recherche et nous l'avons intégré à notre questionnement initial qui a, de ce fait, évolué : *dans quelles mesures l'apprentissage expérientiel permet-il de faire évoluer les conceptions des apprenants ?*

Toutefois, la poursuite de nos recherches exploratoires nous a bientôt fait abandonner le concept d'*apprentissage expérientiel* au profit d'un concept plus largement travaillé dans la littérature spécialisée ; il s'agit du « *modèle allostérique de l'apprendre*, développé par Giordan & al. depuis 1987 » (Pellaud, Eastes & Giordan, 2004, p.14).

Le modèle allostérique accorde une place importante au contexte pédagogique, tout en s'intéressant aux conceptions des apprenants et à la manière dont s'élabore le savoir.

Nous avons retenu ce concept, car il comporte cinq dimensions, dont une qui rejoint l'idée de l'importance de la sortie sur le terrain, qui était, rappelons-le la motivation première de notre travail de recherche.

De cette manière, nous avons pu définir les deux concepts centraux de notre travail : les conceptions des apprenants d'une part et le modèle allostérique de l'apprendre de l'autre. Nous souhaitions observer l'influence du modèle allostérique sur les conceptions des apprenants, et ce, à travers une séquence d'enseignement-apprentissage, ce qui nous amène à décrire comment s'est mise en place la partie empirique de notre recherche.

Nous étions alors toujours en contact avec les responsables de l'École de la forêt et lors de nos rencontres, nous avons essayé de lier notre questionnement avec les possibilités existantes par rapport à leur projet. Rapidement, nous sommes parvenus à une entente ; en effet, comme il s'agissait d'un sentier contenant plusieurs postes, nous avons pu prendre en charge le poste de la reproduction de la flore. Pour nous, il s'agissait de mettre sur pied des activités réalisables par une classe. Ainsi, le prétexte de notre recherche était trouvé.

Par la suite et en fonction de notre cadre conceptuel, nous avons fait le choix d'intégrer la sortie sur le terrain dans une séquence complète d'enseignement-apprentissage, ce qui a réorienté notre travail ; la mise en place d'activités pour l'École de la forêt a été abandonnée au profit d'une intervention plus approfondie avec une classe en particulier.

La visée prioritaire de notre recherche est d'expérimenter une manière d'enseigner qui n'est pas *encyclopédique*, comme cela a été décrit précédemment. En plus de cela, nous souhaitons essayer, comme le préconisent Giordan et de Vecchi (1990), de mieux connaître les élèves auxquels nous enseignerons.

2. Cadre conceptuel

Afin d'étudier de manière optimale les phénomènes qui nous intéressent dans ce travail, il est nécessaire de construire un cadre conceptuel adapté (aussi appelé « modèle d'analyse » d'après Quivy & Van Campenhoudt, 1995, p.107). Ce cadre conceptuel présentera les concepts retenus, ainsi que les liens entre eux. Ceci nous permettra, après la partie empirique de la recherche, d'analyser les données et de répondre à la question de recherche qui anime ce travail.

2.1. Les conceptions

Avant de définir ce concept, nous souhaitons préciser pourquoi l'on parle de *conceptions* et non de *représentations*, bien que ce terme soit souvent employé par analogie.

Le terme de *représentation* vient de l'idée des *représentations sociales*, introduite par les sciences sociales au XIX^e siècle. Il s'agissait d'un mode de pensée valable pour une population donnée. Giordan et de Vecchi (1990) pensent qu'il n'existe pas une seule représentation sociale, mais plutôt une multitude de points de vue et de positions différentes parmi les individus ; « ces variations peuvent être suffisamment importantes pour devoir être prises en compte dans la construction individuelle de la connaissance » (p.70).

Au début des années 70, le rôle central des apprenants dans la construction des savoirs a été mis en avant. Des courants de pédagogie nouvelle ont développé des expérimentations pédagogiques basées sur des méthodes actives et la Didactique des disciplines scientifiques a vu le jour en France. Cet événement a permis rapidement l'émergence des premières recherches sur les représentations des apprenants.

Toutefois, dans les travaux, le terme de *représentation* a peu à peu laissé sa place à celui de *conception*, avant que Giordan et de Vecchi (1987) et Giordan et Martinand (1988) ne proposent aux didacticiens des sciences expérimentales d'utiliser exclusivement le terme de *conception*. En effet, parler de « représentations » était devenu « trop polysémique » (Clément, 1994, p.17) et pouvait mener à une confusion avec l'idée de représentation graphique d'objets. De plus, comme cette didactique souhaitait définir son propre champ, il était important de clarifier ses concepts principaux.

En voici à présent une tentative de définition.

2.1.1. Définition

Il est intéressant d'observer les mots utilisés dans la littérature pour rendre compte des conceptions : vers la fin des années 70, on parlait de « 'choses' existant dans la tête des élèves » (Giordan & de Vecchi, 1990, p.74). Par la suite, il s'agissait « d'idées des élèves » (ibid., p.77). Plus tard encore, les conceptions d'un individu n'ont plus été perçues comme un « produit », mais comme un « processus » ou plus précisément « des sortes de structures mentales mises en œuvre face à des situations problèmes particulières » (ibid.). Nous sommes donc passés des *choses* présentes dans la tête des élèves à des *structures mentales*, ce qui nous amène à la définition actuelle du concept *conception*.

En effet, de Vecchi et Giordan (2002), qui définissent une conception en cinq propositions, prétendent qu'« **une conception, ce n'est pas ce qui émerge : c'est un modèle explicatif sous-jacent** » (p.55). Ce phénomène peut être observé fréquemment grâce aux remarques des élèves. Prenons un exemple décrit dans l'ouvrage de de Vecchi et Giordan (2002). Un élève de 10 ans exprime la remarque suivante : « Moi j'aime pas le mouton, ça a le goût de l'herbe qu'il mange » (p.56). Les auteurs expliquent que même si cette explication peut nous faire sourire, il faut essayer d'en rechercher la cause. Pourquoi l'élève raisonne-t-il de cette manière ? De Vecchi et Giordan expliquent que l'enfant qui ignore tout des réactions chimiques et de la transformation des aliments par la digestion « ne peut [...] pas comprendre [...] » ce phénomène (ibid.).

Ainsi, la remarque de l'élève n'est que « l'émergence d'une représentation plus globale » (ibid.). La conception qui se cache là-dessous et qui justifie la phrase de l'élève est que « la nourriture sert à fabriquer le corps... donc un animal est fait de la même substance que ce qu'il mange » (ibid.).

La deuxième définition qu'attribuent de Vecchi et Giordan (2002) à la conception est qu'elle est « **une structure organisée simple et cohérente** » (p.57). Ils estiment que l'élève, pour expliquer un phénomène, met sur pied un « modèle explicatif simple et

logique à partir de ce qu'il connaît de sa propre réalité » (ibid.). Nous constatons que nous retrouvons ici le terme de *modèle explicatif*, déjà rencontré dans la première définition. Étant donné la simplicité et la logique de certaines conceptions, on peut comprendre qu'elles soient difficiles à remettre en cause avec des connaissances et des explications souvent bien plus complexes.

Ajoutons à cela que chez les enfants (particulièrement les plus jeunes), certaines conceptions sont clairement anthropomorphiques, ce qui rejoint l'idée de simplicité et de logique exprimée ci-dessus.

Si les conceptions des enfants peuvent être anthropomorphiques, il convient de préciser qu'elles évoluent avec l'individu ; « **une conception est en rapport avec le niveau de connaissances et l'histoire de l'apprenant** » (ibid., p.58). Ainsi, une conception dépendra du degré de maturation de l'individu, ou plus précisément de « l'évolution de [son] système cognitif au plan psychogénétique » (ibid.). Pour illustrer ceci, nous pouvons prendre pour exemple les travaux de Piaget sur la conservation de la matière. Nous savons qu'en grandissant, l'enfant comprend et explique différemment des phénomènes liés à la conservation de la matière.

Par rapport aux jeunes enfants, il est important de ne pas négliger le fait que l'imaginaire soit parfois mêlé à la réalité, ce qui peut expliquer certaines conceptions. Toutefois, les enseignants ne doivent pas être amenés à vouloir faire disparaître l'imaginaire afin de construire le réel ; ils doivent plutôt amener l'élève à distinguer le réel de l'imaginaire.

Si une conception dépend du niveau de maturation d'un individu, elle dépend également du « **contexte socioculturel dans lequel elle est émise** » (ibid., p.60). Ceci est observable par les mots utilisés dans l'expression de la conception. Le langage, influencé par le milieu et l'histoire de l'individu, peut traduire des conceptions sous-jacentes relativement fortes et tenaces.

Finalement, de Vecchi et Giordan (2002) terminent la définition de la *conception* en prétendant qu'« **une conception est personnelle et [qu'] elle peut évoluer** » (p.62). Par *personnelle*, il faut comprendre que chacun possède un grand nombre de conceptions et qu'elles sont utilisées quotidiennement pour expliquer des phénomènes. Mais *personnelles* ne signifie pas *uniques* ; en effet, de nombreuses conceptions se recoupent entre les individus.

Les auteurs prétendent qu'une conception peut évoluer ; ceci est possible, mais passera par une « construction progressive du savoir » (ibid.). Il s'agit là d'un phénomène lent et difficile, qui contiendra notamment une phase d'appropriation durant laquelle des situations concrètes seront vécues et travaillées. Durant cette construction du savoir, les connaissances ponctuelles devront être reliées « différemment » entre elles (ibid.). Nous verrons plus loin que les connaissances sont connectées entre elles et qu'elles peuvent subir des transformations.

Si certaines conceptions sont trop fortement ancrées et empêchent l'acquisition de nouvelles connaissances, on parle de « conceptions-obstacles » (ibid.). Celles-ci sont à prendre en compte lors de l'élaboration de séquences d'enseignement-apprentissage.

Nous savons à présent qu'une conception est « une structure de pensée sous-jacente » (ibid.) servant à comprendre, expliquer ou résoudre des problèmes. Elle peut être simple et logique, issue de l'imaginaire et empreinte du milieu socioculturel et historique dans lequel elle a été construite.

Avant d'aborder les fonctions et rôles des conceptions, nous souhaitons présenter un concept lié aux conceptions. Il s'agit de *l'obstacle épistémologique*.

2.1.2. L'obstacle épistémologique

Ce concept est apparu grâce au philosophe français Gaston Bachelard dès 1934. L'obstacle désigne ce qui « dans l'esprit même fait obstacle » (Astolfi, 1997, p.37). Dans son ouvrage, Astolfi (1997) reprend les caractéristiques de l'obstacle présentées par Fabre (1995) dans son livre *Bachelard éducateur*. Nous allons présenter ici une manière de définir l'obstacle :

L'intériorité de l'obstacle : les obstacles se trouvent dans notre pensée, dans nos mots, nos gestes quotidiens et même notre inconscient.

La facilité de l'obstacle : l'obstacle peut être vu comme « une facilité que l'esprit s'octroie » (Astolfi, 1997, p.38). Il s'agit de la facilité que nous avons à expliquer les phénomènes de la vie ; ces explications « sont basées sur la propension du cerveau à établir des régularités entre les événements et situations » (ibid., p.40). Bachelard les considère comme de réels obstacles à une pensée rationnelle.

La positivité de l'obstacle : l'obstacle ne doit pas être perçu comme une ignorance, mais plutôt comme une forme de connaissance. Il s'agit en fait véritablement de connaissances diverses déjà présentes dans nos esprits et qui nous empêchent « d'en construire de nouvelles » (ibid.). De plus, les obstacles s'organisent comme un « 'tissu d'erreurs construites', tenaces et solidaires » (ibid., p.41).

L'ambiguïté de l'obstacle : l'obstacle est ambigu, car il contient deux dimensions ; d'une part, il est un outil nécessaire et d'autre part, « une source potentielle d'erreurs » (ibid.).

La polymorphie de l'obstacle : les obstacles peuvent être vus comme « un niveau profond des représentations des élèves » (ibid., p.42). Les obstacles seraient donc sous-jacents aux conceptions des élèves.

La position de Bachelard est la suivante : on « connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même fait obstacle » (ibid., p.37). Pour que l'apprentissage puisse se faire, il est nécessaire que l'individu déconstruise ses schémas de pensée habituels, qui sont forcément très résistants, du fait de leur facilité et de leur ambiguïté.

Nous ne pouvons pas superposer la théorie de Bachelard pour les obstacles épistémologiques à celle de Vecchi et Giordan (2002) concernant les conceptions des apprenants, puisqu'elles témoignent de périodes et de modes de pensée différents. Toutefois, nous pouvons relever plusieurs similitudes ou points communs. En effet, pour les deux, ce que possède l'apprenant (ses idées, ses représentations) est déjà une forme de connaissance. De plus, les obstacles et les conceptions sont des manières facilitées d'expliquer certains phénomènes.

Dans la théorie de Vecchi et Giordan (2002), nous pensons pouvoir mettre en évidence trois catégories de conceptions : les conceptions justes, qui sont très proches du savoir scientifique, les conceptions en décalage avec celui-ci et les « conceptions-obstacles » qui sont trop fortement ancrées et qui empêchent l'acquisition de nouvelles connaissances. Chez Bachelard par contre, l'obstacle épistémologique est essentiellement perçu négativement et s'insérerait donc dans les conceptions-obstacles définies par de Vecchi et Giordan.

À présent, nous pouvons nous intéresser aux fonctions et rôles des conceptions.

2.1.3. Fonctions et rôles

Pour compléter la définition du concept, le rôle des conceptions dans l'apprentissage est expliqué ici.

Giordan et de Vecchi (1990), nous apportent des éclairages intéressants quant aux fonctions ou rôles attribuables aux conceptions. Ils citent « **la conservation d'une connaissance ou d'un ensemble de savoirs** » (p.92) comme l'un des premiers rôles d'une conception. Cette conservation n'est pas une mémorisation directe, mais une « mémorisation modelée par intégration (à une structure) » (ibid.), ce qui supprime tout accès direct à l'information. Le terme de *structure* est important, car il montre que les conceptions ne sont pas une « collection d'informations passées » (ibid., p.94), mais un « arrangement particulier » (ibid., p.92) ou un système de connaissances sur lequel nous reviendrons ci-dessous. La conservation d'informations permet à l'individu de les réutiliser plus tard, dans des situations nouvelles. Ces situations apportent des informations inconnues et/ou inattendues (« éléments externes ») qui éveillent les conceptions que l'individu possède (« éléments internes ») (ibid.). À ce moment, les informations déjà structurées sont transformées. Cette reconstruction continue, qui permet aux conceptions d'être en adéquation avec le contexte, nous montre que la conservation des connaissances n'est pas un processus figé.

Cette fonction ne doit pas être négligée à l'école, car d'après Giordan et de Vecchi (1990), « acquérir une connaissance, c'est passer d'une conception préalable à une autre plus pertinente par rapport à la situation » (ibid.).

La deuxième fonction assumée par les conceptions est celle de la **systématisation** : à l'instar des schémas, tableaux, organigrammes et autres diagrammes, les conceptions semblent jouer le rôle de systématisation d'ensembles de données. Les auteurs illustrent cette proposition en expliquant que nous essayons constamment – lorsque nous nous sentons concernés – de regrouper « l'ensemble des éléments de savoir » que l'on pense maîtriser (Giordan & de Vecchi, 1990, p.93). Tout individu cherche donc à effectuer des mises en relations entre des informations nouvelles et celles déjà stockées. Toutefois, ces mises en relation sont souvent incomplètes ou erronées par rapport à celles établies scientifiquement.

D'après les auteurs, cette mise en relation devrait être favorisée dans la construction du savoir, car elle « régule et donne une cohérence au savoir » (ibid.).

Finalement, une conception est une stratégie cognitive que l'individu met en place pour « **sélectionner les informations pertinentes, pour structurer et organiser le réel** » (ibid.). Ceci passera notamment par des situations où l'individu (l'élève) est appelé à résoudre des problèmes. En d'autres termes, les conceptions peuvent être comprises comme « une mobilisation de l'acquis en vue d'une explication, d'une prévision, ou encore d'une action simulée ou réelle » (ibid., p.94).

2.1.4. Dimensions et indicateurs

Pour tenter de comprendre le fonctionnement des conceptions, un schéma a été mis au point ; il s'agit du modèle de l'iceberg des conceptions. Ce modèle nous montre que seule une infime partie des conceptions émerge et qu'un important système sous-jacent influence et organise les connaissances de l'individu.

Ce modèle a été retenu dans notre travail pour rendre compte des dimensions et indicateurs d'une conception.

Les éléments sous-jacents (partie immergée de l'iceberg) sont perçus comme les composantes (dimensions) de la conception et influençant directement les croyances, attitudes, démarches, etc. de l'individu qui sont des comportements observables.

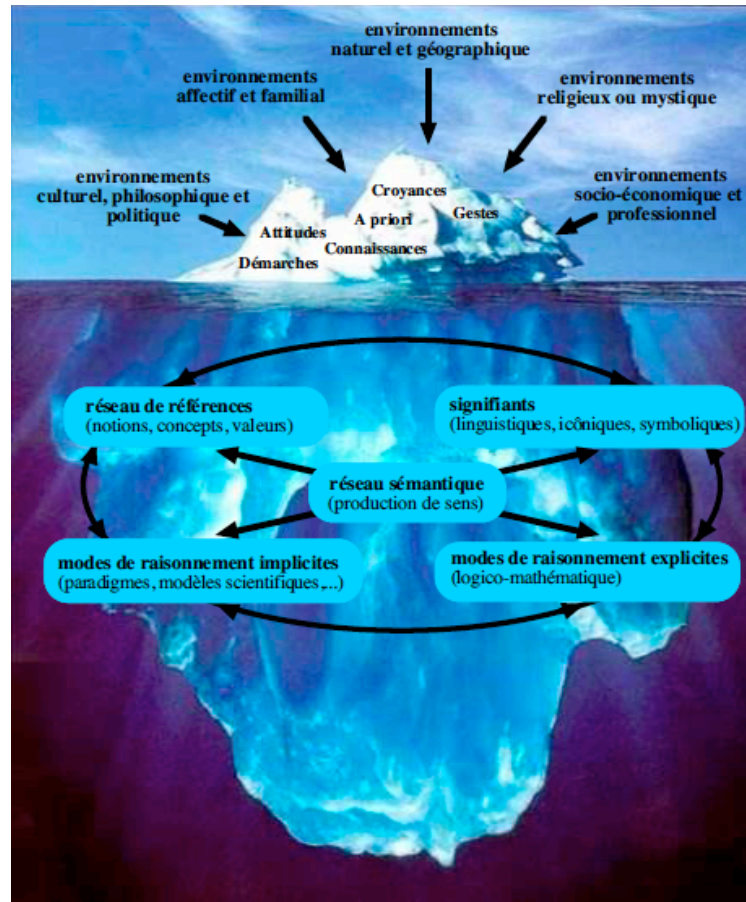


Figure 1 : Iceberg des conceptions (Pellaud & Eastes, 2003)

Le tableau suivant montre les dimensions et indicateurs du concept *conception* :

Concept	Dimensions	Indicateurs
Conception	Réseau de références	- Notions, concepts, valeurs
	Signifiants	- Linguistiques, iconiques, symboliques
	Modes de raisonnement explicites	- Logico-mathématiques
	Modes de raisonnement implicites	- Paradigmes, modèles scientifiques
	Réseau sémantique	- Production de sens - Liens logiques entre les conceptions principales

Tableau 1: Dimensions et indicateurs du concept de *conception*

Afin d'expliquer ces données, nous allons voir que certaines des dimensions mentionnées dans le tableau ci-dessus se retrouvent dans la modélisation des composantes d'une conception, et ce, sous la forme d'une fonction :

CONCEPTION = f (P.C.O.R.S)

P = Problème : Il s'agit des questions « plus ou moins explicites » (Giordan, 2009, p.267) qui génèrent l'utilisation des conceptions (moteur de l'activité intellectuelle).

C = Cadre (ou réseau) de référence : Ce sont les connaissances périphériques que l'individu utilise pour formuler sa conception ; il s'appuie sur d'autres conceptions pour en produire une en particulier. Nous avons vu dans les fonctions d'une conception que celle-ci sert notamment à conserver et systématiser un corpus de données ; les informations sont connectées entre elles.

O = Opérations mentales : Ou opérations intellectuelles. Ces opérations sont maîtrisées par l'individu et servent à mettre en lien les éléments du cadre de référence en vue de produire et d'utiliser une conception. Nous pensons que le terme *opération mentale* ait été remplacé par les *modes de raisonnement implicites et explicites* dans les versions récentes du modèle de l'iceberg.

R = Réseau sémantique : Il s'agit d'une phase d'organisation à partir du cadre de référence et des opérations mentales. Cette étape offre une cohérence sémantique à l'ensemble et donne du sens à la conception. « Le sens du construct [de la conception] apparaît à partir des liens 'logiques' établis entre les différentes conceptions principales et périphériques » (Giordan & de Vecchi, 1990, p.87).

Il constitue « une espèce de réseau de signification dont les nœuds représentent le cadre de référence et dont les liaisons peuvent être assimilées aux opérations mentales » (ibid., p.89-90).

S = Signifiants : Nous retrouvons là tous les « signes, traces et symboles » (ibid.) utiles à la production et l'explication d'une conception. Les indicateurs se rattachant à cette dimension sont facilement observables lors de l'expression de la conception. De plus, nous avons vu dans la définition d'une conception qu'elle dépend du contexte socioculturel de l'individu et que le langage peut traduire et expliquer certaines conceptions.

Jusqu'ici, la théorie nous a permis de saisir ce qu'étaient les conceptions ainsi que leurs rôles et leur fonctionnement. Plusieurs fois, nous avons mentionné leur importance dans la construction des savoirs et donc dans les processus d'apprentissage. Mais comment s'y prendre ? Comment aborder les conceptions à l'école ?

Les deux sous-chapitres suivants visent à montrer les différentes théories existantes à ce sujet, ce qui nous permettra notamment de construire la séquence de la partie empirique du mémoire de manière fondée.

2.1.5. Travailler sans les conceptions

En premier lieu nous allons démontrer les méthodes ou modèles d'enseignement qui proposent de ne pas prendre en compte les conceptions des élèves.

Ignorer les conceptions

Nous pouvons décrire cette théorie en nous basant sur le triangle didactique (enseignant – élève – savoir).

L'enseignant est ici perçu comme tout-puissant ; il croit savoir ce qu'il faut faire et de quelle manière, tout comme il croit « connaître 'par intuition' le public auquel il s'adresse » (Giordan & Girault, 1994, p.52). Ce public représente les élèves qui sont des êtres passifs qui ne sont jamais appelés à réagir. En d'autres termes, l'élève semble être le grand absent du processus d'enseignement-apprentissage.

Concernant le savoir, il est transmis de manière frontale avec des méthodes de « présentation immédiate » (ibid.) telles que le discours ou le discours illustré par des objets, des images ou éventuellement des expériences. En cas de mauvaise compréhension, l'enseignant répètera pratiquement mot pour mot ce qui vient d'être présenté, en modifiant éventuellement quelques petits aspects ; en aucun cas il ne changerait de méthode pour éclaircir les explications. Et en cas d'échec de l'élève, la faute repose sur ce dernier ; on le traite de « paresseux », d' « inattentif » ou d' « incapable » (ibid.).

D'après les auteurs, cette approche aurait perdu sa validité et ne serait plus défendue par aucun chercheur à l'heure actuelle. Toutefois, Giordan et Girault (1994) se montrent critiques et ironisent en prétendant que cette théorie « correspond à 99,9 % des pratiques habituelles » (p.51).

Les éléments invoqués par les auteurs pour expliquer cela laissent transparaître une difficulté à changer les pratiques d'enseignement : les conceptions sont complexes, elles parasitent les processus d'apprentissage, elles représentent des savoirs externes à la connaissance que l'on souhaite transmettre, elles risquent « d'entraîner la classe dans des directions divergentes » (ibid., p. 53). De plus, prendre en compte les conceptions exige du temps et des moyens supplémentaires, ce qui est rendu difficile par la présence de programmes à suivre, de plans d'études exigeants, d'évaluations sommatives à réaliser, etc. Ceci pourrait expliquer pourquoi l'enseignement en sciences résiste à tout changement, et ce, malgré les nombreuses remises en question que nous avons pu lire dans notre problématique. Nous pensons que cette résistance vienne du fait que le changement attendu soit trop grand pour les enseignants. Pour qu'une évolution puisse s'opérer, nous estimons que le rôle de l'enseignant doit changer, ce qui implique forcément une modification des représentations de la profession enseignante.

L'efficacité de cette méthode est pourtant présente lorsqu'il s'agit de transmettre un maximum d'informations dans un minimum de temps. Toutefois, pour que cela soit possible, il est nécessaire que formateur et apprenant(s) bénéficient du même cadre de référence et qu'ils se posent les mêmes questions. Or, cela est rare et ne correspond en tout cas pas à la situation scolaire !

