

Albine Delannoy Courdent

Université de Lille

Laboratoire CIREL, ULR 4354 équipe Théodile

École doctorale Sciences de l'Homme et de la Société (SHS ED473)

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

en didactique des sciences

Soutenue le 9 janvier 2024

*La mise en récit comme processus pour construire des savoirs scientifiques :
une narration conceptualisante*

Tome 1

NOTE DE SYNTHÈSE : Introduction générale

Genèse de la problématique tout au long du parcours scientifique

MEMOIRE :

**Dans quelle mesure une mise en récit réalisée par les élèves peut-elle
favoriser les apprentissages scientifiques ?**

Composition du Jury

Catherine BRUGUIERE, maître de conférences HDR, Université de Lyon 1, rapporteure

Danielle CHAPERON, professeure, Université de Lausanne, membre

Cora COHEN AZRIA, professeure des universités, Université de Lille, présidente du jury

Marie-Noëlle HINDRYCKX, professeure, Université de Liège, rapporteure

Yann LHOSTE, professeur des universités, Université des Antilles, rapporteur

Denise ORANGE RAVACHOL, professeure émérite, Université de Lille, garante

REMERCIEMENTS

Parce que l'écriture n'est possible que dans l'échange, la discussion, le dialogue, je veux dire ma profonde reconnaissance à ma garante, Denise Orange Ravachol, qui m'a permis de cheminer grâce à ses remarques éclairées, sa pensée aiguisée, ses nombreux conseils, son soutien inconditionnel.

Parce que les chemins sont parfois nébuleux, je remercie mes collègues de Théodile pour les lumières qu'ils ont allumées lors de nos réflexions de laboratoire.

Parce que l'on demande toujours énormément à ceux qui nous sont proches, en pensant qu'ils accepteront mieux que d'autres les efforts qu'on leur impose, je veux manifester à ma famille toute ma gratitude.

Ils ne sont jamais très loin ceux qui nous portent, parfois invisibles au regard mais tellement présents. Mes parents ne m'ont jamais quittée dans mes efforts.

À mes enfants qui ont pu se sentir abandonnés, j'annonce solennellement « c'est la dernière fois ».

Mes remerciements seraient trop faibles pour celui qui m'a soutenue tout au long de ce travail. Cette HDR, je lui dois. Pas seulement l'intendance ou le silence, la retenue et la patience. Je lui dois cet indéfectible étayage, pas au sens pédagogique, mais au sens architectural, avec toute la force et la peine qu'il recouvre, l'attention aussi, la précaution et la vision de l'œuvre achevée. A l'instant où j'écris, j'entends du bas de l'escalier « C'est prêt ! ». À moi de lui dire à présent, que je pose le point final « C'est prêt ! ».

« Les livres ne sont pas faits pour être crus, mais pour être soumis à l'examen. Devant un livre, nous ne devons pas nous demander ce qu'il dit mais ce qu'il veut dire ».

Umberto Eco, 1980, *Le nom de la rose*.

Table des matières

GENESE DE LA PROBLÉMATIQUE TOUT AU LONG DU PARCOURS SCIENTIFIQUE	5
CHAPITRE 1 : DES CONNEXIONS A INTERROGER ENTRE LA VULGARISATION ET L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE.....	6
1.1 Sur le plan de l'enseignement scientifique	7
1.2 Sur le plan de la vulgarisation scientifique	8
1.3 Une porosité des approches de construction de savoirs scientifiques entre l'enseignement et la vulgarisation scientifique	8
CHAPITRE 2 : LA FONCTION DU RECIT DANS LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES	10
PARTIE 1 : CADRES THÉORIQUES MOBILISÉS	13
CHAPITRE 1 :	14
QUELLE RELATION ENTRE LA CONSTRUCTION DE SAVOIRS SCIENTIFIQUES ET LA MISE EN RECIT ?	14
1.1 Quels savoirs et quels types de problèmes pour quelles sciences ?	14
1.2 Des récits pour traiter des problèmes du monde	17
1.3 Quel rôle du récit dans les usages scolaires ?	21
CHAPITRE 2 : LA CONSTRUCTION DE SENS À TRAVERS LA MISE EN RECIT ...	29
2.1 Les dimensions du sens et le sens des activités pour apprendre	30
2.2 Le sens, produit d'actes discursifs, interprétatifs et inférentiels : conditions de la signification.....	36
2.3 Contribution du processus de mise en récit et de l'élaboration de sens dans la structuration des savoirs.....	43
2.4 L'intérêt de l'activation de deux mondes : construction de sens entre le réel et la fiction	44
CHAPITRE 3 : QUELS ÉCUEILS ET POTENTIALITÉS D'UNE MISE EN RÉCIT : DES QUESTIONS POUR LA DIDACTIQUE DES SCIENCES	47
3.1 Quelles ambiguïtés liées au récit dans l'apprentissage scientifique ?.....	47
3.2 En quoi, au-delà des réserves énoncées, l'élaboration d'un récit de fiction par les élèves pourrait contribuer à une narration conceptualisante en sciences ?	50
3.3 Les mondes possibles dans les récits de fiction : vers la construction de connaissances	56
3.4 Un modèle de narration conceptualisante	60
CHAPITRE 4 : RENOUELEMENT GÉNÉRATIONNEL, HÉRÉDITÉ, REPRODUCTION	67
4.1 Des obstacles épistémologiques sous-jacents au problème de renouvellement générationnel des êtres vivants	68

4.2 Questions d'hérédité : spécificité et transmission des caractères, stabilité et variabilité du vivant.....	71
4.3 La reproduction chez les plantes à fleurs	75
CHAPITRE 5 : ENSEIGNER LA REPRODUCTION SEXUEE DES PLANTES À FLEURS : PROBLEMES ET SAVOIRS EN JEU	80
5.1 Délimitation de l'objet d'étude et clarification du lexique	80
5.2 Les élèves face à des problèmes conceptuels.....	81
5.3 Des modalités d'apprentissage ayant leurs intérêts et leurs limites	84
PARTIE 2 : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	90
CHAPITRE 1 : DISPOSITIFS, RECUEILS DE DONNEES ET CORPUS.....	91
1.1 Présentation générale des dispositifs didactique et de la recherche.....	91
1.2 Démarche et supports de la séquence de sciences	103
1.3 Démarche et supports concernant les apports sur le roman policier.....	116
CHAPITRE 2 : LES MODALITES D'ANALYSE DE LA MISE EN RECIT	120
2.1 Analyse des processus de conceptualisation et des effets produits sur les apprentissages scientifiques.	120
2.2 Les critères d'engagement et leur analyse	126
PARTIE 3 : ANALYSES LONGITUDINALES DE L'EFFET DE LA MISE EN RECIT SUR LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES	130
CHAPITRE 1 : ANALYSES LONGITUDINALES DE L'EFFET DE LA MISE EN RECIT SUR LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES PORTANT SUR DES PROBLÈMES FONCTIONNALISTES LIÉS À LA REPRODUCTION DES PLANTES À FLEURS... 131	
1.1 La compréhension du concept biologique de fécondation à travers la mise en récit du groupe A.....	132
1.2 La compréhension du concept biologique de fécondation à travers la mise en récit du groupe B.....	149
1.3 La compréhension des concepts de transmission des caractères lors du développement de la graine et de fécondation à travers la mise en récit du groupe C.....	162
1.4 La compréhension du concept de spécificité des pollens et du concept de fécondation à travers la mise en récit du groupe D.....	171
1.5 La compréhension de la spécificité des structures anatomiques et du concept de fécondation à travers la mise en récit pour le groupe E.....	182
1.6 Synthèse des résultats et des analyses portant sur la construction de concepts biologiques attachés à des problèmes fonctionnalistes liés à la reproduction des plantes à fleurs.	191
CHAPITRE 2 : ANALYSES LONGITUDINALES DE L'EFFET DE LA MISE EN RECIT SUR LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES PORTANT SUR DES PROBLEMES ANATOMIQUES LIÉS À LA REPRODUCTION DES PLANTES À FLEURS	201
2.1 La représentation graphique des structures anatomiques.....	201

2.2 La comparaison du lexique mémorisé portant sur les structures anatomiques d'une fleur, lors des évaluations pré et post mise en récit	208
CHAPITRE 3 : CONCLUSION PORTANT SUR LES APPRENTISSAGES ET LES PROCESSUS À L'ŒUVRE DANS LA NARRATION CONCEPTUALISANTE	217
3.1 Les aspects scientifiques intégrés aux récits produits : usage des savoirs stabilisés	217
3.2 Récapitulatif de l'ensemble des apprentissages et des processus identifiés	220
PARTIE 4 : CONDITIONS D'UNE NARRATION CONCEPTUALISANTE DÉBOUCHANT SUR DES APPRENTISSAGES ET NOUVELLES PISTES DE RECHERCHE	228
CHAPITRE 1 : ANALYSE DE L'ENGAGEMENT DES ELÈVES À TRAVERS LA MISE EN RÉCIT	229
1.1 L'affect positif	229
2.2 Le sentiment de compétences	231
2.3 Le sentiment d'autonomie.....	234
2.4 Quel sens est donné à la situation ?	236
CHAPITRE 2 : APPORTS DU MODÈLE DE NARRATION CONCEPTUALISANTE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE	239
2.1 Qu'entendons-nous par « narration conceptualisante » ?	239
2.2 Quels contenus scientifiques ont été pris en charge dans la mise en intrigue ?.....	241
2.3 De quelle manière les élèves conduisent leur processus de narration conceptualisante ?	244
2.4 La construction des savoirs grâce à la mise en récit par les élèves : une narration conceptualisante	251
CONCLUSION	257
BIBLIOGRAPHIE	258

NOTE DE SYNTHÈSE :

Introduction générale

GENESE DE LA PROBLÉMATIQUE TOUT AU LONG DU PARCOURS SCIENTIFIQUE

Les travaux qui ont conduit à cette Habilitation à Diriger des Recherches articulent deux axes forts que *sont la vulgarisation scientifique et l'enseignement des sciences à l'école*. Mon parcours de recherche a ainsi interrogé les connexions entre les approches de la vulgarisation scientifique et la didactique des sciences. Il trouve son ancrage initial dans les recherches de ma thèse, soutenue en 2009, portant sur la place des *pratiques langagières* dans les apprentissages scientifiques (Delannoy-Courdent, 2009). Il s'agissait de déterminer dans quelle mesure la mise au jour de l'image des sciences enseignées à l'école, facteur contributif de la clarté des apprentissages, pouvait s'appuyer sur l'analyse des pratiques langagières des maîtres et des élèves. J'ai pu montrer que celles-ci sont des appuis à la construction des connaissances quand elles sont sollicitées dans les interactions orales lors de débats et à travers les productions écrites d'élèves, en cohérence avec les étapes d'une démarche d'investigation en classe. Lorsqu'elles sont maîtrisées par les enseignants et les élèves, elles peuvent, au sein des échanges langagiers entre eux, constituer un soutien au raisonnement scientifique et mener à l'intelligibilité et la structuration des savoirs.