Éviter les conceptions

La deuxième théorie qui existe au sujet de l'utilisation ou non des conceptions est celle de l'évitement. Cette théorie peut être illustrée par des pratiques behavioristes. Ce modèle d'enseignement soutient que quelles que soient les conceptions de l'élève, un découpage de la tâche en unités simplifiées permet d'atteindre l'apprentissage désiré. Les conceptions des apprenants sont des erreurs qu'il faut éviter de faire émerger pour qu'elles ne conditionnent pas de manière négative les apprentissages.

Par rapport à ces deux positions (ignorer et éviter les conceptions), Giordan et Girault (1994) expliquent que si l'enseignant ne tient pas compte des conceptions de l'élève et que par conséquent, celui-ci les refoule en quelque sorte, ces conceptions referont surface à la première occasion. De plus, lorsqu'on les ignore, « elles persistent et perturbent l'acquisition des connaissances nouvelles » (Giordan & Girault, 1994, p.56). Pour ces raisons, il semble préférable de considérer ce que les élèves savent déjà ou en d'autres termes, leurs conceptions préalables. Ci-dessous, nous allons présenter les théories qui soutiennent cela.

2.1.6. Travailler avec les conceptions : connaître les conceptions

C'est cette troisième théorie qui a occupé les chercheurs de ces dernières années. Il s'agit de la connaissance des conceptions qui est obtenue en faisant s'exprimer l'élève sur ce qu'il sait déjà, pour ensuite intervenir au mieux. L'expression des conceptions donne une connaissance globale du public auquel on s'adresse et permet de se faire une idée des capacités intellectuelles du groupe.

Lorsque l'enseignant prend en compte les conceptions de ses élèves, il permet l'évolution progressive de la connaissance préalable vers le savoir scientifique visé. Ceci passe par l'activité de mise en relation entre ce que l'élève possède déjà et le savoir nouveau à maîtriser. La fonction de systématisation des conceptions rencontrée précédemment explique ce phénomène et nous rappelle que « les structures mentales s'élaborent les unes à partir des autres » (Giordan & Girault, 1994, p.57). De plus, « ce qu'un individu peut apprendre et comment il peut l'assimiler, dépend principalement des structures mentales dont il dispose » (ibid.).

Les avantages de connaître les conceptions des apprenants concernent l'élève comme l'enseignant : l'élève est recentré et prend une place d'acteur et l'enseignant est à l'écoute de ses élèves, ce qui lui permet d'adapter ses projets d'apprentissage et leurs finalités.

L'enseignant dispose alors de trois variantes pour traiter les conceptions de ses élèves. Il peut : 'faire avec' les conceptions, 'faire contre' les conceptions et 'faire avec pour aller contre' les conceptions. Ces possibilités ont été développées par Giordan et sont présentées dans plusieurs ouvrages.

Nous allons les expliciter et notamment montrer leurs avantages et leurs limites.

Connaître les conceptions pour 'faire avec'

Ici, l'enseignant aura comme première tâche de créer une situation de départ qui permettra l'expression des conceptions des élèves. Pour certains chercheurs, cette seule phase d'émergence des conceptions suffit. Pour d'autres, il convient d'aller plus loin, par exemple en faisant confronter les conceptions émises dans la classe. Pour d'autres chercheurs encore, il faudra poursuivre le travail en confrontant les élèves aux objets, à la réalité. Le rôle de l'enseignant est donc de favoriser des situations où les idées peuvent se rencontrer, s'opposer, etc. Il est le « régulateur d'une démarche où les apprenants sont constamment invités à créer et à prendre l'initiative » (ibid., p.59).

Les présupposés à cette théorie sont que l'élève se construit continuellement une vision du monde, il élabore un modèle sous-jacent pour l'expliquer, ce qui agit comme des lunettes ou un filtre. Nous avons vu plus haut qu'il convenait de connaître l'apprenant que l'on a en face de soi ; il convient également de permettre à cet apprenant de partir de ce qu'il connaît. « La connaissance peut ('et doit') se construire à partir des connaissances anciennes » (ibid.).

On peut également trouver un fondement psychanalytique et thérapeutique à cette proposition ; en effet, l'expression d'une conception peut enlever à l'élève anxieux une éventuelle peur de ne pas pouvoir apprendre ou simplement valoriser l'apprentissage.

Un argument affectif est également à relever : en faisant travailler l'élève sur quelque chose de connu, on favorise les apprentissages. De la même manière, le contact avec les objets, la manipulation et les expériences concrètes sont des éléments facilitant l'apprentissage.

Nous avons mentionné à plusieurs reprises les confrontations entre élèves au sujet de leurs conceptions ; le travail de groupe est ici perçu de manière positive, car il permet à l'élève d'une part de prendre du recul face à ses propres idées et d'autre part d'élaborer

de nouvelles idées plus riches et adaptées grâce aux interactions dans le groupe. Les oppositions peuvent également avoir lieu entre l'élève et l'objet (ou la réalité), ce qui nous amène directement au concept de *conflit cognitif*.

Nous sommes surprise de constater ici la présence de ce concept qui représente une sorte de rupture, donc une manière d'aller au-delà, ou contre ses conceptions. Nous faisons l'hypothèse que si les auteurs en parlent à ce moment-là, c'est parce que le conflit cognitif n'est pas maîtrisé par l'enseignant ; les élèves échangent leurs idées dans les groupes de travail, mais cela ne va pas plus loin. Il n'y a apparemment pas volonté de déconstruction des conceptions.

Les avantages de cette méthode sont les suivants : stimulation la curiosité, inhibition des appréhensions et développement de la communication.

Les limites, quant à elles sont non négligeables : il semblerait que cette théorie ne soit valable que pour développer l'esprit scientifique (ou l'attitude scientifique) ainsi que pour des « initiations conceptuelles de base » (Giordan & Girault, 1994, p.61). En fait, elle ne permet pas un réel et suffisant dépassement des conceptions préalables, car « il n'existe pas une continuité entre les idées issues de la réalité familière et la connaissance scientifique, et on ne peut pas passer de l'une à l'autre sans rupture » (ibid.).

Il semblerait donc que connaître les conceptions des élèves soit déjà un pas en avant pour favoriser les apprentissages, mais uniquement utilisable jusqu'à un certain point. À présent, il faut rechercher comment parvenir à la rupture mentionnée ci-dessus.

Connaître les conceptions pour 'faire contre'

Ici encore existe la phase d'expression des conceptions. Toutefois, après leur émergence, elles « ne sont pas prises comme un appui, mais comme une gêne » à éliminer (ibid., p.61). Pour cela, quatre variantes ont été particulièrement utilisées :

1. La phase d'expression permet à l'élève et à l'enseignant de connaître ou de reconnaître les conceptions. Dans un deuxième temps, l'enseignant argumente pour remettre en cause les conceptions de l'apprenant et pour les détruire : il propose le message adéquat, donc le savoir tel qu'il veut le transmettre.
2. Dans la deuxième proposition, on utilise le travail de groupe pour créer des « dialogues contradictoires » (ibid., p.62). Le but étant de purger les conceptions préalables des apprenants. Ici, le rôle de l'enseignant est de proposer des situations où les avis vont se confronter. Ceci n'a pas uniquement lieu dans les groupes de travail, mais également individuellement : l'enseignant propose à l'élève des données d'observation ou d'expérimentation. L'enseignant exploite ensuite ces conflits cognitifs par des phases d'investigation et de structuration.
3. Ici, il s'agit de mettre l'élève dans des conditions lui permettant d'explorer ses conceptions. Puis, en groupe et avec l'aide de l'enseignant, les apprenants essaient de parvenir au concept scientifique, en effectuant un travail sur les conceptions des membres du groupe. L'enseignant cherche à promouvoir et à utiliser les ressources et expériences personnelles de chacun. En plus de cela, il effectue des corrections successives pour parvenir au savoir souhaité.
4. Après la phase d'expression des conceptions, l'enseignant fournit le savoir en jeu. Puis il propose une situation dans laquelle l'apprenant peut comparer ce savoir avec ses connaissances préalables, afin qu'il prenne conscience du décalage et du fait que sa conception n'est pas adéquate.

Avant de commenter cette théorie, nous souhaitons apporter quelques remarques critiques à l'égard des quatre propositions ci-dessus. En effet, nous estimons que dans les propositions 2, 3 et 4, on ne cherche pas immédiatement à aller contre les conceptions. Celles-ci sont plutôt utilisées (ou exploitées pour une certaine durée) pour parvenir au savoir scientifique ; on fait un peu 'avec' les conceptions. Toutefois, nous sentons également la volonté forte de les éliminer rapidement, et nous pensons que c'est la raison pour laquelle Giordan a décidé de les placer dans la théorie 'faire contre les conceptions'.

Pour expliquer cette théorie, nous pouvons reprendre l'explication fournie plus haut qui stipulait que l'individu se construit une explication du monde valable pour lui et qui l'aide à le comprendre. Ce mode de compréhension sous-jacent lui convient et il ne cherche pas à l'abandonner au profit du savoir scientifique. « Si l'enseignement veut faire 'passer' un savoir, il doit donc commencer par évacuer ces idées en place dans la tête de l'élève » (ibid., p.63).

Cette théorie s'appuie sur le concept d'*obstacle épistémologique* développé par Bachelard (1934). Bachelard prétend que les élèves qui arrivent à l'école possèdent déjà un certain nombre d'informations « plus ou moins organisées » ; « La connaissance scientifique ne 'commence pas à zéro', elle se heurte à une connaissance empirique, préexistante chez l'apprenant » (ibid.).

'Faire contre' les conceptions semble être valable pour certains apprentissages et à certains moments donnés. Elle comporte, comme les autres théories, des limites à connaître.

Comme pour 'faire avec' les conceptions, 'faire contre' peut engendrer un enchaînement trop rapide des étapes : après l'émergence des conceptions, l'enseignant « injecte » (ibid.) rapidement le nouveau savoir. Les risques sont également de sous-estimer la résistance des conceptions. En effet, il ne suffit pas de présenter un argument-choc ou une « expérience cruciale » (ibid.) en faveur du nouveau savoir. Rappelons-nous qu'apprendre touche au réseau de nos conceptions et qu'il s'agit d'un système complexe : il ne suffit pas de prendre conscience d'une nouvelle idée pour en être convaincu. De la même manière, on ne peut pas saisir les différences entre deux savoirs si on ne les connaît pas réellement.

Finalement, apprendre implique de créer de nouvelles relations entre nos connaissances et conceptions, ce qui n'est pas rendu possible dans cette théorie.

Connaître les conceptions : 'faire avec pour aller contre'

Les deux positions décrites précédemment ont leurs avantages et leurs limites, mais ne se suffisent pas à elles-mêmes. On ne peut pas faire seulement avec ou contre les conceptions. Les chercheurs ont donc avancé de nouvelles hypothèses. L'une d'entre elles s'insère dans le constructivisme. Elle préconise que l'apprenant soit le seul constructeur de son savoir et que c'est lui qui doit se trouver dans une situation où il pourra changer ses conceptions : « on ne peut pas réaliser cette activité à sa place » (Giordan & de Vecchi, 1990, p.133). L'enseignant ne peut donc pas fournir le savoir adéquat ni agir directement sur les conceptions des apprenants. Ceci rejette les variantes décrites plus haut pour 'faire contre les conceptions'.

Pour que les nouveaux savoirs (les savoirs scientifiques) puissent être intégrés, il faut un remaniement profond des structures sous-jacentes de l'individu. Nous voyons là que le système de pensée de l'apprenant doit être considéré pour être modifié : « il semble [...] nécessaire d'ébranler l'édifice constitué par les savoirs familiers, mais il faut aussi – ce qui peut paraître contradictoire – s'appuyer sur ces derniers » (ibid., p.135). Se baser sur les connaissances préalables est indispensable puisqu'elles représentent les seuls outils à disposition de l'élève.

Pour que le remaniement des conceptions puisse avoir lieu, il faut que l'élève soit mis en situation où il peut constater la non-validité de son système de pensée. Toutefois, ceci peut provoquer des blocages et des appréhensions, c'est pourquoi il est nécessaire que le formateur le soutienne et l'aide en lui fournissant les informations utiles au moment opportun.

L'enseignant ne peut pas simplement montrer à l'élève que son idée n'est pas adéquate, il faut « le motiver par rapport à la question à traiter ou du moins [...] le faire entrer dans cette dernière » (ibid.). Pour le convaincre, il ne suffit pas non plus de ne proposer qu'un argument ; il faut user de plusieurs arguments et prendre le temps de les exposer.

De plus, il faut permettre à l'élève, dans un premier temps, d'exprimer sa conception et de la confronter avec d'autres idées, ce qui lui permettra de prendre du recul. Pour transformer son réseau conceptuel et ses propres idées, l'apprenant doit être motivé et attribuer un sens à ce qu'il fait. Il faut également que l'élève trouve plusieurs éléments « convergents et redondants » (Giordan, 1996, p.50) montrant que sa conception n'est plus valable. Puis, pour qu'il puisse relier différemment les connaissances entre elles – puisque cela est nécessaire pour tout apprentissage – il aura besoin de « modèles organisateurs qui aident à structurer les informations autrement » (ibid.).

Plus tard, l'élève devra être invité à produire et exprimer une nouvelle conception, éloignée de la première. Pour que le nouveau savoir prenne tout son sens et soit véritablement substitué à la conception préalable, il faut le faire fonctionner avec réussite dans d'autres situations (phase de réinvestissement ou de transfert). Cette application concrète permettra à l'élève de constater que le nouveau savoir explique des phénomènes que l'ancienne conception n'expliquait pas.

Naturellement, tous ces éléments ne peuvent pas être découverts et entrepris par l'élève seul ; le rôle de l'enseignant est fondamental, mais cet aspect sera plus longuement développé dans le chapitre concernant le modèle allostérique de l'apprendre.

2.2. Le modèle allostérique de l'apprendre

Le modèle allostérique de l'apprendre découle directement de la théorie 'faire avec pour aller contre'. En effet, il fonctionne sur cette base et recherche le point de rupture entre la conception préalable et le savoir scientifique : « pour apprendre, l'apprenant doit aller le plus souvent contre sa conception initiale, mais il ne le pourra qu'en faisant 'avec', et cela jusqu'à ce qu'elle 'craque'. Cette dernière lui paraîtra alors limitée ou moins féconde qu'une autre qu'il aura formulée » (Giordan, 2009, p.265).

Dans un premier temps, nous allons expliquer le sens des termes *modèle* et *allostérique*, afin de lever toute ambiguïté. Puis nous montrerons comment le modèle allostérique a vu le jour, avant d'en présenter le contenu et le fonctionnement.

Concernant le concept de *modèle de l'apprendre*, il faut savoir qu'il s'agit d'un modèle scientifique visant à comprendre la réalité et éventuellement « intervenir sur elle » (Pellaud, Eastes & Giordan, 2004, p. 11). Mais il faut faire attention, car les modèles concernent souvent des situations idéales ou idéalisées et ne sont valables que dans un domaine précis. Il faut également veiller à ne pas confondre modèle et méthode ; en effet, un modèle « décrit uniquement l'acte d'apprendre » (ibid.) et aucunement une méthode pédagogique. En revanche, en réfléchissant à la manière dont apprennent les élèves, on peut essayer d'organiser son enseignement pour être plus performant : la première intention d'un modèle est donc bien de montrer le fonctionnement de l'apprentissage.

Le terme *allostérique* quant à lui prend la signification suivante : « son origine provient d'une métaphore issue de la biologie : certaines protéines ont la propriété de modifier leur structure et donc leur fonction pour répondre aux modifications de l'environnement » (Giordan, 1996, p.49). Si l'on transpose cela au domaine scolaire, le modèle allostérique explique que toute acquisition d'une nouvelle connaissance passe par une « activité d'élaboration d'un apprenant confrontant les informations nouvelles et ses connaissances mobilisées, et produisant de nouvelles significations plus aptes à répondre aux interrogations qu'il se pose » (ibid.).

Pour comprendre l'apparition du modèle allostérique de l'apprendre, il est nécessaire de revenir sur trois modèles de l'apprentissage que sont les modèles empiriste, behavioriste et constructiviste.

2.2.1. Contexte d'apparition

Le modèle allostérique fait suite à plusieurs théories de l'apprentissage. Il s'agit d'une part de l'empirisme qui explique que le savoir s'imprime dans la tête des élèves qui n'ont pas le même mode de raisonnement ni le même cadre conceptuel que l'enseignant et sont absents du processus d'apprentissage. Cette conception de l'apprentissage a fondé le modèle d'enseignement présenté au point 'Ignorer les conceptions' du sous-chapitre 2.1.5. *Travailler sans les conceptions*

Puis viennent les théories behavioristes dont nous avons déjà parlé ; l'apprenant est conditionné et apprend par le biais de renforcements positifs (récompenses) ou négatifs (punitions). On ne tient aucunement compte de ce qu'il connaît déjà. Cette théorie de l'apprentissage a conduit aux méthodes 'd'évitement des conceptions' dont nous avons parlé précédemment.

Finalement, nous avons le modèle constructiviste. Celui-ci part des besoins des élèves ; il permet l'expression de leurs conceptions, puis favorise leur créativité et leur autonomie. Concernant l'acquisition de nouvelles connaissances, elle se fait par accommodation et selon des stades de développement successifs. Or, des recherches en didactique et neurobiologie ont montré que « cette évolution n'a rien de linéaire et que les stades en question sont tout à fait relatifs » (Pellaud, Eastes & Giordan, 2004, p. 14).

Les auteurs de l'article tirent la conclusion suivante : « il est nécessaire d'envisager d'autres modèles qui ne s'appuient pas uniquement sur l'acquisition 'par construction progressive' de structures mentales opératoires, dépendante d'une évolution neurobiologique » (ibid.). C'est ainsi qu'est apparu le modèle allostérique de l'apprendre. Ce modèle a notamment voulu prendre en compte les quatre éléments suivants, oubliés ou négligés dans les théories de l'apprentissage précédentes : la façon dont s'élabore le savoir, l'idée de déconstruction des savoirs, l'influence de l'environnement dans lequel l'apprendre se joue ainsi que les différents niveaux de l'apprendre que sont les niveaux émotionnel, cognitif et métacognitif.

Ces quatre éléments constituent la base du modèle allostérique de l'apprendre, développé par André Giordan et ses collègues dès 1987. De plus, ce modèle s'articule étroitement autour du concept de *conception* que nous avons présenté dans la première partie du cadre conceptuel de ce travail.

Le modèle allostérique se veut être un moyen d'aborder le fonctionnement de l'apprentissage, mais il rend également au formateur une place centrale, car celui-ci devient le « metteur en scène du savoir » (ibid.), notamment en organisant l'environnement didactique, sur lequel nous reviendrons.

Nous allons à présent nous concentrer sur le contenu de ce modèle.

2.2.2. Paramètres du modèle

Le modèle allostérique de l'apprendre se compose de cinq paramètres interagissant entre eux. Ils constituent également les dimensions de ce concept. Pour commencer, voici un schéma du modèle, tel qu'on peut le trouver dans la littérature spécialisée actuelle :

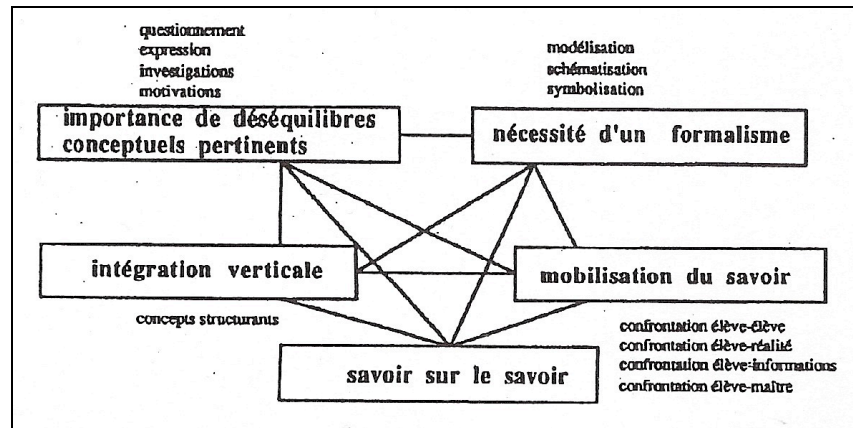


Figure 2: Le modèle allostérique de l'apprendre (Zimmermann, 1996, p.39)

Avant d'expliciter chacun des cinq paramètres, nous souhaitons présenter le tableau reprenant les dimensions et indicateurs du concept.

Remarque : Les indicateurs de la dimension 'savoir sur le savoir' ne sont pas issus du modèle allostérique, car Giordan n'en précise aucun. Ils ont été ajoutés au vu de ce qui avait été compris de cette dimension.

Concept	Dimensions	Indicateurs
Modèle allostérique de l'apprendre	Déséquilibres conceptuels	- Questionnement - Expression - Investigations - Motivations
	Formalisme	- Modélisation - Schématisation - Symbolisation
	Mobilisation du savoir	- Confrontation élève-élève - Confrontation élève-réalisé - Confrontation élève-informations - Confrontation élève-maître
	Intégration verticale	- Concepts structurants
	Savoir sur le savoir	- Attitude scientifique - Humilité - Distanciation

Tableau 2: Dimensions et indicateurs du modèle allostérique de l'apprendre

Maintenant que le concept a été décortiqué en dimensions et indicateurs, nous allons expliciter chacune des dimensions, afin de saisir au mieux ce qui y est sous-entendu. Ceci nous aidera dans la construction de la séquence d'enseignement-apprentissage de la partie empirique du mémoire.

L'importance de déséquilibres conceptuels pertinents

D'une part, il s'agit de motiver l'apprenant à travailler sur un sujet donné ou sur une question ; il faut le faire entrer dans celle-ci. D'autre part, il s'agit de proposer à l'apprenant des « confrontations authentiques » (Zimmermann, 1996, p.39) pour le

convaincre que ses conceptions sont inadéquates. Ces confrontations prendront la forme de situations durant lesquelles l'élève aura l'occasion de tester son savoir, ainsi que ses limites. Ce qui nous amène directement à la dimension suivante.

La mobilisation du savoir

Nous venons de dire que l'élève devait pouvoir mobiliser et tester son savoir ; ceci sera rendu possible par des confrontations diverses (élève-élève / élève-réalité / élève-informations / élève-maître). Les confrontations doivent montrer à l'apprenant que « ses conceptions ne sont pas suffisamment adéquates par rapport au problème traité » (Giordan, 1994, p.307). Elles aideront l'élève à prendre du recul par rapport à ses conceptions et à les reformuler. L'élève pourra se poser de nouvelles questions et aborder autrement le problème.

La nécessité d'un formalisme

Par la suite, un certain formalisme sera nécessaire pour mettre en forme de manière appropriée les nouveaux savoirs. Ces représentations pourront se faire par l'intermédiaire de schémas, symbolisations, modélisation, etc. Il faut veiller à ce que le symbolisme choisi soit accessible et manipulable par l'apprenant ; « il doit correspondre à une réalité, lui permettre d'organiser les diverses données ou lui servir de point d'ancrage pour produire une nouvelle structuration du savoir » (ibid.). L'important est que les informations soient représentées de façon compacte. Concernant les modèles, Giordan insiste sur leur importance, mais également sur la précaution nécessaire lorsqu'on en emploie : « il est surtout important que l'apprenant ait pris conscience qu'il n'y a pas de bons 'modèles'. Tout modèle n'est qu'une approximation temporaire » (Giordan, 2009, p.272). Pour amener l'élève à cette prise de conscience, il est utile de le familiariser à l'utilisation de modèles, de lui en faire produire et d'en essayer quelques-uns.

Sur le plan didactique, des recherches ont montré qu'il était souvent plus « économique » que l'enseignant propose lui-même une « ébauche de modèle » (Giordan, 1994, p.309) au moment où il s'agit de structurer de nouvelles données. Dans ce cas, il faut veiller à ce que ce modèle soit lisible et adapté au groupe classe.

L'intégration verticale

Les apprentissages doivent s'inscrire dans une intégration verticale, et ce, en se basant sur des concepts structurants. Ceci doit permettre de donner du sens de façon large aux apprentissages et permettre des transferts dans d'autres situations. Les activités de transfert doivent montrer à l'élève que l'on apprend plus facilement lorsqu'on peut faire des liens avec ce que l'on connaît ; « des nouvelles données sont plus facilement apprises lorsqu'elles sont intégrées dans des structures d'accueil ou quand elles ont un usage » (ibid.). De la même manière, l'élève s'habitue petit à petit à « greffer » les nouvelles connaissances sur les anciennes (ibid.).

Le savoir sur le savoir

Finalement, la métacognition est présente dans le modèle allostérique : « réfléchir sur les pratiques conceptuelles pour en percevoir la portée, ou encore prendre conscience des 'logiques' sous-jacentes à sa démarche [de l'élève] » (Zimmermann, 1996, p.40). Il s'agit de réfléchir sur les démarches utilisées en classe et sur la façon dont le savoir s'élabore. La métacognition, c'est prendre de la distance sur ses pratiques et dans le cas des sciences, sur la démarche scientifique utilisée. Quelque part, c'est aussi adopter une attitude d'humilité par rapport à cette démarche ; on ne peut pas tout savoir.

Dans ce modèle, l'enseignant prend une place centrale, car c'est à lui de mettre en place le « cocktail didactique » (Giordan, 2009, p.273) constitué des cinq domaines que nous avons mentionnés.

Nous voyons donc que si le modèle allostérique de l'apprendre présente une logique de pensée de l'apprenant, il propose également les paramètres que l'enseignant devra prendre en considération dans ses choix pédagogiques.

3. Questionnement et hypothèses

3.1. Questions de recherche

La question de recherche qui anime ce travail découle de notre question de départ. Celle-ci a évolué en plusieurs étapes pour aboutir à la question suivante :

Question centrale : *En apprentissage des sciences, dans quelles mesures une séquence d'enseignement-apprentissage basée sur le modèle allostérique influence-t-elle le changement des conceptions de l'apprenant en ce qui concerne la reproduction de la flore ?*

Par cette question, nous préconisons qu'un changement de conceptions a effectivement lieu, puisque la théorie nous a montré que le modèle allostérique agit et fonctionne pour mener à un changement conceptuel. Grâce à notre recherche, nous souhaitons observer comment cela se passe dans la réalité.

Afin d'affiner notre recherche et l'orientation de ce travail, nous avons formulé plusieurs sous-questions en lien avec le modèle allostérique :

Question 1 : *Nous avons essayé de mettre en œuvre le modèle allostérique de l'apprendre lors d'une intervention didactique concrète ; à quel point celle-ci était-elle 'allostérique' ? Quelles difficultés se sont posées ?*

Question 2 : *Dans le modèle allostérique, comment est-ce que la 'mobilisation du savoir' (et particulièrement l'indicateur 'confrontation élève-réalité') permet à l'élève d'abandonner ses conceptions initiales ?*

Question 3 : *Quel rôle et quelle importance prend la dimension du 'formalisme' dans une séquence d'enseignement-apprentissage basée sur le modèle allostérique ?*

Deux questions en lien avec l'évolution des conceptions ont également été formulées :

Question 4 : *Quels seront les changements conceptuels liés à la notion du 'fruit' ?*

Question 5 : *Quels seront les changements conceptuels liés à la graine ?*

3.2. Hypothèses

À présent, voici quelles hypothèses nous pouvons formuler à ce stade de la recherche :

Hypothèse de la question centrale : Le modèle allostérique permet de connecter les connaissances entre elles et de construire des conceptions proches du savoir scientifique.

Hypothèse de la question 2 : Dans la *mobilisation du savoir*, la *confrontation élève-réalité* (p.ex. la sortie sur le terrain) est un moyen efficace de montrer à l'élève que ses connaissances ne sont pas appropriées. Pour faire un lien avec une autre dimension du modèle allostérique, nous pouvons dire que les *confrontations élève-réalité* offrent des possibilités de déséquilibres conceptuels pertinents.

Hypothèse de la question 3 : Le formalisme et la création de modèles ou de schémas pour représenter le réel permettent de synthétiser visuellement les informations et en facilitent l'assimilation par les apprenants.

Hypothèse de la question 4 : Nous faisons la prédiction que les élèves relèveront principalement le caractère comestible des fruits et que cette conception persistera après l'apprentissage. Par contre, nous estimons que les élèves seront également en mesure de mentionner la stratégie de reproduction de la plante comme caractéristique du fruit.

Hypothèse de la question 5 : Ici également, nous pensons que les élèves seront capables de mettre en évidence la fonction reproductrice de la graine qui maintient l'espèce.

Ces hypothèses nous offrent quelques prédictions que nous vérifierons dans l'interprétation des données.

4. Le dispositif et les méthodes

Dans ce chapitre, nous allons présenter le dispositif construit pour la partie pratique de notre recherche. Dans un premier temps, nous allons décrire le processus des analyses préalables qui a abouti à la séquence d'enseignement-apprentissage. Le déroulement de cette dernière sera présenté globalement, puis nous indiquerons les méthodes utilisées pour recueillir et analyser les données.

4.1. Les analyses préalables

4.1.1. L'analyse conceptuelle

La première étape des analyses préalables a été l'analyse conceptuelle, qui a pris la forme d'une carte heuristique (Annexe I).

Cette première analyse doit être vue comme une étape importante de la planification d'une séquence d'enseignement-apprentissage ; elle nous a permis de clarifier notre savoir lié au thème, de donner une direction définie à la séquence et de mieux comprendre les conceptions des élèves.

4.1.2. L'analyse didactique

L'analyse didactique a été réalisée en partie dans les canevas d'analyses proposés dans le cadre du thème de la didactique de l'environnement à la HEP-VS. Cette première étape nous a principalement permis de définir les *outils utilisés ou construits par les élèves* ainsi que les *capacités transversales* développées durant la séquence.

Concernant les obstacles, erreurs et difficultés possibles des élèves, ils ont été estimés avant le début de la séquence, mais c'est véritablement durant le pré-test et la première séance que nous les avons repérés et listés. L'analyse didactique est disponible dans l'annexe (Annexe I)

Globalement, nous souhaitons souligner que le modèle allostérique de l'apprendre a été à la base de l'analyse didactique. En effet, comme nous souhaitons mettre en œuvre ce modèle, il a orienté bon nombre de nos choix didactiques. Pour cela, nous avons réalisé toute une série de préparations sous forme de schémas, mots-clés et textes visant à mettre en lien le modèle allostérique et les possibilités concrètes envisagées pour la séquence.

Avant de commencer à planifier la séquence, nous avons attendu les résultats du pré-test et de la première séance.

Nous attendions en fait de connaître réellement les conceptions initiales des élèves pour pouvoir nous adapter au mieux à leur niveau de connaissances. Cette démarche nous semblait logique par rapport à notre cadre conceptuel : 'faire avec pour aller contre' implique en premier lieu de connaître les conceptions du public que l'on a en face de soi.

4.2. Le dispositif et son déroulement

À présent, nous pouvons présenter le dispositif d'enseignement-apprentissage ainsi que son déroulement. Pour cela nous allons privilégier une description globale, afin de montrer les grandes lignes de notre projet. Les planifications détaillées sont naturellement disponibles dans l'annexe (Annexe II).

Le dispositif élaboré est une séquence d'enseignement-apprentissage comprenant sept séances et qui a eu lieu dans une classe valaisanne de cinquième primaire durant l'automne 2010. La classe était composée de 20 élèves, soit 11 filles et 9 garçons. Pour pouvoir nous rendre dans cette classe, nous avons d'abord obtenu l'accord de la Direction du Centre Scolaire et de l'enseignante responsable de la classe. Puis nous avons demandé l'accord signé de tous les parents d'élèves.

Les séances en classe ont duré entre 45 et 60 minutes et nous avons eu l'occasion de sortir en milieu naturel tout un après-midi (2h30).

L'enseignante nous a laissée seule durant les séances, sauf lors des première et dernière séances et lors de la sortie où elle nous a accompagnée afin de garantir un bon encadrement des élèves.

Les contenus traités durant cette séquence découlent directement des analyses conceptuelle et didactique décrites précédemment. Nous avons ainsi mis l'accent sur quatre sous-thèmes : la germination, la pollinisation et la fécondation, le fruit et les graines ainsi que la dissémination des graines.

Nous avons fait le choix de débiter la séquence par une discussion visant à affiner notre compréhension des conceptions des élèves. Pour ce faire, nous avons posé une question générale aux élèves ('Comment une plante fait-elle pour se reproduire ?') et nous les avons invités à s'exprimer librement sur ce sujet.

Cette première séance et le pré-test dont nous reparlerons nous ont permis de commencer à planifier la séquence.

Ainsi, nous avons décidé de commencer par la germination et de poursuivre 'chronologiquement' d'après le cycle de reproduction des plantes. En fin de séquence, une sortie sur le terrain a eu lieu. Cette organisation a permis d'assurer quelques concepts théoriques avant d'observer la réalité, ce qui est justifié d'après ce que dit Guichard (1998) : « l'observation se fait toujours en référence au connu » (p.86) et

L'observation est une collecte de faits bruts ; pour que l'on puisse l'interpréter, il est indispensable de pouvoir se référer à ce que l'on sait déjà par ailleurs, et en particulier à des modèles structurés, à des cadres conceptuels solides.

(p.98)

Durant les cinq séances qui ont précédé la sortie, nous avons traité la germination, la pollinisation et la fécondation ainsi que la formation du fruit. La sortie sur le terrain nous a permis d'aborder les graines et leur dissémination. La dernière et septième séance comportait une évaluation formative et constituait le bilan de la séquence.

Concernant les moyens d'intervention et d'enseignement utilisés, nous pouvons dire que nous avons essayé le plus possible d'impliquer les élèves en tant que chercheurs sur des

questions que nous leur avons posées ou qu'ils se sont posées eux-mêmes. Souvent nous avons fonctionné d'après les étapes suivantes : questionnement – hypothèse – recherche – formulation de réponses. Pour aboutir à cela, plusieurs moyens ont été préconisés : expérience, recherche dans des documents écrits, présentation de documents photographiques ou audiovisuels et confrontation avec la réalité lors de la sortie sur le terrain. Le matériel utilisé était donc varié : les élèves ont eu l'occasion de travailler sur des fiches, sur du matériel concret et de lire dans leur livre de sciences. De plus, nous avons projeté des images ou des photographies au rétroprojecteur ou à l'aide d'un beamer. Un film descriptif de quelques minutes a également été projeté lors d'une séance.

Pour terminer, nous souhaitons encore dire quelques mots sur la façon dont nous avons planifié les différentes séances. La séquence est basée sur le modèle allostérique ; pour chaque séance, nous avons fait correspondre les éléments de la planification aux cinq dimensions du modèle (et leurs indicateurs). Ceci nous a permis de vérifier constamment que nous ne nous égarions pas du modèle constituant la base de notre travail. Puis, dans les analyses a posteriori, le même travail a été réalisé, de sorte à évaluer les éventuels écarts entre la planification et la mise en œuvre de la séance sur le terrain.

4.3. Les méthodes

4.3.1. Échantillon

L'échantillon choisi pour réaliser la partie empirique du mémoire est une classe valaisanne de cinquième primaire. En effet, la reproduction de la flore est au programme de ce degré. Nous souhaitons nous restreindre à une seule classe, car l'utilisation d'une classe test dans laquelle le dispositif n'a pas lieu n'est pas exigée par la HEP-VS. De plus, le recueil et le travail d'analyse des données sont déjà conséquents pour une seule classe.

4.3.2. Recueil des données

Dans notre travail de recherche et particulièrement dans notre question de recherche, nous pouvons distinguer deux variables : la variable indépendante qui est la séquence d'enseignement-apprentissage basée sur le modèle allostérique et la variable dépendante qui représente les conceptions des apprenants. Par rapport à ces dernières, il s'agit de récolter les conceptions des apprenants au sujet de la reproduction de la flore. Ces conceptions ont été recueillies grâce à des productions d'élèves (questionnaires et dessins explicatifs) et complétées par des entretiens semi-directifs avec deux élèves. Les questions posées dans les questionnaires peuvent être de différents types, comme le montrent Giordan et de Vecchi (2002), mais nous en avons sélectionné deux pour construire le pré-test et le post-test :

- Poser des questions sur l'explication de faits ponctuels que l'on peut rencontrer quotidiennement ;
 - Demander la définition de certains mots.
- (p.68-69)

Pour cela, nous avons formulé les questions ouvertes suivantes : 'Qu'est-ce qu'un fruit ?', 'À quoi sert un fruit ?', 'Qu'est-ce qu'une graine ?' et 'À quoi sert une graine ?'. De plus, nous avons demandé aux élèves de dessiner un fruit et une graine. Utiliser des dessins pour faire émerger les conceptions des élèves semble être tout à fait pertinent, d'après Giordan et de Vecchi (1990) : en effet, les enfants « sont intéressés par ce type de production, et c'est un langage bien adapté à leurs moyens d'expression » (p.102).

Pré-test

Pour des questions d'organisation, les questionnaires du pré-test ont été distribués par l'enseignante de la classe concernée. C'est elle qui a également donné les consignes, sur la base de nos recommandations : il était important qu'elle précise aux élèves que leur production ne fera pas l'objet d'une évaluation notée, mais qu'elle servira comme outil de travail pour la suite.

Une fois les pré-tests récoltés, nous les avons lus et en avons sélectionné un petit échantillon (deux élèves ; une fille et un garçon), dont les conceptions semblaient particulièrement intéressantes et que nous souhaitions connaître davantage. Nous avons donc mené des entretiens semi-directifs avec eux.

D'un point de vue technique, nous précisons que ces entretiens ont été enregistrés par vidéo, afin d'être analysés plus tard.

Post-test

Concernant le post-test, il a eu lieu deux mois après la fin de notre intervention dans la classe et a pris la même forme que le pré-test. Afin de ne pas biaiser les résultats, l'enseignante qui a fait passer le questionnaire n'a pas mentionné qu'ils nous étaient destinés. De cette manière, nous souhaitons éviter que les élèves ne fassent un lien avec notre intervention, ce qui aurait pu fausser les données. Par contre, les post-tests ont été remplis durant l'heure de sciences et présentés en tant qu'évaluation formative.

La séquence

Les données recueillies pour analyser l'intervention sur le terrain ont pris la forme d'enregistrement vidéo des séances et d'analyses a posteriori rédigées par nos soins.

5. Analyse de l'intervention et interprétation

Ce chapitre se décline en deux parties ; dans un premier temps, nous allons analyser l'intervention sur le terrain, avant de l'interpréter à la lumière du concept du modèle allostérique de l'apprendre.

5.1. Analyse de l'intervention sur le terrain

En vue d'analyser ce qui s'est réellement passé lors de notre intervention sur le terrain, nous avons choisi dans un premier temps de catégoriser nos actions ou celles des élèves par rapport aux dimensions et indicateurs du modèle allostérique, puis de commenter le déroulement de la séance.

5.1.1. Première séance

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Déséquilibres conceptuels	Questionnement	Questionnement initial « Comment une plante fait-elle pour se reproduire ? »
	Expression	Les élèves expriment leurs conceptions et les confrontent
Formalisme	Modélisation	Modélisation des idées des élèves sur la reproduction de la flore. Création du modèle initial.
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-élève	Les élèves confrontent leurs idées.
Savoir sur le savoir	Humilité	Il a été mis en évidence que nous ne formulons que des hypothèses et que nous ne sommes pas sûrs que notre modèle soit réellement correct.

Tableau 3: Aperçu des indicateurs de la séance 1

Avant de débiter la séquence, nous avons déjà pu obtenir un aperçu des conceptions initiales des élèves sur la reproduction de la flore grâce au pré-test. Pour la première séance, nous souhaitons approfondir cet aspect en permettant aux élèves de s'exprimer sur le sujet. Nous avons ainsi proposé un premier **déséquilibre conceptuel** en leur posant la question 'Comment une plante fait-elle pour se reproduire ?'.

Les élèves ont donné leurs suggestions, ce qui a notamment mené à des **confrontations élève-élève**, car certains élèves n'étaient pas d'accord avec leurs camarades et nous leur avons donné la possibilité de s'exprimer sur ces désaccords.

Dans un deuxième temps, nous avons demandé aux élèves de ressortir quelques mots-clés concernant la reproduction de la flore et par rapport à ce qui avait été dit durant la séance. Nous avons listé les mots ou expressions au tableau, puis les élèves ont pu les organiser en étapes – ceci a été réalisé en plénière. Cette activité représente en fait l'élaboration d'un premier modèle visant à expliquer la reproduction des plantes à fleurs. Nous retrouvons là la dimension du **formalisme** du modèle allostérique et plus particulièrement **la modélisation**. Durant les séances suivantes, nous sommes revenus sur ce modèle et l'avons modifié au fur et à mesure.

Finalement, nous avons permis aux élèves de comprendre que le modèle élaboré ne correspondait pas à la réalité, mais qu'il représentait nos hypothèses, ce qui s'insère dans la dimension du **savoir sur le savoir**.

Durant cette leçon, les élèves se sont exprimés à plusieurs reprises pour transmettre leurs idées sur les questions posées. Grâce à cela, nous avons pu mettre en évidence leurs conceptions et éventuellement des obstacles liés à la thématique de la reproduction de la flore.

5.1.2. Deuxième séance

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Déséquilibres conceptuels	Questionnement	Questionnement initial « De quoi une plante a-t-elle besoin pour germer ? »
		Photographie pour anticiper sur le thème de la pollinisation.
	Investigation	La question ci-dessus est un point de départ pour une investigation sous forme d'expérience (à la maison).
	Motivation	L'expérience motive.
Formalisme	Modélisation	Pas de modification du modèle, nous avons simplement montré à quelle étape nous étions.
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-élève	Les élèves confrontent leurs idées
	Confrontation élève-réalité	Lors de l'expérience.

Tableau 4: Aperçu des indicateurs de la séance 2

La deuxième séance était consacrée à la germination, pour faciliter le travail de **modélisation** et pour découper la matière à traiter en étapes. Pour traiter ce thème, nous avons choisi de faire réaliser une expérience aux élèves, afin qu'ils mettent en évidence les besoins d'une graine pour germer. Par là nous avons favorisé **une confrontation élève-réalité**. En premier lieu, nous avons demandé aux élèves de formuler leurs hypothèses sur le sujet, de façon individuelle. Puis nous les avons récoltées et notées au tableau. Elles représentaient ainsi les hypothèses de la classe.

Dans un deuxième temps, nous avons présenté l'expérience que les élèves devaient réaliser à la maison. Pour cela, les élèves ont reçu un texte explicatif qu'ils ont lu, puis nous avons discuté de la manière dont il fallait réaliser l'expérience. Nous leur avons également montré comment installer l'expérience avec du matériel concret (gobelet, serviettes, graines). Finalement, nous leur avons présenté les fiches qu'ils devaient remplir par rapport à l'expérience (dessiner et décrire l'état des graines chaque jour). L'expérimentation concrète, en plus de **motiver** les élèves, devait également fournir un **déséquilibre conceptuel** à travers une phase **d'investigation** sur le thème de la germination.

Avant de terminer cette leçon, nous avons amorcé le cours suivant en projetant une photographie au rétroprojecteur ; elle représentait une flaque d'eau sur laquelle s'était déposé du pollen jaune. Nous avons demandé aux élèves d'observer l'image et de réfléchir à ce qu'elle pouvait bien représenter, mais nous n'avons interrogé personne. Il s'agissait juste d'anticiper légèrement sur le cours prochain et de titiller la curiosité des élèves. En faisant cela, c'est naturellement la dimension des **déséquilibres conceptuels** que nous avons cherché à représenter.

5.1.3. Troisième séance

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Déséquilibres conceptuels	Questionnement	La photographie du pollen sur l'eau sert de déséquilibre et de questionnement (« Comment est-il arrivé là ? »)
		Les élèves formulent leurs questions sur le pollen.
	Motivation	La photographie est source de motivation (extrinsèque).
Formalisme	Modélisation	Pas de modification du modèle, mais les élèves ont constaté qu'il allait falloir le modifier.
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-information	Les élèves lisent dans leur livre de sciences, mais cette confrontation fonctionne mal.

Tableau 5: Aperçu des indicateurs de la séance 3

Au début de la troisième séance, nous avons rappelé comment devait se dérouler l'expérience sur la germination et répondu à d'éventuelles questions, étant donné que cette leçon intervenait le lendemain de celle où nous avons présenté l'expérience.

Puis, pour commencer le travail sur la pollinisation, nous avons à nouveau projeté la photographie de la flaque d'eau et du pollen (**déséquilibre conceptuel**). Cette fois-ci, les élèves ont exprimé leurs hypothèses sur ce qu'ils voyaient. Après un certain temps et quelques indices de notre part, un élève a finalement dit qu'il s'agissait peut-être de pollen. Nous avons demandé aux élèves pourquoi le pollen était arrivé sur cette flaque et les élèves ont à nouveau émis leurs hypothèses. Pour finir, nous avons annoncé qu'avec le travail que nous allions mener sur le pollen, nous finirions par trouver pourquoi le pollen s'était déposé sur cette flaque. Nous avons ainsi utilisé cette photographie comme amorce d'un travail de recherche et comme source de **motivation**.

Pour poursuivre, les élèves ont dû noter leurs questions à propos du pollen sur une fiche. Après cela, nous avons effectué une mise en commun et noté leurs questions au tableau noir.

Pour rechercher des réponses à ces questions, nous avons prévu une **confrontation élève-information** en leur faisant lire quelques pages consacrées au pollen dans leur livre de sciences. Toutefois, cette organisation manquait de structure et n'a pas permis de formuler des réponses adéquates. Suite à l'analyse a posteriori de cette séance, nous avons pensé que cela provenait de la difficulté inhérente à la thématique de la pollinisation, d'où notre choix de consacrer la séance suivante à la pollinisation également.

5.1.4. Quatrième séance

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Déséquilibres conceptuels	Questionnement	Nous poursuivons ici le questionnement global amorcé précédemment ('Qu'est-ce que le pollen ?').
		Diverses questions interviennent durant la séance.
Formalisme	Modélisation	Le modèle initial est modifié par les élèves. Recherche de noms pour représenter les différentes étapes du cycle de reproduction des plantes à fleurs.
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-élève	Les élèves donnent leur avis et s'opposent dans la mise en commun sur les besoins de la graine.
	Confrontation élève-réalité	L'expérience sur la germination. La confrontation avec notre expérience (plante de haricot de trois semaines).
	Confrontation élève-information	Photographies de la germination. Document sur transparent (images et texte) sur la pollinisation/fécondation. Film vidéo sur la pollinisation. Nos commentaires ou informations donnés par rapport à ces documents.

Tableau 6: Aperçu des indicateurs de la séance 4

La quatrième séance comportait deux moments ; dans un premier temps, nous avons effectué un retour sur l'expérience de la germination, puis nous avons retravaillé la thématique de la pollinisation.

Concernant la germination, quelques élèves ont expliqué comment l'expérience s'était déroulée chez eux et nous avons notamment eu l'occasion de réfléchir ensemble aux raisons qui ont fait que certaines graines n'ont pas germé. Puis, nous sommes revenus sur les hypothèses de départ concernant les besoins de la graine et les élèves les ont rectifiées, avant de formuler une conclusion (« la graine contient toutes les réserves nécessaires pour germer »). Durant cette mise en commun, quelques **confrontations entre élèves** ont eu lieu.

Nous avons réussi à surprendre les élèves en leur montrant une plante de haricot après trois semaines de croissance, ce qui représentait une façon supplémentaire de les **confronter à la réalité**. Suite à cela, une élève a proposé d'amener de grands bacs à fleurs pour que nous puissions poursuivre l'expérience ; malheureusement, par manque de temps cela n'a pas été possible, mais nous pensons que si nous avions été titulaire de cette classe, nous aurions prolongé l'expérience et observé la plantation durant plusieurs semaines.

Concernant la germination toujours, en plus des **confrontations à la réalité**, nous avons **confronté** les élèves à des **informations**, par le biais de photographies montrant différents moments de la germination. Les élèves ont montré de l'intérêt pour ces photographies et nos explications et semblaient surpris.

La deuxième partie de la séance concernait la pollinisation. Pour traiter cette partie et en raison des difficultés rencontrées lors de la séance précédente, nous avons choisi de leur présenter les étapes de la pollinisation et de la fécondation à l'aide d'un transparent, au rétroprojecteur (**confrontation élève-information**). Nous avons expliqué ces deux phénomènes en faisant participer les élèves lorsque c'était possible, principalement en

leur posant des questions. Par là, nous souhaitons diminuer notre intervention et permettre aux élèves de participer activement.

A posteriori, nous nous apercevons que les informations projetées au rétroprojecteur représentent également une forme de modélisation (**formalisme**) et que cela aurait pu être communiqué aux élèves.

Pour poursuivre, nous avons projeté un extrait vidéo sur le pollen et la pollinisation (**confrontation élève-information**). Durant ce moment, nous sommes intervenue plusieurs fois pour ajouter quelques commentaires.

En fin de séance, nous sommes revenue sur notre modèle initial servant à représenter la reproduction des plantes à fleurs (**formalisme – modélisation**). Dans un premier temps, les élèves nous ont communiqué les éléments à supprimer du modèle, puis nous leur avons demandé quels noms ('titres') nous pouvions donner aux différentes étapes. Les élèves ont ainsi mis en évidence 'La germination', 'La pollinisation' et 'La fécondation'.

Finalement, nous leur avons communiqué la consigne pour le travail à domicile. Il s'agissait de répondre aux questions que nous avons relevées sur le pollen, en s'aidant d'un ouvrage de référence (livre de sciences de 5P) et de ce que nous avons abordé en classe.