À partir de ces premiers résultats, j'ai souhaité approfondir le rôle des pratiques langagières et de la mise en mots dans les processus de transmission et d'appropriation de savoirs scientifiques, vers les sphères non académiques.

CHAPITRE 1 : DES CONNEXIONS A INTERROGER ENTRE LA VULGARISATION ET L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

Lors de mon recrutement au Laboratoire de la Barrière Hémato Encéphalique (LBHE) de Lens, à l'Université d'Artois, en septembre 2010, j'ai intégré l'équipe Vulgarisation des Savoirs Scientifiques (V2S). Il s'agissait de caractériser des méthodes de vulgarisation et de m'appropriier les contenus scientifiques développés par le laboratoire afin de les diffuser vers le grand public. Mes travaux ont donc commencé par questionner les modalités de diffusion de savoirs dans la vulgarisation et dans l'enseignement scientifique en examinant les supports extra-scolaires et scolaires pour en retirer des spécificités et des invariants (Delannoy-Courdent, 2011).

En partant du constat que la didactique des sciences et les recherches sur la vulgarisation scientifique sont amenées à questionner des stratégies permettant de faire acquérir des savoirs, en accord avec les préconisations ou les objectifs qui leur sont associés, j'ai analysé l'iconographie et les pratiques langagières mises en œuvre dans les textes supports de vulgarisation et d'enseignement. J'ai pu identifier, par exemple, que la mise en évidence de définitions dans l'enseignement était mobilisée dans les supports de vulgarisation. En appui sur les travaux de Jacobi (1986), qui ont analysé ces types de supports, j'ai interrogé les interactions entre la narration et les apports scientifiques, plus précisément la manière avec laquelle des éléments de récit et des éléments informatifs sont intriqués pour servir la compréhension des contenus. En me penchant sur les écrits de vulgarisation qui contiennent des traces de récits (allant de l'anecdote à des scénarisations plus complexes), j'ai pu saisir l'importance de prendre appui sur le vécu et l'environnement proche du public cible dans la transmission de connaissances, et sur la narration susceptible d'emporter l'adhésion du lecteur. J'ai aussi pu repérer le transfert de ce procédé vers l'enseignement.

Ainsi, dans une approche ouverte de la didactique, j'ai poursuivi mes recherches croisées par l'analyse des démarches en classe de sciences et des démarches de vulgarisation en prenant appui à la fois sur l'étude des pratiques langagières et de la mise en récit pour progresser dans la compréhension des mécanismes potentiellement propices à la construction de savoirs scientifiques.

1.1 Sur le plan de l'enseignement scientifique

Lors de recherches communes avec J.-G. Egginger du Centre Interuniversitaire de Recherche en Éducation de Lille (CIREL), à l'Université de Lille, nous avons étudié l'usage possible de documents choisis pour éveiller la curiosité et l'intérêt des élèves, favoriser le questionnement, enclencher une démarche d'investigation (Egginger et Delannoy-Courdent, 2013 a). L'analyse des pratiques langagières à l'œuvre dans les supports scolaires scientifiques écrits a mis en évidence leur impact sur certaines compétences scientifiques telles que la description rigoureuse, l'explication argumentée, la recherche de causalité. Nous avons notamment identifié dans ces documents, la mobilisation de pratiques langagières spécifiquement associées à certaines fonctions des textes (fonctions expositive, explicative, argumentative, participative).

La co-coordination d'un numéro de la revue *Spirale*, portant sur l'enseignement intégré de science et technologie (EIST) m'a permis d'élargir un espace de dialogue entre communautés scientifiques et éducatives, ainsi que de questionner les spécificités didactiques liées à l'EIST (Egginger et Delannoy-Courdent, 2013 b). Ma contribution personnelle a été d'examiner les manières de dire dans l'élaboration d'une configuration de postures enseignantes caractéristiques de l'EIST (Delannoy-Courdent, 2013).

Ces travaux ont donné lieu à des communications lors de journées d'études qui ont permis de discuter du rôle de la mise en mots dans l'enseignement des sciences (Delannoy-Courdent et Egginger, 2011¹; Egginger et Delannoy-Courdent, 2012²). Ils ont aussi fait l'objet de conférences et d'ateliers à l'invitation d'universités étrangères :

- Conférences et ateliers à l'Académie des Sciences d'Afrique du Sud à Pretoria, en partenariat avec l'Université de Pretoria, du 26 au 30 novembre 2012 pour une session « Teaching sciences by an Hands-on approach ».

¹ 2^{ème} Journées d'étude S-TEAM, Grenoble, France, 10-12 mai 2011. Thème « Accéder et développer la culture scientifique : adaptation des programmes et des pratiques scolaires à la diversité des apprenants – Accéder à la culture scientifique », http://iufm.ujf-grenoble.fr/images/Documents/S-TEAM/ALBINE_DELANNOY-COURDENT.pdf

² Journée d'Études *Des « documents patrimoniaux » aux « documents culturels authentiques » : À la recherche d'une éducation au patrimoine dans les politiques curriculaires contemporaines (formation des maîtres, formation des élèves)*, laboratoire FRAMESPA (UMR 5136), Université de Toulouse - Le Mirail, le 9 mars 2012, Tarbes.

- Conférences et ateliers au « National workshop on Inquiry Based Science Education » à la Faculté des Sciences d'Ispahan, Iran, du 25 au 29 novembre 2018 portant sur l'éducation scientifique.

1.2 Sur le plan de la vulgarisation scientifique

J'ai ensuite caractérisé des conditions favorables à l'élaboration collaborative d'un support audiovisuel de diffusion de connaissances, en l'occurrence, un outil de formation d'aidants de malades atteints de la maladie d'Alzheimer dont l'enjeu était de transmettre des connaissances pédagogiquement adaptées au public que constituent les familles. J'ai reçu pour ces travaux un financement sous la forme d'un bonus recherche de la Région Nord-Pas-de-Calais dans le cadre d'un appel à projet pour des expériences interactives (2012). Ainsi, avec mon laboratoire, le LBHE, nous avons réalisé un *serious game* « Vivre avec la maladie d'Alzheimer » à destination des aidants de malades afin qu'ils comprennent mieux la maladie et accompagnent plus sereinement les malades. Une analyse des critères qui favorisent la transmission de savoirs scientifiques a été menée et a pointé la nécessité de réaliser de manière explicite une interface entre les savoirs scientifiques et les contextes vécus par le public cible non scientifique (Courdent et Egginger, 2017). Nous avons approfondi cet axe de réflexion en analysant comment la maîtrise des pratiques langagières lors de l'élaboration de ce support interactif numérique non scolaire destiné au grand public peut favoriser la diffusion de savoirs scientifiques (Courdent et Egginger, 2020). Ces travaux sur la conception et la réalisation d'un *serious game* portant sur la connaissance de la maladie d'Alzheimer à destination des accompagnants de malades nous ont alors permis de mettre au jour quelques premiers repères montrant qu'une mise en récit menée conjointement avec des chercheurs et des accompagnants, en appui sur des échanges langagiers construits autour des pratiques langagières telles que l'explicitation, l'argumentation, l'explication, permettraient de mieux comprendre le fonctionnement de la maladie et ainsi de mieux s'en approprier les composantes dans leur vie quotidienne (Courdent et Gosselet, 2020).

1.3 Une porosité des approches de construction de savoirs scientifiques entre l'enseignement et la vulgarisation scientifique

À l'interaction de mes axes de travail, j'ai mené un projet de recherche qui interroge l'articulation des enseignements et des moments d'éducation non formelle, dans des laboratoires de recherche scientifique. Soutenu par l'ESPE de Lille (École Supérieure de Professorat et d'Éducation de Lille) en 2018-2019, il s'intitulait « Impact des interactions à long

terme entre chercheurs, enseignants et élèves sur les pratiques d'enseignement et d'apprentissage ». Je me suis alors penchée sur des situations d'apprentissage scolaires, prenant appui sur des dispositifs didactiques prévoyant une restitution par des récits d'élèves, des découvertes scientifiques faites lors d'interactions en laboratoire entre chercheurs et élèves. Il s'agissait d'interroger ces dispositifs et leurs supports dans la transmission des savoirs scientifiques. Mes travaux ont mis en évidence qu'une condition associée à cette transmission réside dans une certaine proximité des élèves avec l'objet d'étude ou les pratiques (initiative de la problématique de recherche donnée aux élèves, appui sur un environnement proche et des centres d'intérêt, réponse à un besoin). Ils ont aussi montré qu'une déstabilisation mesurée stimule la curiosité, l'envie de savoir (Courdent, Deligne et Versele, 2019). De plus, ces approches où les élèves sont incités à faire part de la recherche en faisant appel à des mises en récit impactent positivement leur motivation et facilite le rappel des connaissances construites (Courdent et Egginger, 2018).

CHAPITRE 2 : LA FONCTION DU RECIT DANS LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES

Avec mon intégration au CIREL, dans l'équipe Théodile en 2020, j'ai encore davantage approfondi mes travaux en didactique des sciences. Mon objet principal d'étude a porté sur la construction des savoirs par la mise en récit.