5.1.5. Cinquième séance

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Déséquilibres conceptuels	Expression	Nous disons aux élèves qu'un fruit est une fleur fécondée. Présentation de la capsule du pavot. « La tomate est un fruit ».
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-réalité	Capsule du pavot et graines.
	Confrontation élève-information	Diapositives + explications sur la formation de fruits. Fiche de travail sur la formation du fruit.
Savoir sur le savoir	Humilité	Pour savoir comment faire pousser des tomates, il faudrait s'adresser à un jardinier.

Tableau 7: Aperçu des indicateurs de la séance 5

La cinquième séance était la dernière avant la sortie et a été consacrée à la thématique du fruit, puisque c'est ce que nous étions susceptibles de trouver sur le terrain (nous étions en automne).

Pour commencer cette leçon, nous avons effectué un retour sur le pollen, ce qui a permis d'institutionnaliser les éléments suivants : qu'est-ce que le pollen ? Quelle est sa fonction ? Comment voyage-t-il ? Grâce à cela, une transition directe avec le fruit a pu avoir lieu.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous avons mentionné ce que les élèves avaient écrit dans le pré-test au sujet du fruit ; un fruit est sucré, il se mange, etc. Puis, nous avons proposé un **déséquilibre conceptuel** en montrant aux élèves un fruit original : la capsule du pavot (**confrontation élève-réalité**). Les élèves ont semblé surpris et nous leur avons donné la possibilité de manipuler ce fruit et d'en découvrir les graines. Par contre, nous pensons qu'il aurait été bienvenu de projeter une image de coquelicot, afin de faire le lien entre la fleur et le fruit.

Après cette petite introduction, nous avons poursuivi en présentant aux élèves des diapositives sur la formation du fruit et plus particulièrement la tomate (**confrontation élève-information**). Ici à nouveau, nous avons amené un **déséquilibre conceptuel** en prétendant que la tomate était un fruit. Durant les explications, nous avons permis aux élèves de faire des liens entre ce que nous avons déjà travaillé (pollinisation, fécondation) et le fruit.

La dimension du **savoir sur le savoir** a pu être observée brièvement, alors qu'une élève nous a demandé comment il fallait s'y prendre pour faire pousser des tomates. Nous lui avons répondu que nous ne savions pas et qu'il valait mieux s'adresser à un jardinier (**humilité**).

Pour terminer, les élèves ont dû réaliser un travail écrit individuel sur la formation du fruit ; il était attendu d'eux qu'ils expliquent avec leurs mots la formation du fruit pour une plante particulière (l'ellébore) représentée par des photographies (**confrontation élève-information**). Ce travail a été poursuivi à domicile, car la séance touchait déjà à sa fin.

5.1.6. Sixième séance : la sortie

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Déséquilibres conceptuels	Questionnement	Questionnements divers durant toute la séance (notamment sur la dissémination des graines).
Formalisme	Modélisation	Modification du modèle. Constatation que le modèle est cyclique.
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-réalité	Confrontation avec le milieu naturel.
Intégration verticale	Concepts structurants	Grâce à la graine, la plante se reproduit. Toutes les stratégies de dissémination des graines permettent à la plante de se reproduire.

Tableau 8: Aperçu des indicateurs de la séance 6

La sixième séance est celle de la sortie sur le terrain. Avant de nous y rendre, nous avons souhaité revenir sur le modèle de reproduction de la flore que nous avons commencé à élaborer avec les élèves. Ainsi, les élèves ont complété ou rajouté certaines étapes. Pour anticiper sur la sortie, nous avons fait attribuer aux élèves des saisons aux différentes étapes du modèle. Ceci leur a montré que nous allions trouver principalement des fruits et des graines sur le terrain.

A un moment donné, la réflexion d'un élève et la discussion qui a suivi nous ont permis de mettre en évidence que le modèle est cyclique, ce qui représentait une avancée considérable dans la construction du modèle.

De plus, nous avons enfin pu montrer l'**intégration verticale** qui sous-tend la thématique travaillée ; il s'agit du fait que la graine permette à la plante de se reproduire et de former d'autres plantes de la même espèce.

Pour des raisons techniques, la sortie n'a pas pu être filmée ; nous nous baserons ici sur notre analyse a posteriori rédigée juste après la séance.

La dimension principale que nous pouvons relever pour la sortie est bien évidemment celle de la **mobilisation du savoir** à travers des **confrontations élève-réalité**. La sortie comprenait plusieurs étapes ; dans un premier temps, nous avons pu observer des baies et constater la présence de restes de la fleur. Plus tard, nous avons invité les élèves à

investiguer (observer) librement le milieu pour ressortir des éléments intéressants et les présenter au reste de la classe. Pour ce faire, nous avons confectionné des cadres en papier que nous posons sur les plantes en question. Cela a facilité l'observation des élèves, car leur regard était canalisé en un endroit précis. Durant cet exercice, de nombreuses **questions** de notre part ont permis aux élèves de s'exprimer sur leurs découvertes et de comprendre des éléments significatifs liés au cycle de reproduction.

Dans un deuxième temps, nous avons pu aborder les différents modes de transport des graines (en observant des aigrettes ou des graines crochues, ainsi que des endroits surprenants où avaient poussé des graines déposées par le vent). Avant de terminer, nous avons encore pu observer des fruits en maturation ainsi que leurs graines.

Durant cette deuxième partie, ce sont principalement nos interventions qui ont guidé les élèves ; ils étaient moins libres dans la découverte et l'observation du milieu, car celui-ci était moins riche que le premier endroit où nous nous étions arrêtés. Nos explications ont permis aux élèves, en plus de se **confronter à la réalité**, de se **confronter aux informations** y relatives.

Au retour en classe, nous avons pu ajouter une étape supplémentaire au modèle de reproduction ; il s'agissait de la dissémination des graines que nous avons pu observer sur le terrain.

5.1.7. Septième séance

Dimensions	Indicateurs	Dans l'enseignement
Mobilisation du savoir	Confrontation élève-élève	Deux élèves s'opposent lors de la discussion.
Savoir sur le savoir	Distanciation	Toutes les graines ne suivent pas le chemin de notre modèle. Le modèle est cyclique ; on ne sait pas où est le point de départ.

Tableau 9: Aperçu des indicateurs de la séance 7

La septième et dernière séance est particulière : elle constitue un bilan sur le travail réalisé autour de la reproduction des plantes à fleurs. Etant donné que notre intervention n'a pas permis d'approfondir suffisamment certaines thématiques de ce chapitre, nous avons décidé d'effectuer une évaluation formative sous forme de questionnaire. Ceci devait nous permettre d'évaluer les connaissances des élèves immédiatement après la séquence, mais surtout à la titulaire de situer le niveau de la classe afin de pouvoir poursuivre l'enseignement.

Après cette évaluation formative, nous avons offert aux élèves la possibilité de s'exprimer sur la sortie vécue et sur les modifications du modèle, car plusieurs élèves avaient été absents lors de la sortie. Durant ce moment, deux élèves ont opposé leur point de vue (**confrontation élève-élève**). Nous avons pu également insister sur le fait que le modèle soit cyclique et posé la question suivante aux élèves : « Est-ce que toutes les graines vont suivre ce chemin ? », ce à quoi les élèves ont répondu « non » et nous avons pu expliquer que ce modèle n'expliquait pas tout. De plus, nous avons rappelé que le modèle construit ne nous permettait pas de trouver le point de départ de la reproduction des plantes à fleurs (ces deux aspects représentent la **distanciation** de la dimension du **savoir sur le savoir**).

Avant de faire recopier le modèle final aux élèves, nous leur avons demandé de le comparer avec le modèle initial élaboré lors de la première séance. Ceci a permis de mettre en évidence l'évolution de leurs connaissances.

5.2. *Interprétation : mise en lien avec le modèle allostérique*

Ici, nous allons interpréter plus finement les données liées à notre intervention didactique. Pour cela, nous allons nous baser sur l'analyse de l'intervention qui vient d'être faite ; nous allons observer à quelle fréquence les dimensions du modèle ont été représentées dans notre enseignement. Puis, pour certaines, nous essayerons de les illustrer par des exemples tirés de la pratique.

L'importance de déséquilibres conceptuels pertinents

Cette dimension se retrouve dans pratiquement toutes les séances analysées. Elle a souvent pris la forme de questionnements ou d'objets (photographies, fruits) servant à stimuler la motivation des élèves. Toutefois, nous pouvons relever que certains déséquilibres ont mieux rempli leur fonction que d'autres ; ainsi, nous avons su surprendre les élèves à plusieurs reprises, notamment lorsque nous avons présenté notre plante de haricot après trois semaines de croissance ou lorsque nous leur avons dit qu'une tomate était un fruit.

Par contre, la photographie du pollen déposé sur la flaque d'eau n'a que peu provoqué d'étonnement et les élèves ont mis du temps à comprendre qu'il s'agissait de pollen. Nous faisons l'hypothèse que cette photographie était peut-être trop 'hermétique' par rapport au niveau de connaissance des élèves.



Photo 1: Photographie de pollen déposé sur une flaque d'eau

La mobilisation du savoir

La dimension de la mobilisation du savoir a été mise en œuvre à travers presque tous les indicateurs proposés par Giordan. Les confrontations élève-élève ont eu lieu notamment lors de la première séance, durant laquelle les élèves devaient exprimer leurs conceptions. Lorsque nous avons demandé si quelqu'un n'était pas d'accord avec ce qui avait été dit, plusieurs élèves se sont exprimés. En voici un extrait particulièrement intéressant :

- Ens. Jacques ?
J Moi je veux juste dire quelque chose sur ce que David a dit
Moi je trouve que c'est faux parce que euh... d'abord avant qu'il y ait les racines il doit d'abord y avoir la graine, parce que c'est elle qui a tout dedans, c'est elle qui va faire pousser les racines et ensuite la fleur, tout ça
C'est pas les racines qui vont commencer
Ens. D'accord, toi tu as une autre idée
David, qu'est-ce que tu penses de ce que te dis Jacques ?
D J'avais pas pensé tout de suite, mais c'est... il a raison
Mais moi je trouve aussi que ça commence pas par la graine, comme si ça tombe sur la terre, ça commence par la terre

Dans ce passage, un élève critique ce qu'a dit son camarade et justifie son avis. Ensuite, nous trouvons intéressant et important de demander au camarade concerné ce qu'il en pense. Ici, nous voyons que cela l'a fait changer d'avis et lui permet même de pousser la réflexion un peu plus loin, ce qui peut être considéré comme bénéfique pour faire avancer la discussion. Nous pensons également qu'à ce moment-là, l'élève est déjà en train de modifier ses conceptions.

Globalement, nous avons constaté que les élèves s'exprimaient toujours avec politesse et respect pour remettre en cause les avis de leurs camarades, ce qui, d'après nous, favorise un bon climat de travail et la confiance entre les élèves.

La confrontation élève-réalité a pu avoir lieu à de nombreuses reprises ; les élèves ont réalisé une expérience sur la germination, ils ont pu manipuler un fruit particulier qui est la capsule du pavot, mais surtout, ils se sont rendus sur le terrain pour l'observer.

Cette confrontation directe avec le milieu naturel nous apparaissait comme capitale dans la séquence, c'est d'ailleurs elle qui a guidé la partie exploratoire de notre recherche. Nous avons pu constater que la sortie, en plus de motiver les élèves, a pu illustrer ce que nous avons travaillé au préalable en classe. Grâce à cela, de nombreux élèves ont mieux compris certains concepts ; la sortie a donné du sens aux savoirs théoriques que nous avons traités.

De plus, nous avons respecté la nécessité de disposer d'un modèle pour pouvoir bien observer la réalité (Guichard, 1998).

Les confrontations élève-information, quant à elles, ont eu lieu grâce aux nombreux documents proposés aux élèves (fiches, textes, images, photographies, vidéo, explications, etc.). Toutefois, certaines de ces confrontations ont mal fonctionné (par exemple lorsque les élèves ont dû lire des informations au sujet du pollen dans leur livre de sciences). Pour optimiser ces confrontations, nous aurions dû répéter les conceptions initiales des élèves avant de les placer face aux informations validées scientifiquement, afin qu'ils prennent véritablement conscience du décalage présent entre leurs idées et la réalité.

En conclusion, nous pouvons dire que la mobilisation du savoir est une dimension bien présente dans notre intervention, mais qu'elle aurait pu être mieux exploitée par moments.

La nécessité d'un formalisme

Cette dimension du modèle a été pensée et planifiée avant même de commencer la séquence. Nous souhaitions faire construire aux élèves un modèle susceptible d'expliquer la reproduction des plantes à fleurs et le modifier au fil des séances, notamment pour conclure qu'il s'agit d'un modèle cyclique. Et ceci a effectivement eu lieu : dès la première séance, nous avons demandé aux élèves d'organiser les mots-clés en étapes, ce qui a abouti à la réalisation d'un modèle en six phases. Durant cet exercice, ce sont réellement les élèves qui ont choisi l'organisation de leur modèle.

Par la suite, nous sommes revenus plusieurs fois sur notre modèle pour le modifier et notamment rechercher des titres aux différentes étapes. Dans l'idéal, nous avons prévu de faire un retour sur le modèle à la fin de chaque séance, or, par manque de temps, cela n'a pas souvent eu lieu.

Finalement, durant les deux dernières séances, nous avons permis aux élèves de constater que le modèle est cyclique et que sa forme doit donc être celle du cercle.

La construction de ce modèle a été un travail intéressant, car il a véritablement impliqué les élèves et leurs connaissances. Nous pensons que c'est à travers cette dimension que nous avons le plus pu 'faire avec pour aller contre' les conceptions ; en effet, le modèle

initial concernait les conceptions initiales des élèves et le modèle final représente le savoir scientifique visé. Nous verrons dans l'analyse des conceptions comment celles-ci ont véritablement évolué.

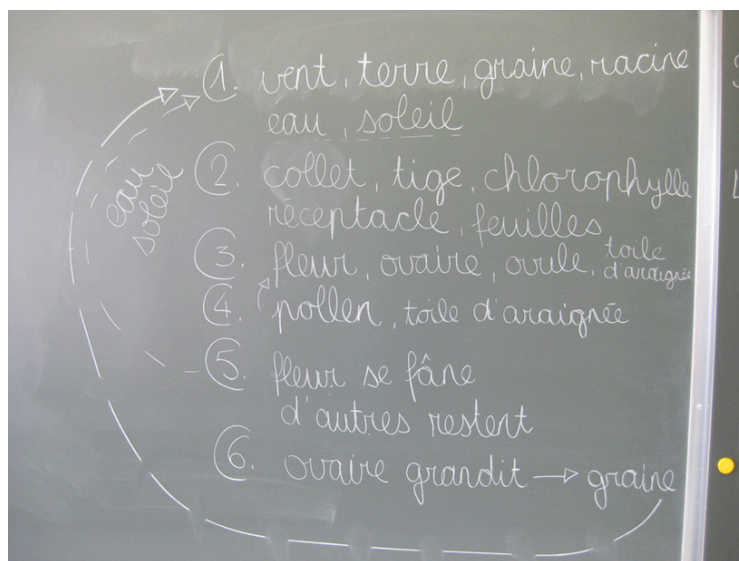


Photo 2: Photographie du modèle initial

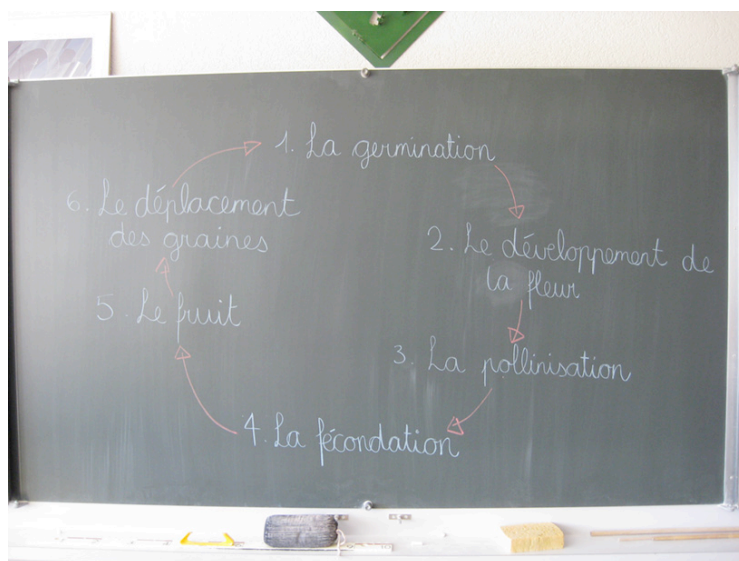


Photo 3: Photographie du modèle final

L'intégration verticale

L'analyse nous a montré que cette dimension était peu présente dans notre intervention. En effet, nous ne la retrouvons que lors de la sortie, au moment où nous disons aux élèves que la graine permet à la plante de se reproduire, puis plus précisément que ce sont les stratégies de dissémination des graines qui permettent la pérennité de l'espèce.

Dans notre analyse didactique, nous avons attribué à cette dimension le concept structurant suivant : « Maintien de l'espèce ». Toutefois, nous n'avons pas prévu d'activités spécifiques dans lesquelles cette dimension serait représentée. Nous l'avons donc laissée arriver naturellement dans la séquence à un moment opportun ; celui où nous 'bouclons' le modèle en arrivant aux dernières étapes ('fruit' et 'dissémination des graines').

Avec du recul, nous estimons ne pas avoir suffisamment insisté sur ce concept structurant qui traverse finalement le monde entier du vivant et qui aurait donné une cohérence à la séquence. Nous aurions certainement pu l'aborder ou le mettre en évidence plus souvent lors de nos interventions.

Le savoir sur le savoir

Cette dimension a été difficile à mettre en œuvre, car dans la théorie, Giordan ne précise aucun indicateur concret. Nous avons d'ailleurs dû les ajouter nous-mêmes. Dans la pratique, nous pensons que quelques moments de discussions peuvent s'insérer dans cette dimension, notamment lorsque nous interrogeons les élèves sur ce que nous sommes en train de faire. Voici un exemple retranscrit de la fin de la première séance, où nous concluons, à la suite de l'élaboration du modèle :

- Ens. Est-ce que... on est sûr que c'est comme ça dans la réalité ?
...
Est-ce que c'est vrai, et c'est juste ce qu'on a fait là ?
...
Paul ?
- P Euh... on peut pas savoir exactement.
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Donc, qu'est-ce qu'on vient de faire là, aujourd'hui ? Comment ça s'appelle ce qu'on a fait ?
...
David ?
- D On a essayé, de trouver ce qui était juste, mais on n'a pas... on sait pas si c'est tout juste... comme c'est la première fois... (*incompréhensible*)
- Ens. Mmmh (*acquiesce*), ben ouais.
Donc on a donné nos idées, est-ce que quelqu'un sait comment ça s'appelle ces idées, quand on n'est pas sûr ?
Anna ?
- A Un exemple.
- Ens. Non...
Louis ?
- L Une hypothèse.
- Ens. Exactement. On a donné des hypothèses aujourd'hui.
Et on n'est pas sûr. On pense que ça se passe comme ça et, pendant toutes les leçons où je serais là, on va voir si on avait raison et on va modifier ce modèle, ça s'appelle un modèle. On va le modifier tout au long des cours quand je viendrai.
Ça va nous aider à travailler.

Dans cet exemple, nous permettons aux élèves de comprendre le sens de l'activité qui a été réalisée et de relativiser ce que nous avons construit ensemble.

Plus tard (toujours durant la première séance), nous avons encore souhaité aborder le fait que tout le monde a des idées différentes :

- Ens. Alors pendant que Jeanne termine, j'aimerais juste encore vous parler d'une chose, on a aujourd'hui dit qu'on avait sorti toutes nos idées, toutes nos hypothèses, puisqu'on sait pas si c'est vrai ou pas et qu'est-ce qu'on a pu remarquer ?
Tout le monde a donné ses idées...
Qu'est-ce qu'on peut remarquer sur ces idées ?
David ?
- D Que y a des uns qui sont pas d'accord avec les autres.
Que y en a qui vont dire quelque chose, mais par rapport aux autres, c'est pas du tout juste.
- Ens. Donc ça veut dire...
Simone ?

- S Que y en a qui sont différents, qui ont différentes idées.
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
On a tous des idées différentes, et on sait tous des choses différentes sur les fleurs, sur les plantes, et chacun a une façon personnelle d'expliquer ces choses et c'est ce qu'on a vu aujourd'hui.
Parce que plusieurs fois, vous avez dit « je suis pas d'accord avec lui, avec elle »... c'est ça qui est intéressant, et grâce à ce cours, on va essayer d'avoir tous la même idée sur la reproduction des plantes, on va tous apprendre la même chose.

En analysant ce passage, nous nous sommes rendu compte que nous avons mal communiqué le message que nous souhaitions transmettre ; nous ne voulions pas « tous apprendre la même chose », mais plutôt arriver à nous mettre d'accord sur des observations, des phénomènes naturels, des connaissances, etc.

Finalement, durant la dernière séance qui constitue le bilan, nous avons eu l'occasion de prendre de la distance par rapport au modèle élaboré pour rendre compte des étapes de la reproduction de la flore ; nous souhaitions montrer aux élèves que ce modèle n'était valable que dans certaines situations. Voici un passage illustrant cela :

- Ens. Mais est-ce que... les graines qui vont s'envoler par exemple...
Est-ce qu'elles vont toutes suivre ce chemin ?
Est-ce que toutes les graines qu'on peut trouver, qui s'envolent, qui se font déplacer, est-ce qu'elles suivent ce chemin ?
Et donc tout ce chemin-là ?
...
Levez la main.
Jeanne ?
- J Non parce que y a de ceux, elles s'accrochent aux habits et pis... après, elles s'enlèvent pas et pis elles vont dans la machine à laver.
- Ens. Ouais, par exemple.
Puisqu'on avait vu les graines avec les petits crochets qui s'étaient accrochées à mon pull... et ces graines elles ne vont jamais tomber dans la terre... peut-être, si elles s'envolent quand je marche, mais comme tu dis elles vont peut-être se retrouver dans la machine à laver.
Donc y a toute une série de graines qui ne vont pas arriver à l'étape suivante.
Donc ce modèle, il n'explique pas tout, il n'explique pas le chemin des graines qui ne vont pas arriver dans la terre par exemple.

Nous pensons que la distanciation percevable ici est importante et doit être bien comprise par les élèves ; Giordan (2009) nous dit d'ailleurs que « tout modèle n'est qu'une approximation temporaire » (p.272). Dans notre situation, nous estimons que nous aurions pu insister davantage sur ce paramètre.

Nous voyons par là que la dimension du savoir sur le savoir est une dimension complexe à mettre en œuvre et qui mériterait d'être approfondie.

5.2.1. Bilan et réponse à la question 1

À présent, nous pouvons répondre à notre sous-question de recherche suivante :

Nous avons essayé de mettre en œuvre le modèle allostérique de l'apprendre lors d'une intervention didactique concrète ; à quel point celle-ci était-elle 'allostérique' ? Quelles difficultés se sont posées ?

L'analyse et l'interprétation des données nous ont montré que toutes les dimensions du modèle allostérique de l'apprendre étaient représentées dans notre intervention. Par là, nous pourrions dire que notre séquence est effectivement *allostérique*. Toutefois, nous avons observé que certaines dimensions avaient été moins mises en œuvre que d'autres ; c'est le cas de 'l'intégration verticale' ou du 'savoir sur le savoir'. Nous avons d'ailleurs dit que ces deux dimensions auraient pu être davantage travaillées ou approfondies. Nous pensons que pour qu'une séquence soit véritablement allostérique, toutes les dimensions doivent être mises en place de manière conséquente et correctement exploitées, ce qui n'était pas notre cas.

C'est pour cela que nous estimons que notre séquence d'enseignement-apprentissage était *partiellement allostérique*.

De plus, nous nous sommes aperçue qu'à certains moments, nous étions davantage dans la théorie 'connaître les conceptions pour faire contre' ; par exemple lorsque nous avons expliqué comment se formait le fruit ou quel était le rôle du pollen. Durant ces séances, nous avons dû expliquer nous-mêmes certains phénomènes au lieu de les faire découvrir par les élèves. Nous pensons pouvoir expliquer cela par le fait que nous avions un temps limité à disposition pour réaliser notre séquence et que nous devions impérativement faire le tour des étapes de reproduction des plantes à fleurs, afin de pouvoir 'boucler' le modèle (dimension du formalisme).

Notre expérience nous a montré que certaines dimensions étaient plus faciles à mettre en œuvre que d'autres ; il s'agit des 'déséquilibres conceptuels', de la 'mobilisation du savoir' et du 'formalisme'. Nous estimons que ces dimensions et les indicateurs liés peuvent trouver une répercussion très concrète dans la pratique, sous forme d'activités ou de questionnements. Par contre, les dimensions de 'l'intégration verticale' et du 'savoir sur le savoir' nous semblent plus complexes à mettre en place. Cela vient certainement du fait qu'avec elles, nous nous situons à un niveau *méta* : l'intégration verticale fait appel à des concepts structurants et fondamentaux qui englobent des domaines plus ou moins vastes, alors que le savoir sur le savoir se réfère directement à la *métacognition*. De plus, pour cette dernière dimension, Giordan ne précise aucun indicateur, ce qui rend sa compréhension moins aisée.

6. Analyse des conceptions des apprenants et interprétation

Afin de rendre compte de l'évolution des conceptions des apprenants, nous allons analyser les résultats issus des pré-tests et post-tests, par le biais du questionnaire que les élèves ont rempli et des entretiens semi-directifs que nous avons menés avec deux d'entre eux.

Les questionnaires ont été remplis par des élèves de cinquième primaire une semaine avant le début de notre intervention (pré-test), puis deux mois après que celle-ci se soit terminée (post-test). C'est l'enseignante titulaire qui a donné les consignes aux élèves afin qu'ils répondent aux questions. Dans les deux cas, il n'a pas été mentionné que ces questionnaires nous étaient destinés. Les élèves avaient la possibilité d'inscrire plusieurs

réponses aux questions ouvertes posées : 'Qu'est-ce qu'un fruit ?', 'A quoi sert un fruit ?', 'Qu'est-ce qu'une graine ?', 'A quoi sert une graine ?'. De plus, nous avons demandé aux élèves de dessiner un fruit et une graine.

Pour analyser les résultats des questionnaires, nous avons observé les réponses des élèves en vue de les catégoriser. En effet, bien que chaque individu ait ses propres conceptions, nous avons vu dans le cadre conceptuel que celles-ci se recoupaient souvent entre les individus.

6.1. Évolution des conceptions relatives au fruit

6.1.1. Résultats issus des questionnaires

Remarque : 19 élèves ont rempli les pré-tests et post-tests. La somme des valeurs est éventuellement supérieure au nombre d'élèves, car ils avaient la possibilité d'écrire plusieurs réponses.

'Qu'est-ce qu'un fruit ?'		
Catégories (réponses données)	Pré-test (nombre d'élèves)	Post-test (nombre d'élèves)
Aliment	9	7
Pousse sur un arbre	5	4
Adjectifs divers	4	4
Une partie de la fleur	2	0
Quelque chose qui vient des restes de feuilles	2	0
Ancienne fleur transformée en fruit	2	0
Pousse sur une plante	0	5
Pousse sur une fleur	0	3
Croissance des ovaires	0	5
Se forme après la fécondation	0	3
Se reproduit / Aide la plante à se reproduire	0	2
Contient des graines	0	2
Autre	0	2

Tableau 10: Résultats des pré-tests et post-tests, 'Qu'est-ce qu'un fruit?'

Lors du pré-test, pour définir le fruit, les élèves ont principalement fait allusion à son caractère comestible; il s'agit d'un « aliment » (9 élèves). 5 élèves ont répondu que les fruits poussaient sur les arbres ou provenaient de la nature. Environ un tiers des élèves ont signalé que le fruit était « une ancienne fleur transformée en fruit » (2 élèves), « ce qui venait de la fleur » (2 élèves) ou encore « ce qui venait de vieilles feuilles » (2 élèves).

Lors du post-test, le nombre d'élèves ayant évoqué le fruit comme aliment est resté relativement stable (7 élèves), tout comme le nombre d'élèves ayant répondu que les fruits poussaient sur des arbres (4 élèves). Par contre, cette catégorie de réponses s'est affinée dans le post-test, où de nouvelles catégories sont apparues ; les fruits ne poussent pas uniquement sur les arbres, mais également sur des plantes (5 élèves) ou des fleurs (3 élèves).

Plusieurs nouvelles catégories de réponses sont apparues dans le post-test : ainsi, 5 élèves ont évoqué avec plus ou moins de précision que le fruit était le résultat de la croissance de l'ovaire. De plus, 3 élèves ont mentionné que le fruit se formait après la fécondation de la fleur.

Finalement, des réponses liées à la fonction de reproduction sont apparues dans le post-test (2 élèves ont précisé que le fruit permettait à la plante de se reproduire). 2 élèves ont spécifié que le fruit contenait des graines.

La deuxième question posée aux élèves était celle de la fonction du fruit.

'À quoi sert un fruit ?'		
Catégories (réponses données)	Pré-test (nombre d'élèves)	Post-test (nombre d'élèves)
Alimentation (+ boisson)	16	12
À donner des vitamines, etc.	3	1
À donner des graines ou d'autres plantes	2	0
À donner d'autres fruits	1	0
À donner une autre fleur	1	0
À disséminer les graines	0	2
À reproduire l'espèce	0	8
A protéger l'ovule pendant son développement	0	1
A faire des expériences	0	1

Tableau 11: Résultats des pré-tests et post-tests, 'A quoi sert un fruit?'

Les résultats nous montrent qu'une grande majorité d'élèves a évoqué l'alimentation comme fonction du fruit (16 élèves dans le pré-test et 12 dans le post-test). Ils ont souvent exemplifié cela en citant des jus de fruits.

Dans le pré-test, l'idée de la reproduction de la plante a été évoquée par 4 élèves de manière plus ou moins précise (dans le tableau, il s'agit des catégories « À donner des graines ou d'autres plantes », « À donner d'autres fruits » et « À donner une autre fleur »). Ces catégories se sont affinées dans le post-test où le terme « reproduire » ou « reproduction » est apparu plusieurs fois. Nous observons là une augmentation du nombre d'élèves ayant apporté cette réponse (8 élèves).

Dans le post-test, l'idée de la dissémination des graines a été évoquée par 2 élèves et représente également une nouvelle catégorie.

Lors du pré-test, 3 élèves ont fait allusion au caractère sain des fruits en expliquant qu'ils nous donnaient des vitamines, « du calcium et du fer ». Cette conception a diminué dans le post-test (1 élève).

Finalement, nous avons demandé aux élèves de dessiner un fruit ; dans les pré-tests, les élèves ont majoritairement dessiné des fruits comestibles sucrés, tels que la pomme, la poire, la banane, l'ananas et l'orange, ce qui laisse transparaître une conception-obstacle fréquente : les fruits sont sucrés.

Dans les post-tests, 14 élèves ont dessiné des fruits comestibles (poire, pomme, banane, pêche, raisin, abricot, tomate), 3 ont dessiné des fruits non comestibles travaillés en classe (capsule, akène) et 2 ont dessiné des fruits non identifiés. De plus, tous les dessins ont été accompagnés de légendes explicatives. Ceci vient du fait que les élèves ont appris à dessiner des fruits avec l'enseignante, après notre intervention.

6.1.2. Résultats issus des entretiens

Afin d'affiner notre compréhension des conceptions de certains élèves et en vue de mener une analyse plus approfondie, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs avec deux élèves (une fille ; l'élève A et un garçon ; l'élève B), sur la base des

questionnaires analysés ci-dessus. Les deux élèves concernés présentent un profil de bon élève.

Élève A

Voici les réponses inscrites sur le questionnaire de cette élève et qui ont servi de base pour l'entretien :

Qu'est-ce qu'un fruit ?	
Pré-test	Post-test
« C'est une ancienne fleur qui s'est transformée en fruit. »	« C'est l'ovaire qui a grandi et qui s'est transformé en fruit. Quand la fleur est tombée du pédoncule, l'ovaire a grandi, s'est ouvert et s'est transformé en fruit. »

Tableau 12: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'Qu'est-ce qu'un fruit?'

Lors de l'entretien qui a suivi le pré-test, nous lui avons entre autres demandé pourquoi elle avait écrit qu'il s'agissait d'une *ancienne* fleur ; voici sa réponse :

- Ens. Et ensuite, tu dis qu'elle est ancienne...
- Élève Ben oui parce qu'elle s'est transformée en pomme.
Enfin... en pomme ou en un fruit.
Alors elle est plus là... parce qu'après sur la, sur le fruit des fois on voit par exemple dans la pomme, on voit encore plus ou moins le cœur de la fleur.
- Ens. Ouais.
- Élève Alors elle est un petit peu ancienne parce qu'elle reste quand même un petit peu.
- Ens. D'accord, tu dis qu'on la voit encore un petit peu sur le fruit.
C'est ça qui te permet de dire que c'est la...
- Élève ... Fleur ancienne.
- Ens. D'accord.
Et sur ton dessin est-ce que tu arriverais à me montrer cette partie ?
- Élève C'est ça (*pointe sur son dessin*)
- Ens. Pour toi c'est ça, d'accord.
- Élève Et elle est comme ça (*pointe sur son dessin*)
Ça c'est la fleur normalement et ça c'est le pédoncule et là normalement y a le réceptacle.

Dans ce passage, l'élève fait des liens entre des parties de la fleur et des parties visibles sur le fruit, pour expliquer que le fruit provient de la fleur. Elle sait que la fleur se transforme en fruit, mais n'est pas capable d'expliquer ce processus. C'est pour cette raison que lors du post-test, nous lui avons demandé comment se formait le fruit plus précisément :

- Ens. Alors, est-ce que tu arriverais à m'expliquer comment se forme le fruit ?
- Élève Ben en fait c'est euhm... un peu le pédoncule, quand il perd la fleur, quand la fleur elle se fane elle tombe, et pis après, le pédoncule après il se transforme en ovaire et puis il grandit, il grandit et après il s'ouvre et après y a le fruit.
- Ens. D'accord, donc, le pédoncule se transforme en ovaire ?
- Élève Ouais, non, pas tellement, mais en fait, le pédoncule après...
C'est comme s'il partait et après c'est l'ovaire qui prend sa place.
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
D'accord.
Et c'est l'ovaire qui forme le fruit ?
- Élève (*hochement de tête*)

Dans ce passage, nous sentons que les propos de l'élève semblent confus ; elle a de la difficulté à expliquer ce qui se passe réellement lors de la formation du fruit. En citant des termes scientifiques (« pédoncule », « ovaire »), nous sentons qu'un travail sur ces

notions a eu lieu en classe, toutefois, l'élève ne semble pas avoir assimilé correctement ce processus.

Concernant la fonction du fruit, nous avons remarqué une évolution des conceptions de l'élève, mais aucun élément significatif n'a été relevé dans les entretiens :

'À quoi sert un fruit ?'	
Pré-test	Post-test
« Il sert de nourriture pour l'homme ou pour les animaux. Il sert à faire différents produits, p.ex. un jus de fruit. »	« À nourrir, à faire des jus, à donner de l'énergie, à nourrir les oiseaux, à faire pousser d'autres plantes comme le sureau noir. »

Tableau 13: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'A quoi sert un fruit?'

Les résultats des deux questionnaires sont proches, toutefois, dans le post-test, une dimension supplémentaire apparaît ; celle de la reproduction de la plante, ce qui montre une évolution positive.

Élève B

Concernant la définition du fruit, dans les questionnaires, l'élève B a écrit les réponses suivantes :

Qu'est-ce qu'un fruit ?	
Pré-test	Post-test
« C'est une partie de la fleur (peut-être). »	« Le fruit est la dernière étape de la croissance des ovaires, dans la plante. »

Tableau 14: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'Qu'est-ce qu'un fruit?'

Lors de l'entretien qui a suivi le pré-test, l'élève nous a expliqué sa réponse :

Élève Euh... j'avais entendu parler une fois que c'était une partie de la fleur.
Alors je voulais pas marquer « un fruit qu'on mange », parce que je pensais qu'on restait toujours dans le domaine de la fleur, enfin, même si ça commence par une fleur.
Mais euh...
Alors je pensais que c'était une partie de la fleur.

Nous constatons ici que l'élève cherche à se séparer du concept du fruit rencontré quotidiennement ; il place sa réponse dans le contexte du cours de sciences.

Par la suite, nous lui avons demandé comment se formait le fruit :

Ens. D'accord, alors tu penses que le fruit provient d'où ?
Élève Le fruit euh... qu'on mange ?
Ens. Les fruits ouais.
Élève À partir d'une fleur qui pousse sur un arbre.
Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Élève Comme euh, sur une pomme on peut voir... si on la retourne on peut voir comme une petite fleur desséchée... ben c'était ça le début de la pomme.
Au tout début y avait une fleur, une petite fleur pis...
Ens. Et puis ?
Explique.
Élève Et puis elle s'est ouverte et y a le fruit dedans qui a commencé à, qui était tout petit et qui a commencé à pousser.
Ens. Comment ça se fait qu'un fruit pousse, comme ça, dans une fleur ?
Élève Euh... grâce à l'eau pis... au fait que la fleur est là parce que... si la fleur elle était pas là, ben...
Surtout que, qu'elle pourrait pas tenir à l'arbre, il pourrait pas tenir à l'arbre le fruit.

Dans cet extrait, nous percevons la difficulté qu'a l'élève pour expliquer comment se forme le fruit ; il pense que le fruit est une partie présente dans la fleur et qui « commence à pousser ». Dans la suite de l'entretien, nous avons pu mettre en évidence la conception de l'élève. Celui-ci pensait qu'il y avait deux sortes de fruits ; les fruits comestibles rencontrés quotidiennement et d'autres fruits qu'on ne peut pas manger, qui sont plus petits et qui représentent une partie de la fleur qu'on peut voir éventuellement en ouvrant celle-ci.

Lors du post-test, nous lui avons demandé ce qu'il pensait de cela :

- Ens. Et, tu te souviens, la première que je t'avais interviewé... pour toi y avait deux sortes de fruits.
- Élève Mmmh (*acquiesce*)
- Ens. Y avaient des fruits qu'on mangeait, t'avais dit...
- Élève Mmmh (*acquiesce*), les fruits euh...
- Ens. Et pis...
- Élève ... les parties d'une plante, mais je savais pas ce que c'était.
- Ens. Ouais, tu m'avais dit qu'il y avait des petits fruits dans la fleur, mais tu savais pas très bien où.
- Élève Je savais pas ce que c'était, encore.
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Et alors maintenant, tu pourrais dire quoi sur ça ?
C'était juste ce que tu disais avant ou ça a changé ou... ?
- Élève Enfin, c'est pas vraiment une partie de la fleur, c'est plutôt euh, une étape, une étape de la fleur, qui... qui passe euh, qui, qui grandit, enfin... la croissance de la fleur.
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Et est-ce que toutes les fleurs donnent des fruits ?
- Élève (*réfléchit*)
Euhm
(...)
ça, on n'a pas vu.
Mais je pense que oui... ouais.
- Ens. Qu'est-ce qui te ferait dire oui ?
- Élève Ben que les fleurs c'est un peu tout... tout dans le même contexte.
Y a pas les mêmes espèces, mais c'est toujours un peu euh... ça pousse, ensuite ben euh... y a les mêmes étapes, je pense.
Pas les mêmes sortes... les mêmes modes de dissémination, mais euh... ça produit des fruits.
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Ça suit pour toi, un peu le modèle qu'on avait vu ?
Le modèle cyclique ?
- Élève Mmmh (*acquiesce*), ouais.
- Ens. D'accord, donc ça...
Tu comprends maintenant que ce que tu avais dit avant... c'était, c'est...
C'est juste ou pas ce que tu disais avant, qu'il y avait des fruits qu'on mangeait, et d'autres fruits ?
- Élève Euh, ouais parce que c'est... en fait c'est... un terme qui veut dire deux choses.
C'est... c'est comme euh... y a euh... un exemple euh... le pin, y a l'arbre et le pain qu'on mange...
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
- Élève Pis c'est, c'est... ça s'écrit pas la même chose, mais c'est...
Là ça s'écrit la même chose, mais c'est, pas... c'est un synonyme ? ou bien, un...
Quand c'est le même mot, mais... le même mot, mais c'est pas euh... le même, la même euh... c'est pas la même description...
- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Y a des fruits différents, c'est ça que tu veux dire ?
- Élève Ouais.

Nous voyons ici que grâce aux apprentissages réalisés, l'élève a affiné sa compréhension du concept du fruit. Il a pris conscience que le fruit représentait une 'étape' du cycle de reproduction des plantes à fleurs, ce qui lui permet entre autres de dire que toutes les fleurs donnent des fruits. Sa conception initiale a évolué ; à présent, il sait qu'il n'y a pas d'un côté 'les fruits qu'on mange' et de l'autre 'les fruits qui sont une partie de la fleur', mais bien qu'il existe différentes sortes de fruits qui représentent un moment particulier de la croissance de la plante. Ainsi, son explication au sujet de la formation du fruit a également évolué de manière positive :

- Ens. Alors, euhm, est-ce que tu pourrais m'expliquer comment se forme le fruit ?
 Élève Euh, il se forme euh, c'est... la partie femelle elles sont... dans les, dans les... enfin, vers le réceptacle et, ensuite et ben quand il y a les parties mâles, c'est-à-dire le pollen, et ben ça... ça, ça fusionne et ça fait grandir un fruit.
 Ens. Qu'est-ce qui fusionne ?
 Élève Euh, les parties mâles et les parties femelles.
 Ça fusionne et ça forme euh...
 Ens. Mmmh (*acquiesce*)
 Mais comment elles arrivent euh... comment elles font pour se rencontrer ?
 Élève Ben y a le, le, le pollen sur la fleur, y a comme des sortes de tubes.
 Ens. Ouais ?
 Élève Avec euh, comme un liquide collant dessus.
 Ens. Mmmh (*acquiesce*)
 Élève Et pis ensuite le pollen il vient s'agripper euh... enfin il vient se coller là pis ensuite il rentre dans ces sortes de tubes.
 Pis ces tubes ils amènent là où y a les parties femelles.
 Ens. Elles s'appellent comment les parties femelles ?
 Élève Les ovules, pis c'est dans les ovaires
 Ens. Mmmh (*acquiesce*)
 Et alors ça fait quoi après, une fois que ça a fusionné ?
 Élève Ça fait euh, un fruit pis... qui pourra... qui pourra euh... se... qui pourra donner d'autres graines pour euh, pour disséminer un peu l'espèce

Nous voyons ici que le vocabulaire employé par l'élève se rapproche du savoir scientifique par rapport au pré-test : « pollen », « fusion », « tubes », « ovules », « ovaire », « disséminer l'espèce ». Son explication se rapproche de ce qui a été travaillé en classe, avec plus ou moins de précision ce qui nous montre que la conception de l'élève a évolué en s'affinant et en se rapprochant du savoir scientifique visé.

Concernant la fonction du fruit, l'élève avait inscrit les réponses suivantes sur les questionnaires :

‘A quoi sert un fruit ?’	
Pré-test	Post-test
« Je ne sais pas exactement. »	« A disséminer les graines qu'il contient, donc à éparpiller la sorte de fleur. » Remarque : comprendre « la sorte de fleur » comme « l'espèce ».

Tableau 15: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'A quoi sert un fruit?'

La réponse du post-test s'est retrouvée à plusieurs reprises lors de l'entretien qui a suivi, ce qui témoigne d'une bonne compréhension des enjeux liés au fruit de la part de l'élève.

Finalement, dans le premier questionnaire, l'élève n'avait dessiné aucun fruit, mais écrit « Je ne sais malheureusement pas à quoi ça ressemble », alors que dans le post-test, il a dessiné un fruit non comestible travaillé en classe ; la capsule du pavot.

6.2. Evolution des conceptions relatives à la graine

6.2.1. Résultats issus des questionnaires

Les questionnaires des pré-tests et post-tests nous ont permis de mettre en évidence les réponses suivantes :

‘Qu’est-ce qu’une graine ?’		
Catégories (réponses données)	Pré-test (nombre d’élèves)	Post-test (nombre d’élèves)
La graine fait pousser (arbres, fleurs, plantes)	8	8
La graine est petite/ronde/brune/etc. (plusieurs adjectifs sont évoqués)	7	7
La graine est dans le fruit	3	3
La graine est l’ovule fécondé	2	3
La graine est dans la fleur	1	1
Autre	3	5

Tableau 16: Résultats des pré-tests et post-tests, 'Qu'est-ce qu'une graine?'

Le tableau ci-dessus montre les catégories de réponses données par les élèves à la question ‘Qu’est-ce qu’une graine ?’. Force est de constater la grande stabilité des réponses ; pratiquement aucune évolution ne peut être relevée ici, si ce n’est qu’un élève supplémentaire a mentionné l’ovule fécondé dans le post-test et que de nouvelles catégories sont apparues dans ce dernier (résumée ici sous « Autre ») ; il s’agit du fait qu’une graine germe, qu’elle forme des racines et qu’elle soit comestible.

Concernant la question de la fonction de la graine, à nouveau, les résultats ne montrent aucune évolution. 100 % des élèves ont écrit, d’une manière ou d’une autre, que la graine servait à faire pousser un arbre, une plante ou une fleur.

A quoi sert une graine ?		
Catégories (réponses données)	Pré-test	Post-test
Une graine sert à faire pousser un arbre, une plante, une fleur	19	19
Autre	3	3

Tableau 17: Résultats des pré-tests et post-tests, 'A quoi sert une graine?'

6.2.2. Résultats issus des entretiens

Elève A

Qu’est-ce qu’une graine ?	
Pré-test	Post-test
« C’est une partie qui se forme pendant la croissance de la fleur et qui permettra à d’autres plantes de pousser. »	« C’est le pollen qui est entré dans le pistil et qui s’est mélangé avec l’ovule et ça a fait la graine. »

Tableau 18: Résultats du pré-test et du post-test pour l’élève A, 'Qu'est-ce qu'une graine?'

Dans l’entretien qui a suivi le pré-test, l’élève a pu nous expliquer de manière plus approfondie comment se formait la graine :

Elève Ben ça s’passe aussi pendant la croissance.
Ens. Pendant la croissance de quoi ?

Elève Du fruit et de la fleur.
Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Elève Pendant qu'ils grandissent, la graine elle grandit pis dès que ça devient un fruit ça devient plus grand et pis la graine elle est plus grande.

Nous percevons là une confusion liée à la fleur et la formation du fruit ; il semblerait que tout se déroule en même temps.

Dans l'entretien du post-test, la réponse de l'élève est plus claire :

Ens. Pour la graine, est-ce que tu arriverais à m'expliquer comment se forme la graine ?
Tu m'as dit avant comment se formait le fruit... et la graine ?
Elève Ben... en fait ça se passe dans le... dans le pistil un peu, pis y a le pollen qui vient pis qui se... mélange avec l'ovule.
Pis alors le... ça se transforme pis ça grandit pis après ben y a la graine.
Pis après ça sort et, ça fait une graine.
Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Elève Ça peut s'envoler ou...
Ens. Qu'est-ce qui se passe exactement avec le pollen ?
Elève Ben le pollen euh c'est... ou des abeilles ou le vent ou... y a plein de moyens de transport qui euhm, le transportent et qui ensuite euh grâce à... comme de la colle un petit peu ça s'accroche au... au stigmate pis après ça rentre par euh... comme un petit tuyau pis ça descend où y a l'ovule.

Le processus de la fécondation est évoqué ici de manière plus claire ; l'élève utilise d'ailleurs des termes travaillés en classe : « pistil », « pollen », « ovule », « moyens de transport », « stigmate », « tuyau ». La conception de l'élève semble s'être rapprochée du savoir scientifique.

Pour la fonction de la graine, nous avons relevé les réponses suivantes dans les questionnaires :

‘A quoi sert une graine ?’	
Pré-test	Post-test
« A que les plantes et les fruits se reproduisent, à faire des céréales, p.ex. la farine (graines de blé), à faire des matières et autres. »	« Ca sert à ce que la plante se reproduise à d'autres endroits. »

Tableau 19: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève A, 'A quoi sert une graine?'

La réponse s'est affinée dans le post-test où elle porte sur l'essentiel : la reproduction de l'espèce.

Aucun élément significatif n'a été relevé dans les entretiens.

Elève B

Dans les questionnaires, l'élève a défini la graine de la manière suivante :

‘Qu'est-ce qu'une graine ?’	
Pré-test	Post-test
« C'est une sorte de filament qui, avec un peu de vent s'envole pour aller se poser dans un champ, un terrain, etc. (à condition qu'il y ait de la terre). »	« La graine est la dernière étape de la croissance des ovules, dans la plante. »

Tableau 20: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'Qu'est-ce qu'une graine?'

Dans l'entretien du pré-test, l'élève a réexpliqué la même chose que dans le questionnaire et a donné quelques indications sur la formation de la graine :

- Elève Euh, par exemple y a... quand une fleur, une certaine fleur s'ouvre, je pense que... peut-être qu'il y a déjà du pollen dedans
Ou un arbre
Pis ensuite quand y a les insectes qui viennent se poser dessus c'est euh... y a le pollen qui vient se mettre sur les pattes pis ensuite quand elles vont butiner de fleur en fleur... euh, par exemple au début elles ont un peu de pollen pis ensuite elles vont dans une autre fleur pis ça... ensuite il reste un peu de pollen, dans la fleur, de l'abeille qui vient de l'amener pis après ça fait euh... ben voilà.
- Ens. Ça fait quoi ?
Ce pollen qui arrive dans une nouvelle fleur ?
- Elève Euh, ben ça va... ça va former des graines.