Une première étape a consisté à prolonger les précédents résultats de mes recherches en examinant l'activation des processus cognitifs favorables aux apprentissages, associés à l'élaboration d'une fiction par les élèves, comme approche pour penser les situations d'enseignement. J'ai pu mettre en évidence que la mise en récit, en mobilisant les démarches des scientifiques, a stimulé les conditions d'engagement cognitif des apprenants, leur a permis de construire et structurer leurs connaissances et compétences, dans une recherche de création de sens et de mise en cohérence des contenus scientifiques avec l'histoire véhiculée par le récit. Ainsi, la mise en intrigue elle-même, dans la perspective d'une transmission à un public, a réactivé des émotions positives vécues avec les chercheurs, favorisant l'engagement intellectuel des élèves, et mobilisant les savoirs scientifiques nécessaires à la narration (Courdent et Alvain, 2022).

Dans le cadre de l'appel à projets « Pratiques innovantes de formation et d'enseignement » de l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation Lille-Hauts-de-France (INSPE-Lille-HDF)³ pour l'année universitaire 2019-2020, j'ai pu bénéficier d'un soutien pour mon projet « *Escape game* au service de l'enseignement ». J'ai, en ce sens, examiné la capacité du récit, lorsqu'il contribue à la scénarisation d'un *escape game* pédagogique conçu par des formateurs d'enseignants, à engager les enseignants ou les formateurs formés dans une dynamique de recherche. Cette dynamique prend son sens dans l'intrigue du récit et favorise la construction ou la consolidation de compétences professionnelles, notamment concernant l'enseignement des sciences (Decroix et Courdent, 2022). Je développe, en parallèle, des travaux sur la formation des enseignants en sciences en étudiant de quelle manière l'intervention de chercheurs en sciences expérimentales dans des

³ L'INSPE est la nouvelle dénomination de l'ESPE

formations de professeurs peut faire évoluer les pratiques d'enseignement et les apprentissages scientifiques (Courdent et Decroix, à paraître). J'observe en particulier de quelle manière les échanges entre les chercheurs et les formateurs concepteurs de formation peuvent conduire à des opérations de connexion, de négociation, de traduction qui mène à ce que Ligozat et Marlot (2016) nomment un espace interprétatif partagé entre le médiateur et son public.

Actuellement, mes recherches se focalisent sur le rôle possible de la mise en récit par les élèves dans la construction des savoirs scientifiques. Des travaux préliminaires à ceux de l'habilitation à diriger des recherches ont identifié, comme premier repère, la possibilité qu'offre, pour la construction de savoirs scientifiques, l'élaboration d'un récit par les élèves de reconfigurer leurs connaissances dans l'intégration des apports de cours aux éléments constitutifs de leur histoire (Courdent, 2022). À ce stade de mon parcours de recherche, ayant interrogé la porosité entre éducations formelle et informelle, en particulier par l'intermédiaire des pratiques langagières et de la narration, je suis amenée à questionner de façon plus approfondie, au moment de présenter mon habilitation à diriger des recherches, la manière avec laquelle la perspective et la réalisation d'un récit par les élèves peuvent contribuer à l'élaboration de concepts scientifiques.

Ainsi, en m'intéressant au récit dans un cadre didactique pour explorer ses potentialités dans les apprentissages scientifiques, l'ambiguïté de celui-ci est rapidement apparue. Si Bruner (1986) montre l'aide que constitue l'élaboration de récits dans la compréhension du monde, des recherches plus récentes (Orange Ravachol, 2010) indiquent que les « *petites histoires* », produites par des élèves pour mener une explication portant sur le passé de la Terre, se constituent en obstacle pour la construction des savoirs scientifiques. Les recherches fondatrices de Popper (1985), établissent une distinction entre les récits du sens commun et les récits scientifiques qui sollicitent une analyse critique nécessaire pour la construction de savoirs scientifiques. Pour autant, Triquet (2007, p. 109) identifie la proximité entre les processus à l'œuvre dans le récit et ceux des sciences : « *Des personnages, une intrigue, un environnement spatio-temporel, c'est tout cela qu'offrent à leur manière les mécanismes et processus étudiés en sciences physiques et en biologie... Mais au-delà, c'est la capacité du récit à bousculer les évidences, à les questionner, qui en fait un outil pour l'expression de la chose scientifique* ». Les travaux de ces chercheurs qui ont traversé mon parcours ont constitué une amorce à la réflexion menée dans cette habilitation à diriger des recherches, de manière à interroger les processus à l'œuvre, lors de l'élaboration d'un récit de fiction par les élèves que nous nommons narration conceptualisante. Nous entendons par ce processus, l'élaboration d'un concept au fur

et à mesure qu'on le raconte. Il s'agit alors d'examiner **en quoi la perspective et la réalisation par les élèves d'un tel récit, peuvent être propices ou non à la construction de savoirs scientifiques et de démarches qui y sont associées.**

Astolfi (1992) a montré que dans de nombreuses situations d'enseignement, souvent, ne sont présents que la connaissance globale résultant de la pensée commune des élèves et des informations factuelles apportées, ni intériorisées (connectées aux vécus personnels pour constituer des connaissances) ni résultats d'une construction intellectuelle ou d'un processus d'objectivation (conceptualisées). Dans notre modèle de narration conceptualisante, nous proposons que la mise en récit reconstitue le chemin cognitif de construction des savoirs scientifiques, vécu personnellement, assumé collectivement, justifié rationnellement, ouvert à la remise en cause. En effet, des éléments de savoirs prélevés dans les situations d'enseignement antérieures, en passant par la contextualisation de l'intrigue, sont susceptibles d'être intériorisés dans les connaissances personnelles de l'élève, puis d'être décontextualisés à un moment donné par les élèves pour apporter l'argumentation nécessaire au choix des composants du récit et à l'adhésion du collectif. Un processus d'objectivation peut alors être mis en place qui s'appuie sur les apports scientifiques précédemment travaillés et qui permet la construction de concepts associés à l'explication des phénomènes scientifiques. C'est dans cette dynamique que notre modèle de narration conceptualisante, sera discuté dans le mémoire d'habilitation à diriger des recherches.

MÉMOIRE

PARTIE 1 : CADRES THÉORIQUES MOBILISÉS

Nous souhaitons tout d'abord fonder notre réflexion en cherchant quels peuvent être les intérêts scientifiques à questionner, sous l'angle didactique, la relation entre la mise en récit et la construction de savoirs scientifiques, de façon à répondre à notre problématique :

Dans quelle mesure une mise en récit réalisée par les élèves peut-elle favoriser les apprentissages scientifiques ?

CHAPITRE 1 :

QUELLE RELATION ENTRE LA CONSTRUCTION DE SAVOIRS SCIENTIFIQUES ET LA MISE EN RECIT ?

Ce chapitre vise à identifier ce que recouvrent les approches et les termes que nous mobilisons dans notre recherche. Comment caractérisons-nous les savoirs et les problèmes en sciences de la nature ? Qu'entendons-nous par le récit et comment y voyons-nous un intérêt pour le traitement des problèmes scientifiques ? Que nous apprennent les recherches antérieures sur le rôle du récit dans les apprentissages disciplinaires scolaires, en particulier en sciences ?

1.1 Quels savoirs et quels types de problèmes pour quelles sciences ?

Nous examinons les sciences du « réel sensible » selon Delsol (1985), en tant qu'elles décrivent rationnellement le monde et son fonctionnement. Ce sont, à ce titre, des sciences empiriques, ou expérimentales, qui se saisissent de données issues de « l'expérience sensible » et/ou de « l'expérimentation » (Madelrieux, 2010). La biologie, correspond à cette perspective et, plus précisément, selon Gayon (2004, p.1), elle s'est donnée, dès le début du XIX^{ème} siècle, « *un double objectif : d'une part, découvrir les lois universelles qui rendent possible la vie en tant que fait général, d'autre part dresser le tableau de sa diversité et de son histoire.* » Dans le même sens, Paulin et al. (2018, p. 19) précisent que « les sciences de la Terre et les sciences de la vie s'inscrivent chacune dans ce double objectif, en cherchant d'une part à comprendre et formaliser des mécanismes, et d'autre part à reconstituer des fils historiques d'événements particuliers ».

Nous envisageons l'activité scientifique comme une dynamique de problématisation (Fabre et Orange, 1997), c'est-à-dire comme un processus qui identifie des explications possibles par l'exploration d'un espace de contraintes et qui caractérise des nécessités permettant de construire des savoirs apodictiques. Les pratiques langagières, telles que celles sollicitées dans les débats, jouent un rôle essentiel dans ces processus. Nous portons donc un point d'attention particulier aux moments d'échanges, au sein de groupes d'élèves, en tant qu'ils favorisent le développement d'arguments et empêchent « *d'emprunter un circuit trop court des idées aux raisons* » (Bachelard, 1938, p. 44). Dans la perspective de Bachelard, la construction de savoirs scientifiques se réalise en rupture avec la pensée commune et prend en charge des

problèmes explicatifs (Jacob, 1981) dont la « résolution » est liée à une problématisation explicite (Fabre & Orange, 1997 ; Orange, 2000, 2002).

Les savoirs scientifiques que nous cherchons à déceler sont ceux qui accèdent à une certaine généralité en dépassant les cas qui ont servi à les élaborer, et qui atteignent une universalité en étant significatifs en dehors de la communauté qui les a construits. Ces savoirs sont caractérisés par leur apodicticité, ne se limitant pas à de simples solutions, mais résultant de raisonnements qui convoquent ce qui est possible, nécessaire, et qui font apparaître pourquoi il ne pourrait pas en être autrement (Orange-Ravachol et Beorchia, 2011). Ils font corps avec le travail des problèmes. Nous nous inscrivons dans l'approche de Popper (1991), pour qui les savoirs scientifiques rompent avec le monde des sujets pour accéder à un « troisième monde », objectif et autonome, dont les « habitants » sont les systèmes théoriques, les problèmes et états de ces problèmes (état des discussions, état des échanges d'arguments critiques). Le savoir assertorique, cantonné sur des solutions, revient à « savoir que » (Orange-Ravachol, 2010).