L'élève sait que le pollen joue un rôle dans la formation des graines, mais ne peut pas expliquer ce phénomène avec plus de précision. Dans le post-test par contre, nous avons pu voir que l'élève avait compris et assimilé le processus de formation des graines. Cet extrait intervient juste après que l'élève ait expliqué que c'est la fusion du pollen avec l'ovule qui permettait au fruit de grandir et de disséminer les graines.

- Ens. Mmmh (*acquiesce*)
Mais pourquoi il donne des graines ?
Y a des graines où ?
- Elève Euh, dans le fruit, parce que le... les graines elles sont formées à partir des ovules, mais c'est l'ovaire qui a grandi, juste, pis ben les ovules elles sont restées dedans... mais c'est ça qui a formé les graines.

Pour cet élève, la fonction de la graine suit la tendance de la majorité de la classe, mais est évoquée avec davantage de précision dans le vocabulaire employé :

'A quoi sert une graine ?'	
Pré-test	Post-test
« A assurer la dispersion de la sorte de fleur. » Remarque : comprendre « la sorte de fleur » comme « l'espèce ».	« A disséminer la sorte de fleur dans laquelle elle est logée. »

Tableau 21: Résultats du pré-test et du post-test pour l'élève B, 'A quoi sert une graine?'

6.3. Interprétation sur l'évolution des conceptions

6.3.1. Le fruit – Réponse à la question 4

A présent, nous pouvons interpréter les résultats obtenus, afin de répondre à l'une de nos questions de recherche :

Quels seront les changements conceptuels liés à la notion du 'fruit' ?

En observant les résultats issus des questionnaires, nous ne pouvons relever qu'une légère évolution des conceptions. Premièrement, nous avons vu dans le pré-test et le post-test que les élèves avaient évoqué majoritairement l'idée de l'alimentation pour définir le fruit et sa fonction, alors que scientifiquement, le fruit représente une stratégie mise en place par la plante pour maintenir l'espèce. Nous pensons que les réponses des élèves proviennent de l'utilisation quotidienne qui est faite du concept du *fruit* ; nous mangeons des fruits, des salades de fruits, des tartes aux fruits et buvons des jus de fruits comme cela a été évoqué par de nombreux élèves. Nous voyons là l'influence de la culture et des habitudes sur le fonctionnement de nos conceptions ; les conceptions dépendent du « contexte socioculturel dans lequel [elles sont émises] » (de Vecchi & Giordan, 2002, p.60).

D'ailleurs, lors de l'entretien du post-test avec l'élève B, nous lui avons demandé à quoi il pensait en premier pour le 'fruit'. Voici sa réponse, qui témoigne d'une grande lucidité :

Elève Euh... fruit, ben... je pense plutôt aux fruits qu'on mange parce que c'est un terme qu'on utilise plus souvent euh... dans le langage courant alors euh... pis on l'utilise plus euh... que le fruit de la fleur.

Il nous semble donc compréhensible que les élèves mentionnent l'alimentation et que cette conception persiste même après l'enseignement.

De plus, nous pourrions dire qu'il s'agisse ici d'une conception-obstacle ou d'un obstacle épistémologique ; il est beaucoup plus facile pour les élèves de mentionner le caractère comestible des fruits plutôt que leur fonction reproductrice ou leur processus de formation. D'un autre côté, cette conception-obstacle représente un 'déjà-là', une forme de savoir déjà acquise par les élèves et que l'enseignant peut tout à fait exploiter en vue de faire acquérir le savoir scientifique.

Une évolution positive peut être relevée grâce à l'apparition de nouvelles catégories de réponses dans les post-tests, toutefois, celle-ci reste minime ; 5 élèves ont évoqué la croissance de l'ovaire pour expliquer la formation du fruit, 3 élèves ont mentionné que le fruit se formait après la fécondation et seulement 2 ont expliqué que le fruit permettait à la plante de se reproduire.

La conception-obstacle qui disait que les fruits sont sucrés et comestibles semble avoir été surmontée par certains élèves ; en effet, lors du post-test, nous avons vu que plusieurs d'entre eux avaient dessiné des fruits non comestibles (3 élèves) ou des fruits que l'on trouve généralement au rayon *Légumes* dans les supermarchés (p.ex. la tomate).

Dans les réponses liées à la fonction du fruit, l'amélioration la plus flagrante concerne la nouvelle catégorie apparue dans le post-test : 8 élèves ont ainsi mentionné que le fruit permet à l'espèce de se reproduire. Cela représente un peu moins de la moitié de l'échantillon et montre donc une faible évolution.

Concernant l'analyse qualitative qui a été faite autour des entretiens, nous avons pu observer que pour l'élève A, les connaissances liées aux fruits restaient confuses même après l'enseignement ; il semblerait notamment que la formation du fruit n'ait pas été correctement assimilée. Nous pensons que cela vienne de la résistance des conceptions préalables, qui représentent souvent une façon simplifiée (par rapport au savoir scientifique) de comprendre la réalité.

Pour l'élève B par contre, nous avons observé une bonne évolution des conceptions liées au fruit, augmentée d'une excellente compréhension du modèle cyclique de reproduction et du fait que le fruit ne représente finalement qu'une stratégie mise en place par la plante pour se reproduire.

Avant notre intervention sur le terrain, nous avons formulé l'hypothèse suivante : *nous faisons la prédiction que les élèves relèveront principalement le caractère comestible des fruits et que cette conception persistera après l'apprentissage. Par contre, nous estimons que les élèves seront également en mesure de mentionner la stratégie de reproduction de la plante comme caractéristique du fruit.*

Cette hypothèse se vérifie aisément grâce à l'analyse que nous venons de faire ; les élèves ont effectivement continué à attribuer au fruit l'idée que l'on puisse le manger, par contre, seuls quelques-uns ont été capable d'évoquer la stratégie de reproduction de la plante comme fonction principale du fruit, ce qui ne valide que partiellement notre hypothèse.

L'évolution des conceptions des élèves concernant le fruit nous apparaît donc comme étant de faible envergure.

Nous allons tenter de comprendre cela, à l'aide d'un exemple tiré de l'ouvrage de Vecchi et Giordan (2002) qui ont analysé l'évolution des conceptions liées à la reproduction (sexualité humaine) avant et après une séquence d'enseignement. L'analyse des résultats était « tout à fait décevante » (p.98) ; seuls quelques élèves semblaient avoir amélioré leurs connaissances. Pourtant, les auteurs ont expliqué avoir mené une intervention didactique valable, fondée sur « une pédagogie dite 'active et dialoguée' » (p.98). Malheureusement, ils disent que leur enseignement a négligé « un aspect très important, essentiel même : la prise en compte des questions et des conceptions préalables que les élèves possédaient sur le sujet » (ibid.). Nous nous sommes alors demandé si nous avons suffisamment pris en compte les conceptions des élèves durant l'enseignement ; nous estimons que nous avons essayé de le faire, notamment à travers l'élaboration du modèle visant à représenter les étapes de reproduction de la plante, mais que nous aurions pu le faire davantage. De plus, concernant le fruit, nous avons dit précédemment que nous nous situons davantage dans 'connaître les conceptions pour faire contre' que dans la théorie qui sous-tend le modèle allostérique ('faire avec pour aller contre'). Ceci peut être expliqué par le manque de temps à disposition.

6.3.2. La graine – Réponse à la question 5

La question de recherche à laquelle nous allons répondre ici est la suivante :

Quels seront les changements conceptuels liés à la graine ?

Dans les questionnaires, les conceptions liées à la graine et sa fonction sont restées très stables avant et après l'enseignement. Nous pensons que cela puisse s'expliquer par le fait que les élèves avaient déjà une bonne compréhension de ce qu'est une graine et à quoi elle sert. Notre hypothèse qui disait que *les élèves seraient capables de mettre en évidence la fonction reproductrice de la graine qui maintient l'espèce* semble donc se valider dans la réalité, toutefois, nous émettons une réserve quant au 'maintien de l'espèce' ; nous pensons que la majorité des élèves n'avait pas suffisamment conscience de ce concept structurant. Cela peut s'expliquer par la difficulté que nous avons eue à mettre en œuvre la dimension de 'l'intégration verticale' durant notre intervention.

Concernant les élèves interviewés, nous avons relevé chez l'élève A des difficultés à expliquer la formation de la graine avant la séquence d'enseignement-apprentissage. Ceci peut provenir du fait que la formation du fruit n'était pas claire non plus pour cette élève. Par la suite, ses explications se sont affinées, notamment par l'utilisation du vocabulaire adéquat, ce qui montre une bonne évolution de ses conceptions.

L'élève B avait de la difficulté à expliquer la formation des graines lors du pré-test ; il a évoqué vaguement le rôle du pollen, mais sans expliquer réellement le phénomène. Lors du post-test, ses explications ont témoigné d'une bonne compréhension de la formation de la graine, également à travers l'utilisation des termes corrects.

7. Réponse au questionnement

À présent, il s'agit de mettre en lien les résultats issus de l'analyse de l'intervention didactique et ceux concernant les conceptions des élèves, afin de répondre à notre question de recherche centrale :

En apprentissage des sciences, dans quelles mesures une séquence d'enseignement-apprentissage basée sur le modèle allostérique influence-t-elle le changement des conceptions de l'apprenant en ce qui concerne la reproduction de la flore ?

Dans un premier temps, il nous paraît important de rappeler que l'intervention didactique mise en place était partiellement allostérique, nous l'avons vu dans l'interprétation des données liées à la séquence d'enseignement-apprentissage. Ceci représente un biais de notre recherche et influence forcément la réponse que nous allons tenter de donner à notre questionnement.

Globalement, nous pouvons dire qu'une évolution des conceptions des apprenants a eu lieu, principalement en ce qui concerne la notion du fruit, mais cette évolution reste faible et ne concerne que quelques élèves, puisque la majorité d'entre eux ont continué à attribuer au fruit des caractéristiques comestibles.

L'hypothèse formulée au début de la recherche était la suivante : *le modèle allostérique permet de connecter les connaissances entre elles et de construire des conceptions proches du savoir scientifique.*

Nous pensons que chez certains élèves, la séquence d'enseignement-apprentissage a effectivement permis de connecter les connaissances entre elles, notamment à travers l'élaboration du modèle de reproduction des plantes à fleurs (la dimension du formalisme du modèle allostérique), où les étapes étaient schématisées et se suivaient. Concernant des conceptions qui seraient plus proches du savoir scientifique, nous avons pu en observer lors des entretiens avec les élèves, ce qui nous réjouit. Toutefois, il est difficile de dire si cela est valable pour le reste de l'échantillon.

Un autre biais qui influence les résultats de notre recherche est la poursuite de l'enseignement par la titulaire après notre départ, étant donné que nous n'avions pas réussi à faire le tour de ce chapitre. Elle a travaillé sur les objectifs suivants : déterminer les étapes de reproduction sur une plante (l'onagre), définir la notion de fruit, classer des fruits, dessiner des fruits et déterminer les modes de transport des graines.

Par humilité et en fonction des raisons évoquées ci-dessus, il nous est difficile de formuler une réponse claire et solide à notre question de recherche. C'est pour cela que nous conservons notre hypothèse de départ (qui a quand même été validée par quelques exemples) et que nous suggérons, dans le point suivant, comment notre recherche pourrait être optimisée afin de répondre au questionnement qui a animé ce travail.

Avant de terminer, nous pouvons également répondre aux sous-questions de recherche que nous n'avons pas encore traitées :

Dans le modèle allostérique, comment est-ce que la 'mobilisation du savoir' (et particulièrement l'indicateur 'confrontation élève-réalité') permet à l'élève d'abandonner ses conceptions initiales ?

Nous avons vu dans l'interprétation des données liées à la séquence d'enseignement-apprentissage que la dimension de la mobilisation du savoir avait été bien représentée dans notre travail. Ainsi, nous avons par exemple montré que les confrontations élève-élève permettaient déjà un travail de déconstruction ou de modification des conceptions. Concernant les confrontations élève-réalité, nous avons constaté que la sortie sur le terrain avait permis d'exemplifier ce qui avait été travaillé en classe et donner une dimension particulièrement concrète à la théorie. Nous sommes convaincue que ce type de confrontations motive l'élève, le surprend et lui donne éventuellement plusieurs 'preuves' que son savoir, ses conceptions initiales ne sont pas adaptés et qu'il faudra les modifier.

L'hypothèse que nous avons formulée en début de travail est ainsi vérifiée ; *dans la 'mobilisation du savoir', la 'confrontation élève-réalité' (p.ex. la sortie sur le terrain) est un moyen efficace de montrer à l'élève que ses connaissances ne sont pas appropriées. Pour faire un lien avec une autre dimension du modèle allostérique, nous pouvons dire que les 'confrontations élève-réalité' offrent des possibilités de déséquilibres conceptuels pertinents.*

Finalement, en offrant des confrontations variées (entre élèves, avec la réalité ou avec des informations) l'enseignant est effectivement en mesure de proposer à l'élève plusieurs éléments « convergents et redondants » (Giordan, 1996, p.50) lui permettant de remettre ses conceptions en question. Le rôle endossé par l'enseignant prend alors une dimension nouvelle, nous l'avons vu dans le cadre conceptuel.

Nous avons également formulé une question en lien avec la dimension du 'formalisme' présentée dans le modèle allostérique :

Quel rôle et quelle importance prend la dimension du 'formalisme' dans une séquence d'enseignement-apprentissage basée sur le modèle allostérique ?

Notre expérience nous a montré que la création d'un modèle visant à schématiser les connaissances comportait de nombreux avantages : d'une part, le modèle élaboré en début de séquence a permis de représenter les conceptions initiales des élèves. Au fil des séances, nous l'avons modifié, ce qui pourrait symboliser une modification des conceptions des élèves, mais cela n'a pas été vérifié. Quoi qu'il en soit, le modèle représente un fil rouge pour les élèves et l'enseignant, qui peut constamment rappeler où nous en sommes, ce qu'il reste à traiter, etc.

Nous avons dit que la création d'un modèle basé sur les conceptions initiales des élèves nous avait véritablement permis de 'faire avec pour aller contre les conceptions' ; en effet, lors de la première séance, le modèle représentait les conceptions initiales des élèves. Au fur et à mesure, il a été modifié, car les élèves se sont rendu compte que ce qu'ils avaient proposé précédemment n'était plus approprié ; ils ont pu avancer un certain temps avec leurs conceptions, puis se sont aperçus qu'il fallait modifier certains éléments du modèle pour pouvoir continuer.

Le modèle, à travers la schématisation de certaines notions, offre un excellent support visuel et peut aider à mieux comprendre les informations. Toutefois, « il est important que l'élève sache qu'il n'y a pas de 'bons' modèles. Tout modèle n'est en effet qu'une approximation temporaire » (Zimmermann, 1996, p.40). Cet aspect non négligeable aurait pu être précisé aux élèves lors de notre intervention.

L'hypothèse liée à cette question était la suivante : *le formalisme et la création de modèles ou de schémas pour représenter le réel permettent de synthétiser visuellement les informations et en facilitent l'assimilation par les apprenants.*

Nous pensons que les modèles synthétisent effectivement les informations, toutefois, nous ne sommes pas en mesure de dire s'ils facilitent réellement l'assimilation des nouvelles connaissances par l'apprenant. Une recherche portant exclusivement sur la dimension du formalisme devrait être réalisée si l'on souhaitait répondre à cette question.

7.1. Proposition d'amélioration

Si cette recherche devait être réalisée à nouveau ou poursuivie, nous proposerions les possibilités d'optimisation suivantes. Elles se situent à deux niveaux :

Choix du thème et durée

Il serait judicieux de choisir un thème moins complexe et moins long à traiter. Dans notre situation, nous avons sept séances pour faire le tour du cycle de reproduction des plantes à fleurs en comptant une sortie sur le terrain, ce qui nous est apparu comme étant limité. Nous avons d'ailleurs vu que cela avait conduit, dans certains cas, à nous situer dans 'faire contre les conceptions', ce qui n'était pas l'objectif de notre recherche.

De plus, étant donné que ce thème était au programme de la cinquième primaire et que nous n'avons pas réussi à travailler ce sujet dans son intégralité, la titulaire a dû poursuivre l'enseignement, ce qui a pu fausser les résultats.

Par contre, si l'expérience devait se réaliser avec notre classe, il serait intéressant de conserver le thème, mais d'avoir une durée illimitée à disposition, notamment afin de rebondir plus souvent sur les suggestions des élèves. Nous avons vu lors de notre séquence qu'une élève avait proposé d'amener des bacs à fleurs afin que nous poursuivions l'expérience sur les plantes de haricot ; ceci aurait été une excellente opportunité d'aborder les étapes de reproduction de la plante.

Prise en compte des conceptions et questions des apprenants

Nous avons vu précédemment que la faible évolution des conceptions relatives au fruit pouvait provenir d'une prise en compte insuffisante des conceptions et questions des élèves.

Pour optimiser notre enseignement, nous voyons donc l'importance qu'il y a à considérer régulièrement les idées des élèves, afin de pouvoir réellement 'faire avec pour aller contre' elles.

8. Conclusion

8.1. Conclusion théorique

La recherche réalisée dans le cadre de ce travail de mémoire se fonde sur des théories largement développées dans la littérature spécialisée ; nous avons essayé de mettre en œuvre le modèle allostérique de l'apprendre afin de faire évoluer les conceptions des élèves. Dans ce sens, notre travail n'apporte pas de connaissances nouvelles.

Par contre, nous pouvons dire que notre expérience renforce certains constats présentés dans notre problématique ; en effet, notre intervention didactique sur le terrain nous a montré l'importance qu'il y avait à considérer les conceptions des apprenants, afin de les faire évoluer vers le savoir scientifique. Ceci rejoint la proposition de de Vecchi et Giordan (1990) qui préconise de mieux connaître le public auquel s'adressent les enseignants. Concernant les enseignants justement, nous avons dit dans notre cadre conceptuel qu'il était beaucoup plus facile pour eux d'ignorer les conceptions des élèves que de les prendre en compte, car elles risquaient de parasiter les apprentissages. Notre expérience nous a montré que la prise en considération des conceptions des élèves était

effectivement une tâche difficile, ce qui explique pourquoi le changement attendu pour ce qui est du rôle de l'enseignant se heurte à tant de résistances dans le milieu professionnel.

8.2. Conclusion pratique

Notre recherche possède une partie empirique concrète qui nous permet d'esquisser quelques suggestions pratiques pour l'enseignement des sciences.

Premièrement, nous pouvons relever que le cadre conceptuel développé en début de travail représente une base solide pour la construction et la réalisation d'une séquence d'enseignement-apprentissage. Dans notre situation, les connaissances théoriques acquises par rapport aux conceptions des apprenants nous ont permis de nous orienter et parfois de repérer et de comprendre nos erreurs. Ainsi, nous nous sommes rendu compte qu'à certains moments, nous étions plutôt en train de 'faire contre les conceptions', alors que nous souhaitions davantage les prendre en considération. Une bonne connaissance des différentes manières de gérer les conceptions des apprenants permet donc à l'enseignant de se situer et d'éviter de retomber dans un enseignement frontal.

Deuxièmement, nous avons constaté que le modèle allostérique de l'apprendre ne pouvait pas se mettre en œuvre sans une certaine organisation. Pour nous, celle-ci a pris la forme des analyses préalables à la séquence ; dans un premier temps – et cela nous apparaît comme étant fondamental – nous avons réalisé l'analyse conceptuelle sous forme de carte heuristique. Cette première étape permet à l'enseignant de clarifier les savoirs et notions en jeu dans la séquence d'enseignement-apprentissage. Puis, à cette analyse conceptuelle sont venues se superposer les dimensions du modèle allostérique ; à ce moment-là, il s'agit de réfléchir à la manière dont les dimensions du modèle pourront être exploitées et mises en œuvre, afin de faire acquérir aux élèves le savoir visé.

Ces analyses qui précèdent l'enseignement prennent du temps et doivent être soigneusement pensées et rédigées ; ceci permet par la suite une certaine souplesse de l'enseignement et de l'enseignant, qui peut facilement s'adapter aux apports, questionnements, idées et conceptions des élèves, tout en gardant à l'esprit la direction que doivent prendre l'enseignement et les apprentissages des élèves. De cette manière, les séances ne peuvent pas être planifiées longtemps à l'avance ; les planifications s'élaborent au fur et à mesure de l'avancée des apprentissages, ce qui implique un changement au niveau du rôle et des tâches de l'enseignant.

De plus, nous pensons que pour que ce type d'enseignement puisse se mettre en place, il est nécessaire que l'enseignant ne limite pas la durée de la séquence, afin de pouvoir exploiter correctement les conceptions des élèves, comme nous l'avons évoqué précédemment.

Par rapport à l'utilisation que l'enseignant peut faire des conceptions, nous estimons qu'il est capital de revenir régulièrement sur les conceptions initiales des élèves, en leur demandant ce qu'ils en pensent et si elles sont toujours valables, afin qu'ils prennent conscience que leurs idées évoluent. De plus, nous proposons aux enseignants de rebondir sur les conceptions qui émergent durant l'enseignement. Pour faciliter cela au niveau organisationnel, l'enseignant peut les noter au moment où elles sont émises, puis les présenter aux élèves lors de la leçon suivante par exemple. À ce moment-là, une possibilité est de permettre des confrontations élève-élève, avant de poursuivre l'enseignement en vue de déconstruire ces conceptions.

Pour aller plus loin, nous pensons même qu'il serait envisageable d'expliquer aux élèves – avec une terminologie adaptée bien sûr – ce que sont les conceptions, comment elles fonctionnent et comment on travaille pour les faire évoluer. Cette objectivation

métacognitive nous paraît s'inscrire dans la dimension du 'savoir sur le savoir' du modèle allostérique de l'apprendre et contribue ainsi à la mise en œuvre de ce dernier. Les manières d'impliquer l'élève dans son apprentissage présentées ici nous semblent importantes si l'on souhaite travailler avec le modèle allostérique.

Concernant le modèle allostérique de l'apprendre qui a été à la base de notre intervention didactique, nous pensons pouvoir tirer la conclusion suivante ; si l'on souhaite mesurer ses effets sur les apprentissages des élèves, il faut l'inscrire dans la durée. En effet, il s'agit d'un modèle complexe comportant plusieurs dimensions, qui demandent du temps afin d'être correctement exploitées. Ceci est particulièrement valable pour la dimension du 'savoir sur le savoir' ; la métacognition est une activité intellectuelle supérieure qui doit être entraînée et objectivée régulièrement. De plus, 'l'intégration verticale' ne se travaille pas en une seule séquence ; les concepts structurants qui englobent les thèmes abordés en classe demandent à être étudiés à travers plusieurs domaines. Dans notre situation, le concept structurant qui traversait notre séquence d'enseignement-apprentissage était celui du maintien de l'espèce. Pour poursuivre, une possibilité serait donc de travailler le maintien de l'espèce chez les animaux et chez l'Homme, notamment afin de faciliter le transfert des apprentissages.

8.3. Conclusion méthodologique

Cette dernière partie de la conclusion nous permet d'évaluer globalement le processus de recherche qui a caractérisé notre travail de mémoire. Par rapport au cadre conceptuel, nous estimons que les notions théoriques développées nous ont permis de comprendre des concepts-clés de la didactique des sciences et par là, de construire une intervention didactique fondée. Par contre, il faut reconnaître que la quantité de notions et d'éléments théoriques relatifs aux conceptions des apprenants est supérieure à l'utilisation qui en a été faite dans la pratique et dans l'analyse des données ; par exemple, les dimensions et indicateurs relevés pour les *conceptions* n'ont pas été exploités dans l'analyse des données. Nous pouvons expliquer cela par le fait que le domaine des conceptions – vaste et complexe – touche aux sciences cognitives et que ce champ d'études dépasse nos compétences.

En revanche, la présentation du modèle allostérique de l'apprendre comporte des suggestions plus concrètes qui nous ont aidée à élaborer le dispositif d'enseignement.

Concernant notre enseignement (la variable indépendante de notre recherche), nous jugeons pertinent d'enregistrer les séances par vidéo, afin d'en garder une trace fidèle et en vue de compléter les analyses a posteriori. Les dimensions du modèle allostérique de l'apprendre ont joué un rôle important de catégorisation, ce qui a facilité l'analyse et l'interprétation de notre intervention didactique.

Par contre, nous avons éprouvé davantage de difficultés à analyser les données relatives aux conceptions des élèves (variable dépendante) ; en effet, il s'agissait d'une analyse qualitative basée sur des questions ouvertes ('Qu'est-ce qu'un fruit ?', 'À quoi sert un fruit ?', 'Qu'est-ce qu'une graine ?', 'À quoi sert une graine ?'). Étant donné que chaque élève pouvait composer sa propre réponse aux questions posées sur les questionnaires, le travail de catégorisation des réponses s'est avéré être relativement complexe. De plus, il était parfois difficile de comprendre réellement le sens des réponses proposées par les élèves.