Les recherches en épistémologie des sciences (Mayr, 1989, en particulier) ont pu mettre en valeur les deux dimensions des sciences historiques et fonctionnalistes dans les sciences de la vie et de la Terre. Celles-ci peuvent effectivement être amenées à traiter de problèmes fonctionnalistes, tels que les phénomènes de volcanisme ou des mécanismes de digestion par exemple, quand elles visent la compréhension d'un fonctionnement. La question de la fonction, dans le sens du rôle d'un processus biologique (la reproduction par exemple), participe aussi de ces questions fonctionnalistes quand il s'agit de comprendre la contribution d'une « fonction biologique » au sein d'un système. Les domaines de la biologie et de la géologie peuvent aussi revêtir un axe historique : par exemple dans la recherche de la reconstitution du passé de la Terre avec le problème de la formation des chaînes de montagnes, ou celui d'origine de la vie (Orange Ravachol, 2005). Il s'agit alors d'étudier l'origine des objets biologiques et géologiques dans le temps et dans l'espace et de chercher à retrouver les causes probables de leurs enchaînements temporels. Tous les champs de la biologie ne convoquent pas nécessairement les deux types de problèmes : la physiologie relève des sciences fonctionnalistes, la paléontologie et la phylogénie reposent principalement sur des démarches historiques (Lecointre, 2009). Ceux des sciences historiques s'inscrivent dans l'espace et le temps sans être isolables ou observables directement. Certains objets d'étude des sciences fonctionnalistes sont isolables en laboratoire et potentiellement accessibles à l'observation directe, pour des systèmes anatomiques par exemple. Cette observation, dépendante des problèmes à traiter et des idées sous-jacentes, sans forcément déboucher sur des réponses

évidentes, active des raisonnements nécessaires pour conduire les recherches (Jacob, 1981). D'autres objets d'étude nécessitent, dès l'initiation de la recherche, de mener un raisonnement afin d'accéder à l'abstraction, comme pour la structure de l'ADN.

Au cours du temps, et selon les problèmes qui se posent, certains concepts ont parfois montré des limites poreuses. Au début du XIX^{ème} le fonctionnement des organismes mais aussi leur origine interroge. La physiologie naissante est marquée d'un courant vitaliste (dans le sillage des travaux de Bichat) où des forces vitales étrangères aux lois physiques sont prégnantes et d'un courant mécaniste tendant à s'en remettre aux seules lois physico-chimiques (Magendie). Parmi les concepts de biologie, celui de l'évolution est particulièrement mis en tension entre les sciences fonctionnalistes (Quels sont les processus biologiques à l'œuvre ? mutation, sélection naturelle, dérive génétique) et historiques (Que s'est-il passé pour obtenir divergence entre espèces ? À quel moment ces divergences ont-elles eu lieu ? Quelle parenté entre les êtres vivants ? Quelles traces de variabilité ou de stabilité ?).

Gayon (2004) pointe l'intrication des sciences historiques et fonctionnelles au sein du concept de la sélection naturelle. Il indique que cette sélection ne peut se concevoir qu'à travers des situations locales et qu'elle a opéré dans l'histoire de la vie comme un générateur de diversité. Il précise encore que la sélection naturelle est une sélection *pour* une fonction. Elle sélectionne certes des structures mais qui assurent un rôle fonctionnel. « *Les structures sont filtrées par un processus qui ne sait apprécier que la performance globale d'une classe de variants dans un environnement donné.* » (p. 6). Nous pouvons ainsi comprendre qu'un système fonctionnel est le résultat d'une histoire biologique. Au sein de cette histoire, Gayon met en évidence l'articulation de la dimension causale à la dimension chronologique en indiquant que la biologie relève d'une « *connaissance qui rend les phénomènes intelligibles en les ordonnant dans une série temporelle indéfinie de causes et d'effets* » (p. 2). Ainsi, la biologie étudie « *la cause des événements, non au sens de quelque chose qui agit en tout temps et en toutes circonstances, mais au sens de quelque chose qui s'est produit une fois, et a eu pour effet un événement qui lui-même a valeur de cause pour un suivant* » (Gayon 2004, p. 3). Nous notons que ces deux dimensions, chronologie et causalité, fondent également la dynamique d'un récit. C'est pourquoi, notre étude interroge la construction de concepts scientifiques au prisme de la mise en récit.

En recherchant les caractéristiques partagées par différentes formes de récit, Vézier et Doussot (2019) identifient un enchaînement qui met en œuvre des relations de causalité, depuis un point de départ d'où émerge un problème qu'il s'agira de résoudre jusqu'à un aboutissement.

Ricoeur, a pu montrer la force du récit dans la conceptualisation dans la mesure où « *dans le récit, le lien causal prime sur les successions chronologiques* » (1983, p 66). Le récit consiste alors en « *une opération qui tire d'une simple succession, une configuration* » (p 127), c'est « *la « prise ensemble » d'éléments épars et leur rassemblement en un tout temporellement cohérent ayant un sens que les éléments non configurés n'avaient pas* » (Dubied, 2000, p. 4, reprenant les propos de Ricoeur). En approfondissant les relations entre narration et élaboration de connaissances, Orange-Ravachol (2017, p. 4) souligne que « *la construction de savoirs scientifiques mobilise une heuristique narrative marquée par la transformation de récits du sens commun (de « petites histoires ») en récits explicitement associés au travail critique de problèmes et constitutifs de savoirs raisonnés (apodictiques)* »

Nous avons donc pu identifier une façon de caractériser le savoir scientifique, qui relève de l'apodicticité, ainsi que des catégories de problèmes distinctes, historiques et fonctionnalistes. Ces deux catégories, souvent articulées dans les sciences biologiques revêtent à la fois des dimensions causales et chronologiques qui sont aussi au cœur du récit. Nous nous demandons donc à présent, en quoi l'approche par le récit peut contribuer à la construction de savoirs qui sont attachées aux problèmes scientifiques.

1.2 Des récits pour traiter des problèmes du monde

Dans un premier temps, nous situons ce sur quoi nous allons porter notre attention à l'aide des premières définitions de Genette portant sur le récit. Celui-ci modélise, dans la triade narratologique (1972, p. 72), les relations entre les trois composants suivants : le récit, oral ou écrit, qui est « *le signifiant, l'énoncé, le discours ou le texte narratif* », avec tous ses éléments de structure ; l'histoire représentant le signifié, « *le contenu narratif* », ce qui est raconté ; la narration qui est « *l'empreinte de l'acte d'énonciation* », qui prend en charge des choix techniques, le rythme du récit ou l'ordre dans lequel l'histoire est racontée. En prenant en compte cette caractérisation, nous ciblons notre recherche sur l'acte de production du récit que nous approfondirons sous l'angle du processus de mise en récit. Au-delà des récits fictifs qui ont été à l'origine de l'identification des structures narratives, les genres de récits sont nombreux, et ont donné lieu à des catégorisations. Celle d'Adam identifie les légendes, histoires, récits de presse, faits divers, anecdotes, récits d'événements historiques ou naturels, multiples récits littéraires, récits politiques (Adam, 2011). Prenant appui sur les différentes

formes que peut prendre le récit en histoire, Vézier et Doussot (2019) identifient une convergence des usages du terme récit qui renvoie à l'enchaînement d'un point de départ, d'un problème, d'une résolution et d'un aboutissement (la coda) qui met en œuvre des relations de causalité. Nous identifions ici la potentialité de la mise en récit à activer la recherche de causes et de conséquences, à conduire un raisonnement logique fondé. Ainsi, nous sommes amenés à interroger cette mise en récit comme processus de construction de savoirs.

Le croisement de travaux portant sur la mise en récit nous permet ensuite de l'envisager comme étant susceptible de supporter des processus entrant dans l'élaboration de savoirs. L'approche de Labov (1997), même si elle se place dans un cadre sociolinguistique et non dans le cadre des apprentissages scolaires, initie la réflexion sur l'identification par celui qui raconte d'éléments jugés significatifs pour traiter un sujet donné et qui seront intégrés à la narration. En analysant les récits oraux d'expériences personnelles, et en proposant des éléments narratifs de base et une structure narrative typique identifiés dans ces cas, il met en évidence l'importance de la sélection des événements dignes d'être racontés, associés à des actions, dans la construction du récit. Une unité discursive qui relate un épisode singulier (non habituel) est ainsi constituée d'au moins deux actions ou événements qui se suivent dans le temps et qui ont entraîné un dénouement, entendu dans un sens très large (Laforest & Vincent, 1996). Si les recherches de Labov se déploient dans un champ très spécifique que nous n'exploitons pas par la suite (les mises en récit que nous interrogeons portent sur des contenus d'apprentissages scientifiques et non sur des expériences de vie), elles attirent cependant notre attention sur le fait que la personne qui met en récit réalise des choix de contenus pertinents par rapport à l'objet du discours et les met en relation avec les autres contenus en jeu. Ces aspects entrent en résonance avec les démarches d'apprentissage qui nécessitent la mise en évidence d'éléments de connaissances sélectionnés, leur réorganisation pertinente pour atteindre un savoir plus construit : « *La véritable nature des concepts n'est pas de décrire des faits, mais d'établir des relations entre des éléments analysés* » (Giordan, 1983, p. 57). D'une autre manière, Bruner (2002, p. 28), pointe également le fait que le récit puisse convoquer avec justesse des éléments de connaissances quand il indique que « *pour raconter, il faut disposer d'une sorte de savoir (gnarus) et d'une façon de raconter (narrare), étroitement imbriqués, inséparables* ».