Toutefois, nous sommes convaincue que les questions ouvertes sont le seul moyen de faire émerger et de récolter les conceptions des apprenants ; des questions fermées influenceraient forcément leur raisonnement et leurs réponses.

Par rapport aux questionnaires du post-test, il faut souligner qu'ils ont été distribués par la titulaire, en notre absence. Par là, nous souhaitons éviter que notre présence ne réactive

certaines connaissances chez les élèves et que cela ne biaise leurs réponses. Par contre, étant donné que les questionnaires ont été remplis durant l'heure de sciences et que l'enseignante a dit aux élèves qu'elle souhaitait évaluer formativement leurs connaissances sur le sujet de la reproduction des plantes à fleurs, nous pensons que certaines réponses aient pu être influencées, car les élèves ont pu faire directement un lien avec l'enseignement qui leur avait été dispensé sur ce thème.

Concernant les entretiens semi-directifs réalisés avec deux élèves sur la base des questionnaires, nous estimons qu'ils représentent un moyen efficace d'améliorer notre compréhension de leurs conceptions, car ils sont riches et complets. Nous estimons par contre que l'analyse qui en a été faite n'est que partielle, car elle se focalise sur le fruit et la graine, alors que des conceptions intéressantes ont émergé par rapport à d'autres éléments (le pollen par exemple). Ceci est lié à un choix méthodologique effectué au début de la recherche et qui nous a forcée à nous focaliser sur certaines notions. Par là, nous souhaitons éviter que notre analyse ne parte dans des directions divergentes.

Finalement, il faut relever que la classe dans laquelle notre action didactique a eu lieu comporte ses habitudes, un climat de classe et un contrat didactique particuliers, une certaine forme de motivation et d'engagement ainsi que des règles qui lui sont propres. Nous pensons que si le même type d'intervention devait avoir lieu dans une autre classe, les résultats pourraient être différents.

Bibliographie

- Astolfi, J.-P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF.
- Bachelard, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : PUF.
- Boisset, A. (1989). *Pour découvrir les plantes à fleurs et les vertébrés. Sciences, 5P*. Sion: Département de l'instruction publique du canton du Valais - Connaissance de l'environnement.
- Brochand, M.-J. (1881, juin). Intervention à l'Académie de Médecine.
- Clément, P. (1994). Représentations, conceptions, connaissances. In A. Giordan, Y. Girault, & P. Clément (Ed.), *Conceptions et connaissances* (pp.15-45). Berne : Peter Lang.
- De Vecchi, G., & Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique. Comment faire pour que "ça marche?"*. Paris: Delagrave.
- Fabre, M. (1995). *Bachelard éducateur*. Paris : PUF.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987/1990). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Giordan, A. (1993/2009). Les conceptions des apprenants. In Y. Abernot, M. Altet, J.-P. Astolfi, B.-M. Barth, J. Berbaum, M. Bru, J. Colomb, B. Douet, A. Giordan, D. Hameline, J. Houssaye, P. Jubin, L. Legrand, C. Lelièvre, A. Lieury, D. Manesse, Ph. Meirieu, J. Moll, J.-M. Monteil, J. Pain, P. Perrenoud, P. Poussière, M.-J. Rémigny & M. Tardy (Ed.), *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui* (pp. 259-274). Issy-les-Moulineaux : ESF.
- Giordan, A. (1994). Le modèle allostérique et les théories contemporaines sur l'apprentissage. In A. Giordan, Y. Girault, & P. Clément (Ed.), *Conceptions et connaissances* (pp. 289-315). Berne: Peter Lang.
- Giordan, A. & Girault, Y. (1994). Utilisation des conceptions en didactique des sciences. In A. Giordan, Y. Girault & P. Clément (Ed.), *Conceptions et connaissances* (pp.47-70). Berne : Peter Lang.
- Giordan, A. (1996). Les conceptions de l'apprenant comme tremplin pour l'apprentissage. *Sciences Humaines*, 12, 48-50.
- Godet, J.-D. (2002). *Guide panoramique des fleurs de montagne*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Guichard, J. (1998). *Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la terre*. Paris : Hachette.
- Guilcher, J.-M. & Noailles, R.-H. (1950). *La vie cachée des fleurs*. Paris : Flammarion.
- Guilcher, J.-M. & Noailles, R.-H. (1951). *De la fleur à la graine*. Paris : Flammarion.

- Pellaud, F., Eastes, R.-E. & Giordan, A. (2004). Des modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique. *Gymnasium Helveticum*, 5, 10-14.
- Pruneau, D. & Lapointe, C. (2002, automne). Un, deux, trois, nous irons aux bois... L'apprentissage expérientiel et ses applications en éducation relative à l'environnement. *Revue électronique Education et francophonie*, XXX : 2. Consulté le 15 février 2010 dans http://www.acelf.ca/c/revue/auteur_detail.php?lettre=P&auteur=83
- Quivy, R., & Van Campenhoudt, L. (1995). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Paris: Dunod.
- Robert, D., Dumas, C. & Bajon, C. (1994). *Biologie végétale Tome 3. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes. La reproduction*. Paris : Doin.
- Vienneau, R. (2005). *Apprentissage et enseignement. Théories et Pratiques*. Montréal : Gaëtan Morin éditeur.
- Wildermuth, H. (1989). *Nature pile et face*. Lausanne : LEP.
- Zimmerman, M.-L. (1996). *Sur les chemins de l'apprendre*. Chêne-Bougeries : Ed. du CEFRA.

Table des Annexes

Annexe I :	Analyses préalables à la séquence
Annexe II :	Planification de la séquence
Annexe III :	Pré-test et Post-test
Annexe IV :	Fiches utilisées par les élèves

Annexe I : Analyses préalables à la séquence

Analyse a priori pour toute la séquence

Objectif général de la séquence (décliné à partir du Plan d'Etudes)	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Grandes étapes de la séquence	La séquence se déroule sur la base des étapes du cycle de reproduction de la plante : <ul style="list-style-type: none"> - germination - pollinisation et fécondation - fruit - graine - dissémination des graines
Approfondissement du thème par l'enseignant (analyse conceptuelle)	Concepts-clés : Germination Pollinisation Fécondation Fruit Graine Dissémination des graines Cf. carte conceptuelle.
Représentations obstacles (idées des élèves pouvant poser problème dans l'apprentissage)	Un fruit se mange. Un fruit d'une plante (dans la forêt p.ex.) ne se mange pas. Un légume n'est pas un fruit. Le fruit se forme grâce à la fleur / la fleur se transforme en fruit (= pose problème aux élèves) Le grain de pollen est confondu avec la graine de la plante. La pollinisation est confondue avec la dissémination des graines.
En sciences : Concept intégrateur ou « grandes idées » (Cf. Vivre des expériences, p. 122)	Reproduction Maintien de l'espèce Etre vivant (plante) Cycle
Outils utilisés ou construits par l'élève (sources sonores, terrain, instruments de mesure et d'observation, documents écrits, représentations graphiques, représentations iconiques et 3D, langage)	Outils utilisés par l'élève : Langage (exprimer et confronter ses conceptions) Sources audio-visuelles Représentations graphiques, iconiques, 3D Terrain Documents écrits Outils construits par l'élève : Observations Langage
Capacités transversales développées par l'élève (se poser des questions, se représenter, émettre des hypothèses, observer, comparer, classer, expérimenter, rapporter, se repérer, utiliser ses 5 sens, écouter, utiliser de la documentation de référence)	Se poser des questions Emettre des hypothèses Observer Comparer Expérimenter

<p>Connaissances institutionnalisées durant ou à la fin de la séquence et qui seront <u>mémorisées</u> par l'élève</p>	<p>La pollinisation est le phénomène de déplacement du pollen pour rencontrer l'organe femelle (ovule). Il est rendu possible par le vent, les insectes, l'eau.</p> <p>Lors de la fécondation, le grain de pollen et l'ovule fusionnent ; ceci donnera la graine du fruit. L'ovaire se transforme en fruit.</p> <p>Le fruit contient une ou plusieurs graines. Ces graines devront trouver un endroit favorable pour germer. Le déplacement des graines est appelé « Dissémination des graines ». Il a lieu grâce au vent, aux animaux, à l'eau ou à la plante elle-même.</p> <p>La graine contient toutes les réserves nécessaires à la germination, sauf l'eau. Elle ne germera que lorsqu'elle se sera gorgée d'eau. Ensuite, d'autres apports seront nécessaires (terre, lumière, soleil, etc.)</p>
<p>Liens avec la science de référence :</p>	<p>La science de référence pour cette séquence d'enseignement-apprentissage est « Les sciences ».</p> <p>La démarche des sciences est la suivante : elle vise à comprendre les phénomènes naturels en élaborant des modèles puis en les confrontant au réel par expérimentation ou observation.</p> <p>Dans notre séquence, nous allons également élaborer un premier modèle pour rendre compte de la reproduction des plantes à fleurs, puis, grâce à diverses confrontations, ce modèle sera modifié et amélioré.</p>

Analyse a priori pour chaque séance

<p>Objectifs spécifiques</p>	<p>1) Elaboration du modèle Prendre conscience que tout le monde ne partage pas les mêmes idées. Mettre en relation plusieurs éléments pour construire un modèle.</p> <p>2) Germination Formuler des hypothèses et les vérifier. Mettre en évidence les besoins de la graine pour germer en conduisant une expérience et en prenant note de son déroulement.</p> <p>3) Pollinisation Formuler ses questions sur un thème donné. Répondre aux questions élaborées par la classe en s'aidant d'un ouvrage de référence.</p> <p>4) Fruit Préciser la notion de fruit en décrivant la transformation de la fleur en fruit.</p> <p>5) Sortie Observer le terrain pour mettre en évidence différents types de graines (différents modes de dissémination des graines) et de fruits.</p> <p>6) Bilan, élaboration du modèle final Comparer le modèle initial avec le modèle final.</p>
-------------------------------------	---

<p>Critères d'évaluation de l'objectif spécifique (connaissance, capacités et outils)</p>	<p>1) Elaboration du modèle Capacités : Les conceptions sont exprimées et éventuellement comparées (<i>émettre des hypothèses, comparer</i>) Outils : Les conceptions sont exprimées par oral (<i>langage</i>) – un modèle est élaboré (<i>représentation graphique</i>)</p> <p>2) Germination Capacités : Les hypothèses sont émises par écrit puis discutées (<i>émettre des hypothèses</i>). Une expérimentation est conduite pour contrôler les hypothèses (<i>expérimenter</i>) Outils : Le déroulement de l'expérience est dessiné et commenté (<i>représentations iconiques</i>) Connaissance : La graine a besoin d'humidité (eau) et d'être à température ambiante pour germer. Elle contient les réserves nécessaires à la germination.</p> <p>3) Pollinisation Capacités : 1 à 4 questions sont formulées sur le pollen (<i>se poser des questions</i>). Outils : Des documents écrits avec représentations iconiques sont utilisés par l'élève pour répondre aux questions (<i>documents écrits, représentations iconiques</i>) Connaissances : Qu'est-ce que le pollen ? Sa fonction ? Son déplacement ? La fécondation.</p> <p>4) Fruit Capacités : Les explications correspondantes aux photos sont données par écrit pour la transformation fleur-fruit de l'ellébore. Outils : Les représentations iconiques de l'ellébore sont utilisées pour expliquer le phénomène (<i>représentations iconiques</i>) Connaissances : Chaque fleur fécondée donne un fruit. L'ovaire se transforme en fruit et l' / les ovule/s en graine/s.</p> <p>5) Sortie Le respect de la question donnée à l'observation (cohérence entre ce qui est demandé d'observer et ce qui est réellement observé). La conformité entre ce qui est déclaré par l'élève et ce qui a été soumis à l'observation.</p>
--	--

Obstacles, erreurs, difficultés

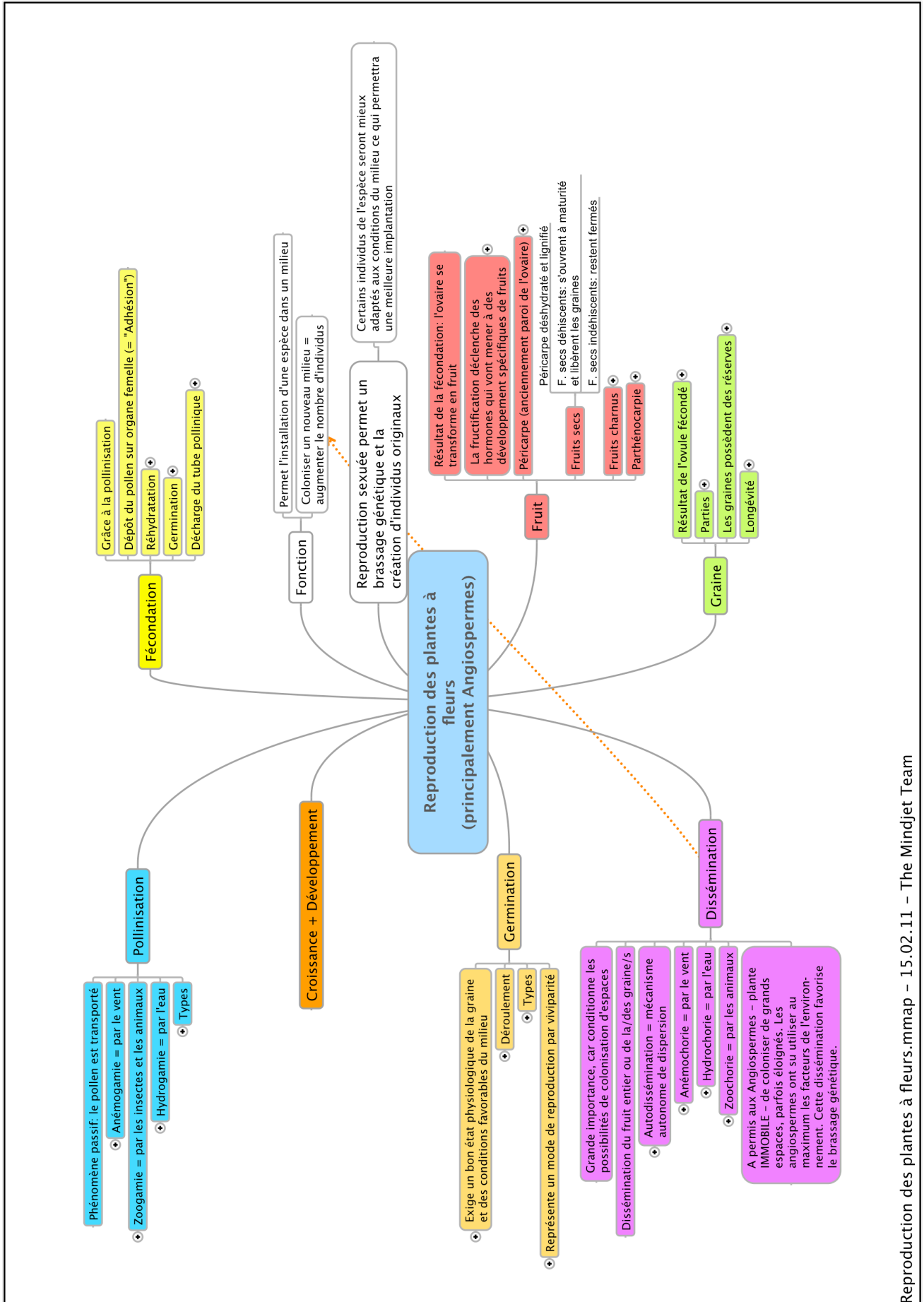
Pour les <u>concepts ou connaissances</u> : représentations-obstacles	Hypothèses concernant les causes
Un fruit se mange.	Les élèves connaissent principalement le concept « fruit » dans sa définition alimentaire. « Il faut manger 5 fruits et légumes par jour » Dans les supermarchés, le rayon « Fruits et Légumes » « Compote de fruits », « Tarte aux fruits », « Jus de fruits » etc.
Un fruit d'une plante (dans la forêt p.ex.) ne se mange pas.	L'élève ne s'est jamais posé la question. On lui a dit que tel ou tel fruit (baie p.ex.) était toxique.
Un légume n'est pas un fruit.	D'un point de vue alimentaire, on distingue les fruits des légumes. Dans les commerces, ils sont séparés.
Un fruit est sucré, un légume est salé.	Explication d'un point de vue alimentaire. Les légumes sont cuisinés dans des plats salés

	et les fruits dans des plats sucrés (desserts).
Le fruit se forme grâce à la fleur / la fleur se transforme en fruit.	Difficile de passer de l'un à l'autre. La fleur est « fine », comment peut-elle se transformer en un fruit plein de chair et de jus ?
Le grain de pollen est confondu avec la graine de la plante.	Confusion.
La pollinisation est confondue avec la dissémination des graines.	Dans les deux cas, certains agents se retrouvent (animaux, vent, eau).

Pour les <u>capacités</u> et les <u>outils</u> Erreurs, obstacles, difficultés possibles	Hypothèses concernant les causes	Régulations envisagées
Difficulté à exprimer sa conception, ses idées	Timidité, manque de confiance en soi, pas habitué à ces pratiques, peur d'être jugé/évalué	Mettre en confiance, répéter qu'il n'y a pas d'évaluation, que chacun est libre de dire ce qu'il pense. Instaurer un climat de confiance dès le début. Montrer que l'on peut se tromper (même l'enseignant se trompe parfois)
Difficulté à abandonner ses conceptions préalables	La nouvelle connaissance est trop complexe, elle est mal présentée, L'élève n'est pas convaincu par le savoir scientifique, Sa conception préalable renvoie à quelque chose d'affectif, Il n'est pas mis en situation où il peut constater que sa conception n'est pas adéquate.	Présenter de nombreuses situations permettant à l'élève de constater que sa conception initiale n'est pas adéquate.
Difficulté à observer le terrain / observer ce qui est demandé.	Il s'agit d'une activité rarement réalisée par les élèves. Il y a beaucoup de choses à observer, difficile de se focaliser sur un élément.	Préciser les consignes, guider l'observation à l'aide des cadres en papier.
Difficulté à mettre en lien notre modèle et le terrain.	En classe, le modèle élaboré est relativement abstrait et peu relié à la réalité. Le modèle élaboré est mal compris par l'élève.	Faire souvent des liens avec le modèle ou plus globalement avec ce que nous avons déjà travaillé.

Carte conceptuelle

A la page suivante figure la carte heuristique ayant servi d'analyse conceptuelle. Etant donné son étendue, elle a été réduite à l'essentiel pour les besoins de ce travail.



Annexe II : Planification de la séquence

Leçon 1 : Elaboration du modèle cyclique de reproduction de la flore

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	Prendre conscience que tout le monde ne partage pas les mêmes idées. Mettre en relation plusieurs éléments pour construire un modèle.
Critères d'évaluation	Capacités : Les conceptions sont exprimées et éventuellement comparées (<i>émettre des hypothèses, comparer</i>) Outils : Les conceptions sont exprimées par oral (<i>langage</i>) – un modèle est élaboré (<i>représentation graphique</i>)
Activité pour le contrôle de l'objectif	Discussion en plénière sur une question donnée. En plénière, élaboration d'un modèle pour représenter la reproduction de la flore.

Déroutement			
Horaire Durée	Etapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
15'-20'	Introduction Réfléchir, s'exprimer par rapport à la question posée. Réagir suite aux propositions des camarades.	Introduction « Comment une plante fait-elle pour se reproduire ? » Gérer le dialogue, relancer.	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : –
15'	Développement / Approfondissement Nommer les étapes importantes de la reproduction d'une plante. Elaborer un modèle montrant les étapes de reproduction d'une plante. Reproduire le modèle sur la fiche.	Développement/Approfondissement « Quels mots-clés pourrait-on retenir ? Quels mots importants ? » Ecrire au TN « Comment pourrait-on organiser ces mots-clés ? » « Est-ce qu'on peut essayer de montrer les étapes de reproduction ? » Ecrire le modèle au TN.	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : TN Fiche élève
5'	Synthèse : Consolidation ou Application Rappeler les éléments importants abordés durant la leçon.	Synthèse : Consolidation ou Application Revenir sur la leçon.	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : –

Leçon 2 : La germination

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	Formuler des hypothèses et les vérifier. Mettre en évidence les besoins de la graine pour germer en conduisant une expérience et en prenant note de son déroulement.
Critères d'évaluation	Capacités : Les hypothèses sont émises par écrit puis discutées (<i>émettre des hypothèses</i>). Une expérimentation est conduite pour contrôler les hypothèses (<i>expérimenter</i>) Outils : Le déroulement de l'expérience est dessiné et commenté (<i>représentations iconiques</i>) Connaissance : La graine a besoin d'humidité (eau) et d'être à température ambiante.
Activité pour le contrôle de l'objectif	Chaque élève fait germer quelques graines et note/dessine son évolution sur la fiche. Les conclusions se font en plénière et sont recopiées sur la fiche de l'élève.

Déroulement			
Horaire Durée	Étapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
10'-15'	Introduction S'exprimer si besoin. Répondre à question Réfléchir, noter ses hypothèses sur la fiche. Exprimer ses hypothèses à la classe, discuter. Noter les hypothèses de la classe sur la fiche.	Introduction Aborder rapidement les pré-tests. Tout le monde est d'accord avec le fait qu'une graine peut faire pousser quelque chose. « Comment ça s'appelle quand une graine se réveille et commence à faire pousser une plante ? » (→ germer) « De quoi une graine a-t-elle besoin pour germer ? » Gérer la discussion en plénière. Noter propositions au TN.	<u>Organisation</u> : Individuel Puis plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : TN, fiche élève
15'	Développement / Approfondissement Lire la proposition d'expérimentation. Reformuler l'activité demandée (l'expérimentation) Cours prochain : Tirer des conclusions sur les besoins de la graine pour germer. Noter ces conclusions sur la fiche.	Développement/Approfondissement Proposer le dispositif d'expérimentation. Vérifier compréhension. Donner consigne pour la fiche à remplir. Distribuer matériel et donner en devoir.	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : TN, fiche élève Gobelets plastique Graines
	Synthèse : Consolidation ou Application Rappeler les éléments importants abordés durant la leçon.	Synthèse : Consolidation ou Application	

Expérimentation :

Fais tremper quelques haricots secs durant toute une nuit. Plie une serviette de papier, humecte-la et recouvre-la en la paroi intérieure d'un verre. Fais une boule avec des serviettes de papier humides et place-la au centre du verre pour maintenir l'autre serviette contre la paroi. Place les graines entre le papier et la paroi. Observe les graines pendant quelques jours ; garde les serviettes de papier humides. Que se passe-t-il ?

Leçon 3 : La pollinisation

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	<u>Savoirs</u> : Décrire plusieurs moyens de pollinisation / Décrire le processus de fécondation. <u>Aptitude</u> : Choisir, sélectionner l'important de l'information (Tiré de la méthodologie p.23)
Critères d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> - 2 moyens de pollinisation sont connus ainsi que leurs caractéristiques (vent : efficace, mais gaspillage, utiles dans les régions ou les saisons où il n'y a pas d'insectes pollinisateurs / insectes : insectes transportent le pollen et fleur offre nourriture, fleurs ont des appâts) - 3 moments de la fécondation sont décrits : arrivée du pollen sur le stigmate, germination du grain de pollen, fusion avec l'ovule dans l'ovaire)
Activité pour le contrôle de l'objectif	Lors de l'institutionnalisation. Lors de la séance de clôture.