En réinterrogeant les travaux de Propp qui analysent un corpus de contes (1965), Greimas (1966) propose le modèle actantiel caractérisé par l'ensemble (Destinateur-Sujet-Destinataire-Adjuvant-Opposant) où les forces agissantes sont les actants et où le récit se définit comme une quête. Il met en évidence que le sens du récit est porté par une « transformation »,

véritable cœur du récit, passage d'un état à un autre état. Cette notion de transformation qui se réalise à l'occasion d'une quête nous apparaît particulièrement intéressante dans le cadre d'une démarche d'enseignement scientifique. En effet, dans les limites de l'analogie, le récit rend possible le questionnement et l'investigation de manière à conduire à la résolution d'un problème identifié. Larivaille (1973) précise que le mécanisme de transformation à l'œuvre dans le récit conduisant d'un état initial dégradé à un état final amélioré est déclenché par une provocation qui induit des actions et des sanctions. Il fait ainsi apparaître le schéma quinaire, en cinq unités narratives qui peuvent se répéter. Bruner (1996), à la relecture de ce schéma emploie les termes de complications ou éléments perturbateurs qui permettent d'enclencher l'enchaînement des (ré)actions sous la forme d'une quête aboutissant à une résolution. Ainsi, pour Bruner, le récit nous invite à nous poser les problèmes du monde. Il nous parle de situations de crise, des chemins à parcourir. Un des intérêts du récit dans le contexte d'éducation réside dans le fait que, pour le recevoir ou le produire, « nous nous saisissons de ce qui ne se déroule pas comme nous l'espérons » (Bruner, 2002, p. 28). Il s'agit alors de comprendre ce qui se passe pour repenser les objets de la quête. Ainsi, les mécanismes mêmes du récit entrent en résonance avec la dynamique de franchissement d'obstacles conceptuels au cours de l'apprentissage. Le dépassement de ces obstacles, lié à l'acte de connaître, peut alors générer une transformation des structures de pensée, amenant à la reconstruction de connaissances et la compréhension telle que l'envisage Bachelard (1938).

Le traitement des problèmes réels à travers la fiction ne relève cependant pas d'une évidence. Meyer (1992) voit dans un aspect de la fiction un obstacle potentiel aux apprentissages en considérant que « *La fiction émerge comme le déploiement d'une problématique dérivée qui déplace et occulte la problématique originelle* » (p. 178). Mais, il conçoit aussi que « *Le problème que pose le réel reçoit un traitement particularisé, car le réel, en tant que tel, demeure problématique. ... La particularisation rhétorique dans la fiction permet d'affronter une réalité.* » (p. 180). Cet aspect apparaît particulièrement intéressant à creuser dans le processus de mise en récit comme tremplin pour les apprentissages en tant qu'il est susceptible d'intégrer les savoirs entre le monde scientifique et celui de l'apprenant. Meyer poursuit en ce sens en indiquant que « *La fictionnalisation est une formalisation d'un certain problème de départ, d'une réalité à travers un discours (c'est-à-dire une problématique), un processus qui exprime le problème dans les termes mêmes du discours adopté. C'est une traduction sous forme de fiction* » (p. 181).

Ainsi, à travers les travaux des auteurs précédemment convoqués, nous percevons le rôle de la structure narrative et des contenus du récits dans l'organisation de la pensée et le traitement de problèmes par le raisonnement. Cela incite à interroger la capacité structurante de la mise en récit du point de vue de la construction des savoirs. Concernant les fictions, Genette (1972) avance que le récit est un signifiant structurant dont la fonction est d'organiser les rapports entre l'histoire (le signifié) et la narration (qui est l'acte de production du récit). De manière plus large, Ricœur (1983) indique que le récit est structurant car il permet d'organiser les événements dans le temps, de leur donner du sens : il a la capacité de produire de la compréhension grâce à un mode « configurant » par lequel il place des éléments dans un complexe unique et concret de relations. Cette compréhension est alors définie comme l'acte de « *saisir ensemble, dans un seul acte mental des choses qui ne sont pas éprouvées ensemble, ou même capables de l'être, parce qu'elles sont séparées dans le temps, dans l'espace ou dans un point de vue logique* » (p. 547).

L'opération intellectuelle de configuration est bien, selon Ricœur, celle qui permet d'accéder à la compréhension, et qui est constitutive de la mise en intrigue. Cette notion de mise en intrigue, centrale dans la narration, amène à discussion. Pour Ricœur (1986, p. 16), l'intrigue est comprise au sens large comme « *l'unité intelligible qui compose des circonstances, des buts et des moyens, des initiatives et des conséquences non voulues.* » Elle peut donc s'appliquer à tout type de récits, fictifs ou non. Pour Baroni (2010), il existe des récits factuels qui consistent à rendre compréhensibles des événements du passé et des récits fictionnels dotés d'une fonction intrigante liée à une mise en tension narrative. Celle-ci correspond à une perspective plus étroite de l'intrigue, avec les notions de nouement et dénouement essentielles. La tension narrative est définie comme « un effet poétique qui structure le récit » et prend des formes générant suspense, curiosité, surprise, émotions, réactions. Baroni (2007) montre comment cette tension, en associant les dimensions émotionnelle et cognitive des récits, suscite l'intérêt et devient une force, au-delà d'une forme. Cet axe de réflexion nous a amené à questionner les conditions dans lesquelles la conception d'une intrigue par les élèves peut les mobiliser dans leurs apprentissages. De manière plus générale, dans son approche, Ricœur indique que « *la composition de l'intrigue est enracinée dans une pré-compréhension du monde de l'action* » (1983, p. 108), c'est-à-dire dans un stade d'expérience pratique nommé mimésis I, en amont de l'écriture de l'intrigue. Celle-ci étant une imitation d'actions (au sens de représentation créatrice), il s'agit d'abord d'identifier ces actions, dans la phase de mimésis I, de manière descriptive, mais aussi d'en élaborer les significations. Ceci amène à identifier des composants

tels que « pourquoi », « qui », « quoi », « comment », « avec ou contre qui ». La mise en intrigue elle-même (phase de mimésis II), pivot du récit, « est avant tout configuration », composition d'actions, agencement de faits ou d'éléments en un tout tirant sa cohérence de relations intégrant des causalités. Le tout configuré substitue au désordre du réel un ordre causal qui, pour donner une signification aux faits regroupés, leur confère un enchaînement (Dubied, 2000). En aval, le stade de mimésis III « *marque l'intersection du monde du texte et du monde de l'auditeur ou du lecteur* » (Ricœur, 1983, p. 136). Un récit est donc une co-construction, selon un processus dialogique : le lecteur ou l'auditeur a une certaine attente par rapport à un récit auquel il pourra donner du sens, en écho à celui de l'auteur. En cela, il est concevable que le récit puisse constituer une interface, autour d'un contenu d'apprentissage, entre enseignant et apprenants. Plus que le récit en tant que signifiant, c'est le processus à l'œuvre dans la mise en intrigue en relation avec les processus d'apprentissage, qui apparaît porteur dans la construction des connaissances et d'acquisition de savoirs.

Ainsi, les différents travaux cités qui interrogent le récit ont nourri notre réflexion portant sur un processus de conceptualisation possible à travers des mises en récit. Nous allons à présent explorer plus particulièrement la manière avec laquelle le récit peut être utilisé comme soutien à la construction de savoirs par des élèves dans le cadre scolaire.

1.3 Quel rôle du récit dans les usages scolaires ?

De nombreux travaux, quelles que soient les disciplines, interrogent dans les usages scolaires les mécanismes de construction de savoirs où « *il ne s'agit pas seulement qu'elle [la classe] produise factuellement une réponse attendue, mais bien qu'elle maîtrise les opérations cognitives en jeu à travers cette production* » (Astolfi et al., 1998, p. 17). La mise en place de ces opérations et raisonnements constitue des points d'attention pour ceux qui interrogent l'usage scolaire du récit et qui voient dans le récit « *une disponibilité, une prédisposition à organiser le vécu* » (Bruner, 1996, p. 59).

1.3.1 L'élève acteur du récit

Selon la typologie de Reuter (2019, p. 2), un récit soumis aux élèves constitue un « *support pour mettre en place, exposer, introduire des savoirs ou des savoir-faire (lire, écrire, parler, écouter, trier des informations, expanser, résumer, développer le sens de l'observation, l'imagination...)*. Dans ce cas, le récit et sa construction ne sont pas importants en tant que

tels, ce sont des prétextes ». D'autres travaux examinent en quoi ces récits apportés aux élèves peuvent constituer de réels outils conceptuels et participer à la démarche d'apprentissage. Questionnant les voies menant à la compréhension de récits, Patron (2019) convoque les différentes approches du récit non naturel, de fiction, compris comme anti-mimétiques par rapport aux conventions des genres établis, allant à l'encontre des pratiques du réalisme. Elle pointe le rôle critique de l'interprétation dans la lecture et le processus de fabrication de sens. C'est ici le rôle du lecteur dans l'appropriation du récit d'autrui qui nous intéresse. Pour Eco (1985), le lecteur est dans le texte. Ce dernier a besoin de la coopération du lecteur pour fonctionner, c'est-à-dire amener à une signification. Le lecteur doit prendre en compte les « non-dits » et s'appuyer pour cela sur l'ensemble de ses savoirs et compétences linguistiques et sur le monde pour faire des hypothèses sur le sens du texte, de l'histoire, de la fabula (le récit). Le modèle défini par Eco se base donc sur son encyclopédie personnelle pour comprendre le texte, ce qu'il véhicule. En dessinant les contours de l'encyclopédie personnelle comme « *un ensemble indéfini, mouvant et singulier de compétences et de connaissances* », Eco (1985, p. 102) nous amène à creuser la manière avec laquelle les savoirs acquis sont activés, mis en lien, comment ils génèrent du sens, se restructurent dans la confrontation au récit pour faire acquérir d'autres connaissances et compétences. Nous souhaitons prolonger cette réflexion en dépassant le rôle d'acteur de l'élève-lecteur, en interrogeant la place d'acteur de l'élève auteur de ses récits, dans son apprentissage.