Déroutement			
Horaire Durée	Etapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
5'	Introduction Observer la photo et répondre aux questions.	Introduction Intrigue : Photo de flaque d'eau avec pollen. « Qu'est-ce ? » « Comment est-ce arrivé là ? »	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : Transparent, rétroprojecteur
5'	Développement / Approfondissement Réfléchir et exprimer par écrit ses questions à propos du pollen.	Développement/Approfondissement	Individuel, fiche
5'	Exprimer par oral sa/ses questions. Ecouter les autres, éventuellement réagir.	Noter les questions au TN.	Plénière, dialogue
10'	Imaginer comment on peut répondre à ces questions et exprimer ses idées.	<u>A considérer</u> : « Qu'est-ce que le pollen ? » « A quoi sert-il ? » « Comment se déplace-t-il ? »	Plénière, dialogue
30'	Lire p.17 – mettre en évidence ce qui est important et qui peut répondre à nos questions. Idem p.18 puis 19. A chaque fois, essayer de répondre à nos questions, par oral.	Lire p.17 – poser des questions sur la compréhension de cette page. Idem p.18 puis 19. Modérer discussions.	Plénière, dialogue
5'	Visionner l'extrait vidéo projeté. S'exprimer sur la vidéo, donner son avis, mettre en évidence éléments importants.	Projeter extrait vidéo. Stopper et donner quelques commentaires.	<u>Organisation</u> Plénière Livre p.17-18-19 <u>Matériel</u> : Beamer, ordinateur, DVD
10'	Synthèse : Consolidation ou Application Modifier éventuellement le modèle. Revenir sur ce qui a été fait. Mettre en évidence les éléments importants.	Synthèse : Consolidation ou Application « Pouvons-nous modifier notre modèle ? » Permettre l'institutionnalisation d'éléments importants. Si temps : faire imaginer ce qui pourrait se passer après.	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel</u> : Carnet de classe

Leçon 4 : La pollinisation suite

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	<u>Germination</u> : cf. planification germination. <u>Pollinisation</u> : Formuler ses questions sur un thème donné. Répondre aux questions élaborées par la classe en s'aidant d'un ouvrage de référence.
Critères d'évaluation	<u>Germination</u> : cf. planification germination. <u>Pollinisation</u> : Capacités : 1 à 4 questions sont formulées sur le pollen (<i>se poser des questions</i>). Outils : Des documents écrits avec représentations iconiques sont utilisés par l'élève pour répondre aux questions (<i>documents écrits, représentations iconiques</i>) Connaissances : Qu'est-ce que le pollen ? Sa fonction ? Son déplacement ? La fécondation.
Activité pour le contrôle de l'objectif	<u>Germination</u> : Dialogue en plénière lors du retour sur l'expérience. <u>Pollinisation</u> : Travail à domicile (devoir) qui sera ramassé et 'corrigé' lors de la prochaine leçon.

Déroulement			
Horaire Durée	Etapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
60'			
10'	Retour sur l'expérience S'exprimer par oral sur son expérience (déroulement, résultat).	Retour sur l'expérience Interroger 3 élèves sur le déroulement et le résultat de leur expérience.	<u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert
5'	Réfléchir et s'exprimer sur nos hypothèses de départ.	Retour sur nos hypothèses : lesquelles peut-on effacer ?	<u>Matériel</u> : Les E ramènent leur expérience et leurs fiches
7'	Ecrire sur la fiche les besoins réels de la graine pour germer.		Fiche germination TN Beamer, ordinateur
22'	Formuler une conclusion, l'exprimer par oral à la classe. Recopier conclusion sur fiche.	Conclusion. L'écrire au TN pour que les élèves la recopient. Montrer ma plante de haricot après env. 3 semaines + photos	Ramasser dossiers d'expérience.
10'	Développement Approfondissement Rappeler ce que nous connaissons déjà sur le pollen. Ecouter, poser des questions.	Développement Approfondissement Présenter le processus de fécondation. Répondre aux questions.	<u>Organisation</u> : Plénière
7'	Regarder extrait DVD.	Faire visionner extrait DVD. Interrompre pour donner quelques explications.	<u>Matériel</u> : Rétroprojecteur, fiches transparents pollinisation-fécondation Beamer, ordinateur, DVD
2' 19'	–	Expliquer travail à domicile.	
15'	Synthèse : Consolidation ou Application Considérer notre modèle et proposer des améliorations sur la base de ce que nous connaissons à présent.	Synthèse : Consolidation ou Application Retour sur notre modèle, permettre aux élèves de s'exprimer à ce sujet « Qu'est-ce que l'on devrait changer ? »	

Leçon 5 : Le fruit

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	Préciser la notion de fruit en décrivant la transformation de la fleur en fruit.
Critères d'évaluation	<p>Capacités : Les explications correspondantes aux photos sont données par écrit pour la transformation fleur-fruit de l'ellébore.</p> <p>Outils : Les représentations iconiques de l'ellébore sont utilisées pour expliquer le phénomène.</p> <p>Connaissances : Chaque fleur fécondée donne un fruit. L'ovaire se transforme en fruit et l' / les ovule/s en graine/s.</p>
Activité pour le contrôle de l'objectif	<p>Expliquer par écrit la transformation de la fleur en fruit pour l'ellébore, sur la base de photos (travail individuel – fiche).</p> <p>Mettre en évidence ce qui a été appris sur le fruit (institutionnalisation)</p>

Déroutement			
Horaire Durée	Etapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
45'			
5'	<p>Introduction</p> <hr/> <p>S'exprimer sur le décalage entre les conceptions initiales et ce qui est dit à présent.</p>	<p>Introduction</p> <p>Retour sur les fiches du pollen. Institutionnaliser qu'est le pollen, son rôle, son transport.</p> <hr/> <p>Confronter les conceptions initiales (fruit = aliment sucré) au savoir scientifique (fruit = fleur fécondée). Montrer capsule pavot et dire que c'est un fruit. Demander aux élèves ce qu'ils en pensent.</p>	<p><u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert</p> <p><u>Matériel</u> : Capsule pavot</p>
10'	<p>Développement Approfondissement</p> <p>Ecouter et suivre les explications. Poser des questions.</p> <p>Ecouter, reformuler la consigne.</p> <p><u>Travail individuel (fiche)</u></p> <p>Expliquer par écrit la transformation de la fleur en fruit pour l'ellébore, sur la base de photos.</p>	<p>Développement Approfondissement</p> <p>Présenter la transformation fleur-fruit chez la tomate, à l'aide des diapositives. Compléter avec la pomme. Répondre aux éventuelles questions.</p> <p>Donner consignes pour travail individuel. Faire reformuler un élève.</p> <p>Passer auprès des élèves et intervenir si nécessaire.</p>	<p><u>Organisation</u> : Plénière,</p> <p><u>Matériel</u> : Diapositives, lecteur diapositives Fiche</p>
20'	<p><u>Mise en commun</u></p> <p>Exprimer par oral son explication des différentes photos.</p>	<p>Gérer les interactions, relancer, corriger.</p>	
10'	<p>Synthèse : Consolidation ou Application</p> <p>S'exprimer sur ce qui a été appris sur le fruit.</p>	<p>Synthèse : Consolidation ou Application</p> <p>Institutionnaliser.</p> <p>« Le fruit est le résultat de quoi ? »</p> <p>Faire mettre en évidence que le fruit est le résultat d'une fleur fécondée. L'ovaire grossit et forme le fruit alors que les ovules forment les graines.</p>	<p><u>Organisation</u> : Plénière, dialogue ouvert</p> <p><u>Matériel</u> : Panneau TN</p>

Leçon 6 : La sortie sur le terrain

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	Observer le terrain pour mettre en évidence différents types de graines (différents modes de dissémination des graines) et de fruits.
Critères d'évaluation	Le respect de la question donnée à l'observation (cohérence entre ce qui est demandé d'observer et ce qui est réellement observé). La conformité entre ce qui est déclaré par l'élève et ce qui a été soumis à l'observation.

Déroulement			
Horaire Durée	Étapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
2h30			
20'	Préparation de la sortie Considérer le modèle, proposer des modifications. Attribuer des saisons aux étapes du modèle.	En classe : préparer la sortie « Que risquons-nous de trouver sur le terrain ? » Donner consignes de sécurité	<u>Organisation :</u> Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel :</u> TN
Env. 2h	Développement Approfondissement Observer, s'exprimer sur les éléments trouvés. Répondre aux questions de l'enseignante.	Développement Approfondissement 1^{er} arrêt : Arbre avec gousses et graines noires / Arbre avec petits fruits ronds et verts / arbustes avec fruits (églantier) sur lesquels on voit bien les restes de la fleur. S'arrêter et faire s'exprimer les élèves sur ce qu'ils voient. 2^e arrêt : Laisser libre dans une première approche du milieu (Consigne : observer les plantes et les fleurs) Proposer aux élèves qui le souhaitent de poser des cadres sur des « découvertes » et de nous en parler Rechercher des plantes où l'on voit la fleur à différents stades Rechercher des fruits et des graines Dans la forêt : Petit chemin après 2 ^e arrêt : Arbre avec belles feuilles vertes et petits fruits verts Forêt : Rechercher des graines, comment voyagent-elles ? Au pied de l'arbre avec marque rouge : Petits fruits avec pistil au centre	<u>Organisation :</u> En groupe, à l'extérieur, accompagnement de l'enseignante <u>Matériel :</u> Terrain Cadres en papier
10-15'	Synthèse : Consolidation ou Application Résumer l'après-midi, exprimer ses observations, éventuellement modifier le modèle	Synthèse : Consolidation ou Application Retour sur notre modèle, permettre aux élèves de s'exprimer à ce sujet	<u>Organisation :</u> Plénière, dialogue ouvert <u>Matériel :</u> TN

Leçon 7 : Bilan

Objectif général	Décrire la reproduction de la plante : fleur, fruit, graine (Tiré du GRAP p.75)
Objectif(s) spécifique(s)	Comparer le modèle initial avec le modèle final.
Critères d'évaluation	Les différences entre les modèles sont relevées (cycle, étapes supplémentaires, erreurs dans le 1 ^{er} modèle).
Activité pour le contrôle de l'objectif	S'exprimer sur les différences (et éventuels points communs) entre les deux modèles élaborés.

Déroulement			
Horaire Durée 45'	Etapes – Activités d'apprentissage	Activités d'enseignement	Stratégies d'enseignement, dispositif, organisation, matériel
20'	Evaluation formative : Répondre aux questions sur la fiche.		<u>Organisation :</u> Individuel <u>Matériel :</u> Fiche éval. form.
20'	Développement Approfondissement Expliquer le modèle élaboré juste avant la sortie, le commenter. Comparer ce modèle avec le modèle initial (différences, points communs).	Développement Approfondissement <u>Questions :</u> Ce modèle est-il parfait ? Peut-il tout expliquer ? Est-ce que toutes les graines suivront ce chemin ?	<u>Organisation :</u> Plénière <u>Matériel :</u> Fiche modèle
5'	Recopier le modèle sur la fiche.		
5'	Synthèse : Consolidation ou Application Exprimer les éléments importants / surprenants / etc. appris durant cette séquence et dont on souhaiterait se rappeler.	Synthèse : Consolidation ou Application	<u>Organisation :</u> Plénière, dialogue ouvert

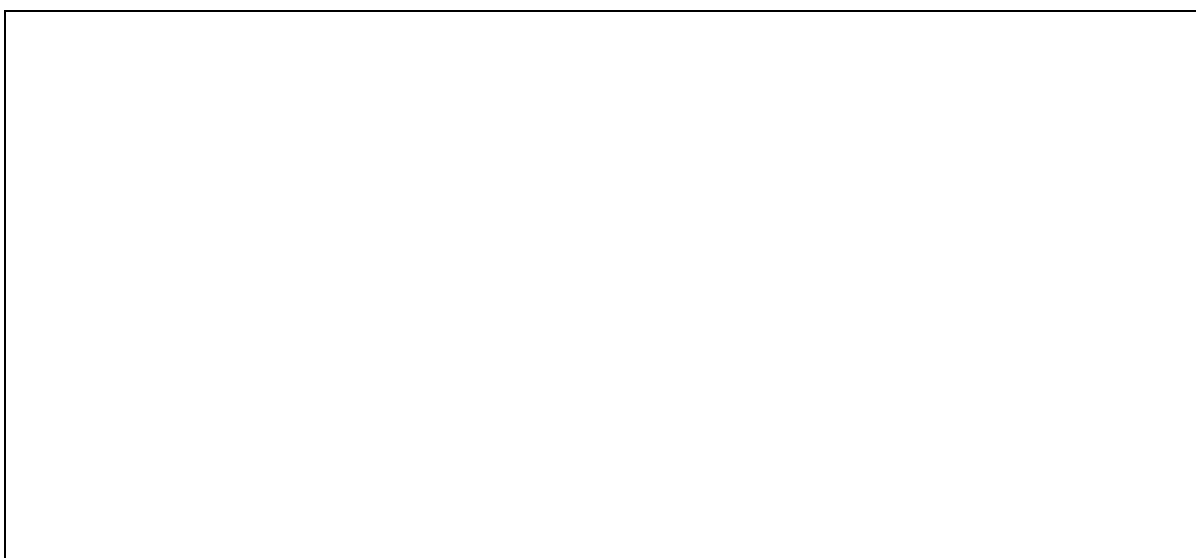
Annexe III : Pré-test et Post-test

Réponds aux questions suivantes.

Qu'est-ce qu'un fruit ?

A quoi sert un fruit ?

Dessine un fruit.



Qu'est-ce qu'une graine ?

A quoi sert une graine ?

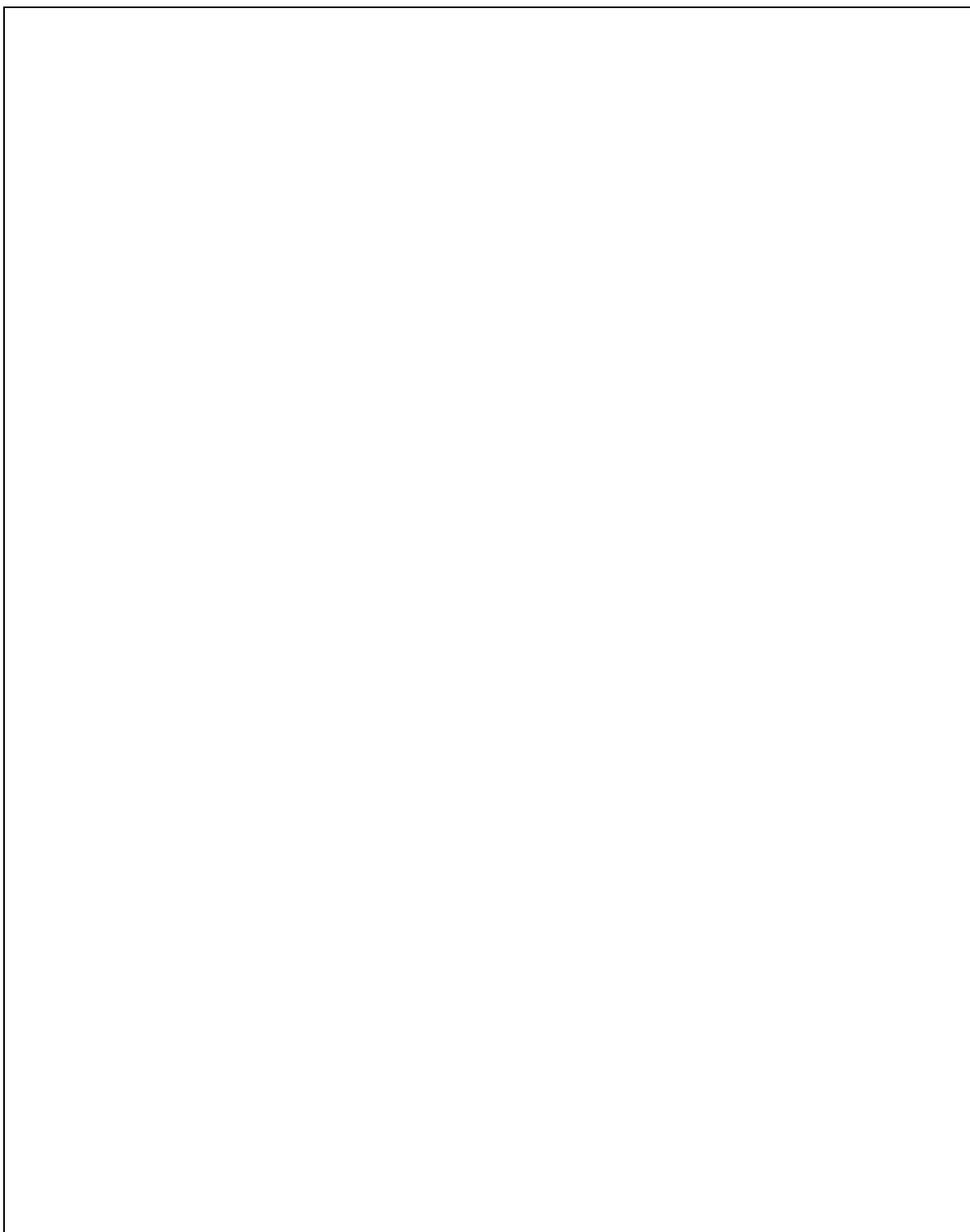
Dessine une graine.



Annexe IV : Fiches utilisées par les élèves

Leçon 1 : « Comment une plante fait-elle pour se reproduire ? »

Nous avons donné plusieurs hypothèses et organisé les étapes de reproduction d'une plante. Voici notre modèle :



Leçon 2 : « De quoi une graine a-t-elle besoin pour germer ? »

Je pense qu'une graine a besoin de :

<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

Les autres pensent qu'une graine a besoin de :

<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

L'expérience nous a montré qu'une graine avait besoin de :

<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

Conclusion :

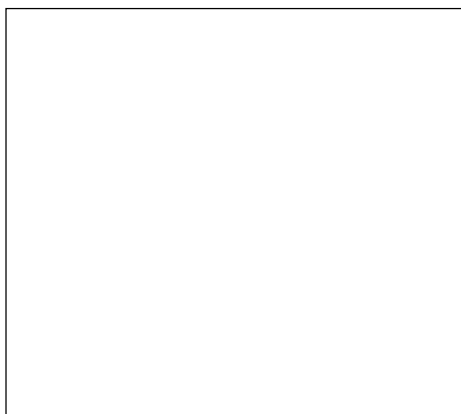
<hr/>
<hr/>
<hr/>

Proposition d'expérience

Fais tremper quelques haricots secs durant toute une nuit. Plie une serviette de papier, humecte-la et recouvres-en la paroi intérieure d'un verre. Fais une boule avec des serviettes de papier humides et place-la au centre du verre pour maintenir l'autre serviette contre la paroi. Place les graines entre le papier et la paroi. Observe les graines pendant quelques jours ; garde les serviettes de papier humides.

Que se passe-t-il ?

Voici une graine de haricot :



Jour _____





Jour _____

Jour _____

Jour _____

Leçon 3 : Le pollen

Note ci-dessous les questions que tu te poses à propos du pollen.

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

Leçon 4 : Nos questions sur le pollen

Réponds aux questions ci-dessous en t'aidant du livre de sciences, de la page 17 à 22.

Dans quelle partie de la fleur le pollen est-il produit ?

.....

.....

Quelle forme a le pollen ?

.....

.....

.....

Quel est le rôle du pollen ?

.....

.....

.....

.....

Qu'est-ce que les abeilles en font ?

.....

.....

.....

.....

Comment le pollen se déplace-t-il ?

.....

.....

.....

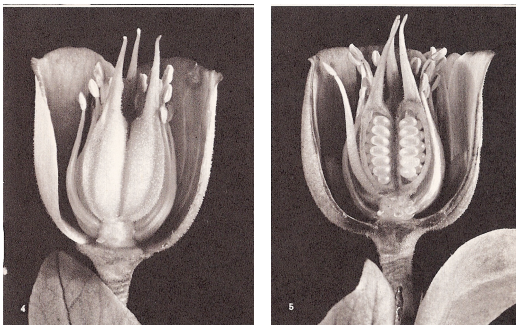
Ci-dessous, tu peux écrire d'autres informations dont tu aimerais te souvenir à propos du pollen :

Leçon 5 : Une fleur se transforme en fruit

Décris et explique ce qui se passe sur les photos ci-dessous.



Voici l'ellébore. Sur la deuxième photo, tu peux voir les étamines. Elles cachent le pistil au centre. Le pistil est composé de 4 carpelles.



Que s'est-il passé ici ?

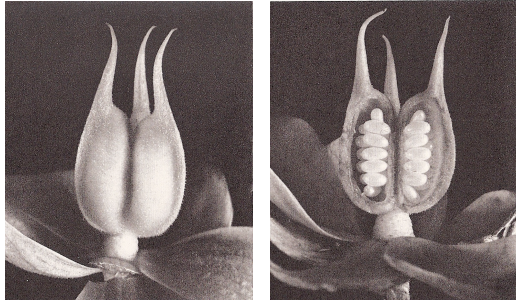
.....

.....

.....

Décris et explique ce que tu vois sur ces photos.

[illegible]



Décris et explique ce que tu vois sur ces photos.

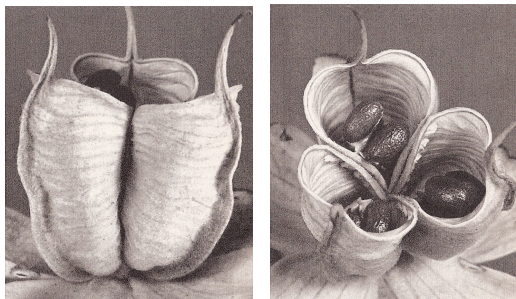
.....

.....

.....

.....

.....



Décris et explique ce que tu vois sur ces photos.

.....

.....

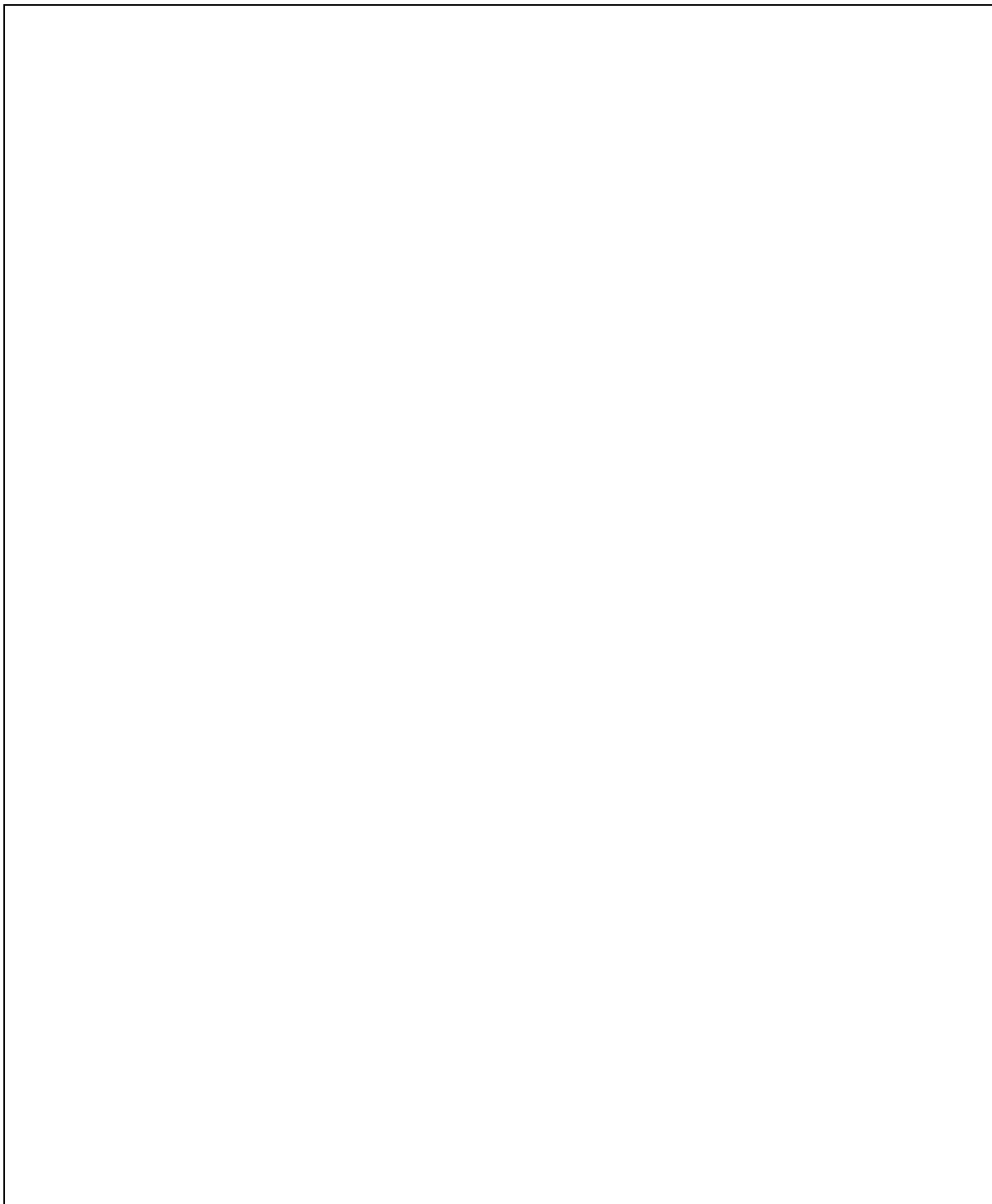
.....

.....

.....

Leçon 7 : « Comment une plante fait-elle pour se reproduire ? »

Au cours des leçons, nous avons appris de nouvelles choses sur la reproduction des plantes. Grâce à cela, nous avons pu améliorer notre modèle. Voici ce qu'il est devenu :



Compare ce modèle avec celui de la leçon 1.



Attestation d'authenticité

Je certifie que ce mémoire constitue un travail original et j'affirme en être l'auteur.

Je certifie avoir respecté le code d'éthique et la déontologie de la recherche en le réalisant.

Lieu et date :

Signature :