1.3.2 La tension narrative et l'implication dans le récit

La tension narrative nous interpelle également dans le contexte de l'enseignement. Elle est définie par Baroni (2007, p. 18) comme « *le phénomène qui survient quand l'interprète d'un récit est encouragé à attendre un dénouement, cette attente étant caractérisée par une anticipation teintée d'incertitude qui confère des traits passionnels à l'acte de réception. [...] et l'on reconnaîtra en elle l'aspect dynamique ou la "force" de ce que l'on a coutume d'appeler l'intrigue* ». Elle apparaît ainsi comme un facteur d'implication du destinataire du récit. Cet aspect est aussi relevé par Bowman et al. (2015) pour les narrations associées à des jeux éducatifs, en particulier sous forme de jeux de rôle, qui met en évidence leur effet positif sur l'engagement des apprenants et leur motivation intrinsèque ainsi que les bénéfices cognitifs, affectifs et comportementaux. En prolongeant sa réflexion, Baroni (2010, p. 3) précise que : « *La mise en intrigue dépend d'une communication qui manifeste une réticence intentionnelle qui retarde stratégiquement le dévoilement d'une information essentielle afin d'intriguer un destinataire qui accepte généralement de se prêter au jeu de l'intrigant* ». On comprend ici

comment l'intrigue réalise une sorte d'enrôlement du destinataire du récit qui choisit, par une démarche volontaire, d'entrer dans l'activité intellectuelle suggérée. Cette démarche peut être appréhendée comme une motivation autodéterminée associée à une motivation intrinsèque, considérée comme la plus efficace pour soutenir les apprentissages (Deci et Ryan, 2002 ; Vallerand et al., 1989). Baroni (2007) analyse l'intrigue sous un autre angle que Ricœur, au travers de la mise en place d'une tension narrative, véritable « *cœur vivant de la narrativité* » (p. 17). Il réhabilite la « *dimension émotionnelle des récits, laquelle n'est pas dissociable, selon lui, du cognitif* » (Vézier et Doussot, 2019, p. 14). En questionnant la mécanique des moyens propres à produire des effets sur le suspens, la surprise et la curiosité, il pointe ce qui rend intrigant, haletant le récit, et montre comment la mise en intrigue suscite l'intérêt, devient une force, au-delà d'une forme, générant l'attente et le désir de résolution. On perçoit ici ce double jeu entre l'auteur et le récepteur qui s'engagent dans la tension intrigante, motivant le premier à construire l'intrigue, le second à la décrypter.

À nouveau, nous proposons qu'en devenant auteur de récits, l'élève se saisisse de la tension narrative qu'il mettra en place pour convoquer les contenus qu'il maîtrise déjà et en développer d'autres qui serviront son histoire.

En prenant en compte les composantes impliquantes, motivantes, il paraît alors intéressant d'examiner comment se met en place cet engagement des apprenants quand les situations d'apprentissage les stimulent à l'élaboration d'un récit fictif. Comment la mise en intrigue peut être d'une part source de motivation à renforcer leurs connaissances, et d'autre part source de plaisir à élaborer l'histoire et générer le suspens pour ses lecteurs ? Il s'agit alors d'interroger la fonction dynamisante du récit, quand celui-ci « *rend vivant et s'articule avec une dimension implicative, quand le récit sert à engager l'élève dans le travail, à l'engager dans la communauté de travail. Il joue sur la relation entre cognition et affects (voir, par exemple, la relation aux personnages...)* » (Reuter, 2019, p. 2). En effet, les travaux de Freeman (2014) ont montré que l'engagement cognitif actif a un rôle déterminant dans les apprentissages. En portant leur réflexion sur la compréhension de la relation entre l'attitude qu'ont les élèves vis-à-vis des sciences et des scientifiques en dehors de l'école d'une part, et leur comportement en contexte scolaire d'autre part, Montpied et ses collaborateurs (2011) ont montré que le processus de motivation qui s'ancre dans ces attitudes, est un mécanisme essentiel à l'engagement des élèves dans l'apprentissage scientifique. Selon leurs travaux, « *l'élève est motivé pour une action d'apprentissage dont le contenu déclenche un désir de satisfaire ses besoins psychologiques ou d'apaiser leur frustration et qui lui apparaît faisable lors de ses*

délibérations car il parvient à s'en représenter le but » (Ibid., p. 5). Ces auteurs précisent que, lorsqu'ils ont pu conduire une tâche de manière autonome, exprimer leurs capacités à organiser ou planifier un travail conduisant à un but, utiliser leur savoir et le faire reconnaître, les élèves activent des états affectifs positifs, valorisants, qui correspondent à la satisfaction du besoin d'autonomie puis du besoin de compétence. Ces différents aspects stimulant la motivation à s'engager dans le travail apparaissent mobilisables dans une démarche de mise en récit, celle-ci impliquant une certaine autonomie dans la création de l'histoire, une structuration des étapes de travail et des savoirs eux-mêmes, une communication du récit produit.

1.3.3 Le récit comme source potentielle de motivation à s'engager dans les apprentissages

La question de la motivation anime de nombreuses recherches, sous différents angles. Nous nous centrons ici sur l'approche proposée par Astolfi (2008), qui interroge les mobiles et les motifs des élèves à s'engager dans une activité et un apprentissage. Le mobile renvoie au sujet qui mobilise son projet personnel et son énergie, mettant en évidence son autonomie et sa responsabilité. Le mobile apparaît comme un prérequis, une disposition interne préalable à l'apprentissage que tous les élèves ne possèdent pas forcément *a priori*. Le motif quant à lui renvoie aux paramètres externes du contexte, aux dispositifs pédagogiques ou didactiques dont le but est justement de susciter la motivation. Celle-ci est alors considérée comme un attendu de la situation d'enseignement, induite par les dispositifs, leur intérêt, les « énigmes ou les défis » qu'ils proposent. Les travaux de Monteil (1993) ont montré que les performances cognitives des élèves peuvent être très contrastées en fonction des caractéristiques des situations et de leurs effets sur la motivation. Par exemple, le travail dans l'anonymat, sans contrainte d'interrogation, permet aux élèves habituellement en difficulté de mieux réussir leur activité, car ils ne craignent pas d'être exposés. Cifali (1994) relève que la perception aigüe d'un risque se présente comme une entrave à l'engagement et à l'apprentissage

Nous proposons ainsi qu'une mise en récit réalisée par les élèves puisse constituer un motif externe visant à stimuler la motivation, en facilitant l'accès aux savoirs dans des conditions rassurantes, plaisantes, qui placent les élèves en disposition d'apprendre. Notre approche n'évacue pas la question des savoirs mais, au contraire, la place au centre du dispositif. À l'image de l'exemple analysé par Astolfi et Peterfalvi (1997) où des élèves sont invités à réécrire un texte de Lavoisier en utilisant le lexique actuel et sont ainsi renvoyés aux obstacles épistémologiques qui traversent la chimie, nous plaçons les élèves dans un contexte qui va leur permettre de pénétrer au cœur des concepts, d'être confrontés autrement que scolairement aux

problèmes scientifiques, de mobiliser les savoirs en jeu dans leur intrigue et de les rendre intelligibles. Il s'agit, certes, dans cette démarche de « mettre en scène » les savoirs, mais pour les rendre accessibles grâce à une situation porteuse de sens et d'affect, facilitant l'engagement cognitif, qui convoque les conceptions des élèves, nécessite leur argumentation, questionne leur certitude. Nous verrons dans la partie qui lui est consacrée comment le sens des activités et des savoirs prend toute sa valeur dans l'approche par le récit.

1.3.4 Le récit et les disciplines scolaires

Dans le cadre scolaire, plusieurs travaux ont montré que les récits sont présents dans la totalité des disciplines scolaires (Reuter, 2007). Si le récit est traditionnellement associé au français, où il est objet d'étude en littérature et objet d'apprentissage en maîtrise de la langue, il est aussi mobilisé en histoire, sous la forme de récit historique qui amène les élèves à élaborer leurs propres récits (Audigier et Ronveaux, 2007). En mathématiques, les récits peuvent être « *explicitement produits par des enseignants, explicitement sollicités des élèves, qu'ils surgissent à l'oral ou soient travaillés à l'écrit* » (Lahanier-Reuter, 2007, p. 102). En examinant les enseignements de mathématiques au primaire et au collège, ces travaux ont mis en évidence que les récits peuvent viser la mise en forme de connaissances, l'appropriation d'un problème, l'activation de processus réflexifs. Les élèves convoquent alors différents types de mondes : celui qui organise les faits mathématiques, celui de la classe et le monde extrascolaire.

Les études portant sur l'enseignement de l'histoire montrent que celui-ci peut se saisir du récit historique de l'historien, d'un texte élaboré pour la classe d'histoire sous forme de narration ou d'une fiction historique pouvant servir d'appui. Tous peuvent relever du récit car ils sont construits selon une intrigue, mais le récit historique se distingue par le travail d'enquête fourni par l'historien pour rattacher son récit au réel des traces du passé, en en faisant un « *roman vrai* » (Veyne, 1971, p. 10). Reprenant les propos de Ricoeur, Cohn (2001, p. 175) indique que le travail de l'historien dans la mise en intrigue « *transforme un matériau préexistant, le pourvoit d'un sens, et le transforme en cette totalité intelligible qui gouverne la succession des événements dans tout récit* » celui-ci devenant structurant. La mise en récit ainsi caractérisée incite à examiner comment, dans un cadre scolaire, elle peut être conduite en analogie, dans d'autres disciplines, grâce à des modalités spécifiques permettant à ceux qui racontent de s'approprier des connaissances, de les agencer de façon à leur conférer une signification. Si la fonction structurante de la discipline que peut revêtir le récit, en lien avec la chronologie, en tant qu'il « *sert à établir des relations, à organiser les contenus au sein de la discipline* » a précédemment été identifiée (Reuter, 2019, p. 2), nous portons plus

spécifiquement notre attention sur une approche de la narration pleinement constitutive de la démarche d'apprentissage, associée à des raisonnements et des pratiques attachés en particulier à la biologie.

En sciences, le récit est en particulier lié à l'identification et au traitement de problèmes scientifiques, mettant en scène des événements naturels ou des « personnages » du monde vivant (Cohen-Azria, 2007). Selon Meyer (1992, p. 182) « *La fiction traite toujours de la réalité en n'en parlant pas directement. Un problème est fictionnalisé seulement s'il est externe à un système de pensée donné* ». Or les problèmes qui posent souci à la réflexion d'une personne, y compris un élève, sont ceux qui lui apparaissent externes à son propre système de pensée, qui renvoient à d'autres préoccupations, ou d'autres présupposés, qu'ils perçoivent comme contradictoires. On perçoit ainsi que « *La fiction supprime cette contradiction par le déplacement du problème à un autre niveau de pensée, où problème et résolution peuvent être rendus homogènes et traités de manière discursive, où il devient possible de trouver une solution pour le problème qui était irréductible* » (Meyer, 1992, p. 182). Cela nous permet de proposer que la création d'une fiction par les élèves peut favoriser le traitement d'un problème scientifique, extérieur à leur pensée ordinaire, afin de dépasser les contradictions que pose ce problème. « *La représentation de la question de départ a lieu à mesure que la problématique fictionnelle se dévoile. [...] Dans tous les cas, un problème est présenté fictivement ; l'illusion ou la création de réalité en résulte et un nouveau rapport à celle-ci s'établit à travers la fiction* ». Meyer (1992, p. 183). C'est ce nouveau rapport qui nous intéresse dans l'élaboration de savoirs scientifiques par les élèves.

Les recherches concernant l'usage du récit dans l'enseignement des sciences gardent une certaine vigilance quant à une approche qui pourrait être antinomique du discours scientifique, se réduisant à relater des actions successives, où il suffirait de raconter de façon ordonnée ce que l'on voit pour entrer dans un raisonnement scientifique (Bautier, 2000). Ces auteurs montrent cependant que, quand les situations permettent les mises en relation, la recherche de causalité, alors l'écriture de textes narratifs peut faire entrer dans le registre scientifique, comme passage vers des discours explicatifs, argumentés. Dans cette perspective, et au-delà des sciences, la narration permet alors d'appréhender des systèmes plus complexes et des raisonnements plus élaborés, d'envisager la simultanéité et la prise en compte de plusieurs paramètres, lieux, événements. L'enjeu est d'amener les élèves dans leur mise en récit à des raisonnements « *extra-ordinaires* » (Astolfi et al., 1998, p. 98) qui « *les dégagent du sens*

commun, qui leur permettent de connecter des éléments de connaissance dans une certaine complexité favorisant la compréhension des objets d'étude ».

Dans ce mémoire, nous n'analysons donc pas le récit en tant que produit destiné à manifester des compétences d'écriture narrative, mais nous explorons ce que la mise en récit a pu produire comme effet sur la construction de savoirs et compétences scientifiques. Nous nous questionnons sur la mise en récit en tant que processus pour apprendre, comme éléments constitutifs d'une démarche de construction de savoirs scientifiques, et non pas comme objet d'apprentissage de la langue. Nous n'examinons pas non plus le récit support *a priori* pour enclencher une situation d'apprentissage tel que le pose Reuter (2019) ou asseoir un moment d'enseignement. Nos recherches interrogent la manière avec laquelle la mise en récit, indépendamment d'objectifs en maîtrise de la langue, peut soutenir la construction de contenus et de raisonnements, à travers sa capacité questionnante et structurante, par sa potentialité à conduire un processus de compréhension, *via* la force de l'intrigue susceptible d'engager les élèves. Certains de nos travaux antérieurs ont pu poser quelques premiers repères montrant comment l'élaboration d'intrigues impliquent les élèves dans leur investigations scientifiques et les conduits à mobiliser des savoirs (Courdent et al, 2019 ; Courdent et Alvain 2022).

Au cours de ce premier chapitre, nous avons pu caractériser des types de savoirs, certains relevant d'affirmations (les savoirs assertoriques), d'autres issus d'une argumentation et d'un raisonnement (en particulier hypothético-déductif), d'autre encore, apodictiques, remontrant aux raisons qui délimitent les possibilités ou impossibilités des solutions aux problèmes. Cette caractérisation ainsi que celle des types de problèmes scientifiques, historiques, fonctionnalistes, anatomiques, posent le cadre dans lequel notre recherche va interroger la possibilité de prendre appui sur le récit pour traiter de certains de ces problèmes et construire des savoirs, en contexte scolaire, selon un processus de reconfiguration. La question du sens a pu émerger en particulier à travers les travaux de Ricœur (1983) quand il exprime la capacité du récit à organiser les événements dans le temps, et à leur donner du sens. Mais cette question du sens porté par le récit est aussi sous-jacente au traitement de problèmes du monde comme le signifie Bruner, à la transformation de matériau préexistant dans le réel auquel on pourvoit un sens dans le récit tel que le relève Cohn (2001). Aussi cette question du sens nécessite d'être creusée en tant qu'elle peut à la fois se rapporter aux contenus de savoirs eux-mêmes et à la manière avec laquelle ces contenus résonnent pour le sujet apprenant, avec sa personnalité, sa culture, son vécu, ses connaissances personnelles. Le chapitre suivant s'attachera donc à définir ce que recouvre le sens et comment nous pouvons nous en saisir dans notre recherche.

CHAPITRE 2 : LA CONSTRUCTION DE SENS À TRAVERS LA MISE EN RECIT

Dans son cadre des récits de vie, Labov indique que la narration aide à fournir un sens aux événements de la vie. Dans une approche psychologique, Bruner (2002, p. 18) considère le récit « *comme mode de pensée, mettant en forme l'expérience humaine et la transmettant comme culture, donnant du sens aux actions humaines* ». Ricoeur, en questionnant, au sens philosophique, le rôle du récit dans la compréhension du monde et la construction de sens met en évidence que la fiction n'est pas le contraire de la réalité : elle nous communique quelque chose à *propos* de la réalité. Ce n'est pas une question d'opposition (dans ce cas le livre demeurerait étranger au lecteur), ni d'identification (le lecteur « tomberait » dans le livre), mais d'intersection : au moment où la fiction se referme sur elle-même, son interprétation « *ouvre un abîme dans notre monde, c'est-à-dire dans notre appréhension symbolique du monde* » (Ricoeur 1984, p. 41).

Pour aller plus avant dans l'usage du récit au service des apprentissages, nous prenons appui d'une part sur les recherches qui ont montré cette capacité qu'a la mise en récit, dans différents champs, à construire du sens et d'autre part sur celles qui ont identifié comme fondamentale l'élaboration de sens dans les démarches d'apprentissage. Weisser (2006) exprime la nécessaire construction interactive de sens par les élèves pour mener un réel apprentissage. Fabre, (2007, p. 69) en s'appuyant sur les précédentes recherches d'Astolfi (1992) indique que la difficulté d'apprentissage repose souvent sur le fait que « [Les savoirs] *ne peuvent véritablement s'engager dans le traitement de nouveaux problèmes, au-delà des exercices proprement scolaires. Ils sont donc sans histoire et sans opérationnalité. ...[Ainsi] les activités scolaires se verraient affectées d'un déficit de sens* ». Il précise encore, qu'au niveau des savoirs en jeu, au-delà de la stricte signification, « *l'essentiel est que l'élève entre en activité, qu'elle devienne son projet (manifestation) et que lui apparaissent les enjeux sociaux de l'apprentissage (la référence)* ». L'enseignant est donc amené à *concevoir* et à élaborer, pour chaque concept-clé, des « situations fondamentales » accessibles à l'élève au moment donné et lui permettant de se forger une conception correcte de la connaissance (Brousseau, 1983 et Legrand, 1996).

Dans le sillage des recherches précédemment citées, nous examinons comment l'élaboration d'un dispositif didactique intégrant une mise en récit par les élèves sous forme d'une enquête, peut leur permettre de construire du sens aux apprentissages scientifiques. Plus

précisément nous étudions de quelle manière ils peuvent investir ce sens grâce au récit, s'engager dans une investigation, structurer leurs connaissances, et consolider des savoirs. Les travaux de recherches suivants nous permettent de préciser ce que sous-tend cette notion de sens.

2.1 Les dimensions du sens et le sens des activités pour apprendre

En questionnant l'approche de l'apprentissage par problématisation, Fabre (2005, p. 7) souligne qu'il est important de rester vigilant car, parfois, « *le sens de la notion se dilue jusqu'à devenir inconsistant* ». Il attire ainsi l'attention sur le fait que la notion centrale de sens disparaît parfois derrière les dispositifs ou pratiques pédagogiques ou didactiques. Il prend appui pour établir le rôle essentiel de la construction de sens sur les 3 dimensions du sens énoncées par Deleuze (1969) : celles de la *manifestation* (l'entrée de l'élève dans l'activité), de la *signification* des savoirs (ou leur valeur épistémologique) et des *pratiques sociales* de référence (l'identification des enjeux sociaux de l'apprentissage). Par ailleurs, Léontiev (1975) met en évidence la nécessité pour un élève de conférer du sens à son action afin que celle-ci débouche sur des apprentissages. La « logique du faire » ne suffisant pas à garantir la « logique de l'apprendre » (Astolfi, 2008). Il nous semble important de nous ancrer dans ces définitions fondatrices et de les mettre en regard d'autres travaux portant sur l'élaboration du sens afin d'interroger, grâce à ces repères, la construction du sens dans les mises en récit.

2.1.1 La dimension du sens centrée sur la manifestation

Cette dimension renvoie au rapport d'expression entre ce qu'est le sujet (culture spontanée) et ce qu'il sait (ou sait faire). Selon la formulation de Fabre (1997, p. 50) cette manifestation « *est le rapport du sujet à ses actes : comment le sujet peut-il s'inscrire dans les tâches scolaires ?* » Pour que l'élève entre en activité intellectuelle, il faut que celle-ci devienne son projet et qu'il le manifeste. La pédagogie des situations-problèmes, comme la mise en récit ou l'investigation scientifique, confronte l'élève à une sorte d'énigme. Le problème à résoudre revêt alors « *une fonction de manifestation dans la mesure où il vise à motiver ou à « enrôler » l'élève dans l'apprentissage : on parlera selon les cas d'intérêt, de motivation ou de dévolution* (Ibid., p. 50). Ainsi, au regard de la dimension de la « manifestation », dans notre recherche, nous considérons que l'engagement et l'implication sont des paramètres de la construction de sens. Dans nos travaux nous recherchons à identifier comment les mises en récit activent cette dimension de manifestation. Cette dernière, n'est pas étrangère à la confrontation des élèves

aux obstacles épistémologiques tels que les définit Bachelard. Celui-ci, ainsi que le rappelle Fabre (1999, p. 81) indique que le dépassement de ces obstacles exige un « *changement complet de références psychologiques [...] sachant que l'obstacle est dans la pensée même de l'élève qu'il doit réformer pour apprendre* ». Nous proposons que la mise en récit constitue un environnement qui permette aux élèves d'atténuer les perturbations psychologiques que cette réforme induit. Il s'agit alors d'interroger leur perception de ces situations pour identifier les effets que la mise en récit a pu produire.

Nous pouvons également détecter dans la « manifestation » dont parle Fabre le versant visible des effets de « l'impression » produite par un énoncé, que Reuter désigne comme un paramètre qui entre dans la constitution du sens et se situe au niveau de la subjectivité. (2001, p. 73). « *Elle désigne les effets produits sur le lecteur [...], sur les modes des affects, des réactions de goût ou de dégoût, des sentiments* ». De la même façon, Triquet (2005) propose que, dans le cadre d'une exposition, les émotions ressenties par le visiteur qui réagit font sens pour lui, elles provoquent un « effet de sens ». Il rappelle que selon Montpetit (2003, p. 30) exposer, « *c'est réunir des objets et les insérer dans une certaine mise en scène avec le projet que l'ensemble constitue un processus significatif donnant à penser aux visiteurs, mais aussi à rêver à partir de ce qu'ils perçoivent autour d'eux.* » En analogie avec l'effet de textes ou de mises en scène d'expositions, il nous semble important d'analyser l'effet des mises en récit des élèves sur leur affect et sur la genèse de sens accordé aux situations et aux contenus qu'elles véhiculent. Nous nous appuyons ici sur ce que la modalité d'impression « *est appelée à accompagner dès le départ le travail d'inférence, la compréhension et l'interprétation. Dès lors, ces opérations apparaissent comme des processus complexes où dimensions sensibles et dimensions cognitives sont en étroite relation* » (Triquet, 2005, p. 46). Nos situations s'apparentent ainsi à la situation d'exposition qui crée un « *espace de perception* » et pas seulement un « *espace de sens* », qui génère une *expérience significative* comportant des dimensions de sens et de cognition, mais aussi, d'affectivité (Boucher, 1992, p. 129). Nous recherchons donc, comme Triquet le propose pour l'exposition, comment les situations de mises en récit explorées, espaces de « perception et de sens » peuvent conduire à l'engagement et à l'implication dans l'élaboration de connaissances et la construction de savoirs scientifiques.

2.1.2 La dimension de la référence

Cette dimension s'inscrit dans la référence au monde de l'éducation, aux objectifs qui lui sont assignés et aux événements qui s'y produisent. Le sens s'établit alors en termes de validité de la pratique d'enseignement, référée aux valeurs sociales et culturelles en vigueur et

d'efficacité au regard des attentes institutionnelles. Fabre interroge la référence comme le rapport au monde : « *Quels rapports les activités scolaires entretiennent-elles avec le monde hors de l'école ?* » (1999, p. 73). « *Quel lien les tâches scolaires ont-elles avec les pratiques sociales ?* » (1997, p. 50). Fabre précise encore qu'il « *s'agit toujours d'ancrer les tâches scolaires dans les pratiques sociales. Pour apprendre à écrire on rédige un journal scolaire ; pour apprendre à calculer, on « joue » à la marchande, on « habille, les énoncés aux couleurs de la vie quotidienne* ». Cela questionne pour nous l'intérêt ou l'usage social des savoirs et des pratiques scientifiques aux yeux des élèves. Nous nous demandons ainsi comment la production scolaire de récits, en mobilisant ces savoirs et pratiques scientifiques, peut établir un lien entre le monde scientifique et le monde scolaire. En sciences et technologie, Martinand (1989) a caractérisé le concept de pratiques sociales de référence pour lequel les activités « réelles » d'un groupe social identifié peuvent servir de référence pour la conception ou l'analyse de situations d'enseignement. Il a ainsi montré l'importance de ces pratiques sociales de références dans l'intérêt porté par les élèves aux enseignements et dans la compréhension des concepts traités. Nous proposons ainsi que, quand, dans un dispositif d'enseignement, les élèves sont amenés à introduire des éléments scientifiques dans l'élaboration de leurs intrigues policières, ils font référence aux usages professionnels des contenus convoqués au cours d'enquêtes réelles et activent le sens qu'ils donnent aux savoirs au sein de la situation.

2.1.3 La dimension centrée sur la signification

La signification, selon Fabre, est relative aux savoirs qui sont en jeu dans la prise de décision de l'enseignant. Le sens est à envisager sous l'angle de l'identification de l'ensemble des conditions interactives, d'ordre anthropologique, historique, psychologique et technique, déterminant la pertinence du « *savoir à enseigner* ». On peut caractériser cette signification par le rapport au concept qui est donc au centre de la réflexion de Fabre (1997, p. 50) : « *Elle concerne la valeur épistémologique du savoir scolaire dans ses contenus et ses démarches : que vaut ce qu'apprennent mes élèves ? En effet, un apprentissage n'est valable que s'il donne accès à un savoir véritable (reconnu comme tel) qui soit en même temps un véritable savoir, un savoir opératoire* (Orange, 1997). *La forme problème aura donc une deuxième fonction : celle de garantir la valeur du savoir appris en articulant le déclaratif au procédural, le « savoir que » au « savoir comment » ou encore les connaissances aux capacités* (Pitrat, 1986) ». En ce sens, notre travail cherche à identifier les savoirs en jeu et la manière dont les mises en récit peuvent accompagner leur construction, la prise en charge des obstacles épistémologiques liées aux concepts visés.

D'autres auteurs examinent les modalités pour accéder au savoir. Pour Barbier et Galatanu, (2000, p. 6), « *la signification résulte d'un processus de décontextualisation* ». De plus, « *La signification est obligatoirement une adresse à autrui et implique la présence de signes qui sont susceptibles d'être reconnus comme tels par d'autres individus que ceux qui les mobilisent* » (p. 72). Ces deux propos invitent à voir la signification comme un processus de construction des savoirs qui pourrait passer, dans le cadre d'un apprentissage, selon la première approche, par une prise de distance par rapport au contexte de production des savoirs pour favoriser une intégration dans le vécu de l'apprenant. La deuxième approche pointe l'importance de l'usage d'un codage commun, véhicule d'un contenu partagé. Dans un contexte d'enseignement, nous pouvons entrevoir que le lexique scientifique porteur d'un savoir construit permet de rendre compte de sa signification. Dans cette optique Vygotski (1985) précise que la signification d'un mot n'est rien d'autre qu'une généralisation, un concept, et que ces généralisations sont des objectifs majeurs dans les actions éducatives. Meyer (1992, p. 44) définit quant à lui la signification comme « *ce dont il est question dans ce qui est dit* ». Il précise que quand un locuteur veut rendre explicite ce qui est en question, « *le processus qui est à l'œuvre est lié aux nécessités de l'intelligibilité* ». « *Lorsque le locuteur reprend les termes qui pourraient être problématiques pour la compréhension, il les présente en référence à ce qui pourrait être en question* » » (Ibid. p. 45). Ce processus nous paraît être à l'œuvre lors des phases de préparation en groupe d'un récit où les explications de termes scientifiques contribuent à la compréhension du concept associé. Cela permet, simultanément, l'assignation d'une référence précise, voire une définition possible au terme en question. Meyer met aussi en évidence le lien étroit entre la signification à travers le langage et la compréhension : « *Une théorie adéquate de la compréhension nécessite une description rationnelle de l'acquisition de la signification et son articulation à une théorie de la signification dans le langage. La théorie doit aussi porter sur des contextes d'usage du langage dans lesquels il n'existe aucune ambiguïté, où la compréhension, pour ainsi dire, va sans dire* » (1992, p. 209). Ces contextes d'usage, mis en évidence par Meyer, pourraient s'entendre comme une autre approche de la référence pointée par Fabre. Ils pourraient correspondre à des situations, convoquées dans le récit, appartenant au vécu des élèves, apportant une compréhension minimale de ce qui est signifié.

De façon empirique, des travaux examinant la genèse de sens dans le contexte scénarisé d'un musée identifient la nécessité de décoder le langage pour le dépasser et accéder ensuite au savoir, selon deux types d'opérations connectées entre elles (Triquet, 2005, p. 35) : « *Les*

premières opèrent sur des signes et correspondent à une saisie et un traitement d'informations de « surface ». Il s'agit, pour la lecture de texte, d'opérations de décodage du texte selon les principes alphabétiques, syntaxiques, grammaticaux, logiques et chronologiques. Elles mettent en jeu essentiellement des compétences « instrumentales ». « *Les secondes, en prenant appui sur les premières, travaillent à dégager un « topic », c'est-à-dire un sujet, un objet de réflexion qui prend sens qui dépasse la saisie des seuls textes.* Nous considérons, par analogie, que dans un dispositif de mise en récit fictif qui prend appui sur une séquence de sciences, les élèves réalisent le premier type d'opération lors des séances d'enseignement, se saisissant des signes, textes et schémas proposés par le maître pour les traiter à un premier niveau. Nous proposons que le deuxième type d'opération s'active de la façon suivante : d'une part en cours de séance, enclenchant la réflexion sur les contenus enseignés, d'autre part, au moment de la construction de l'intrigue, de manière plus approfondie, débouchant sur la connexion des apports de classe avec les connaissances personnelles. Notre hypothèse est que les élèves dégagent, dans cette phase d'élaboration des récits, des « topics », objets de réflexion qui seront creusés lors des discussions enclenchées par la mise en récit.

2.1.4 Le sens des savoirs et des activités cognitives

Le sens des savoirs et leur organisation se trouvent au cœur des questions d'enseignement en tant qu'ils « ouvrent à de nouveaux mondes », tel que l'indique Astolfi dans son ouvrage « *La saveur des savoirs* » (Astolfi, 2008). Selon cet auteur, saisir le sens des savoirs et leurs saveurs, ce qu'ils revêtent de singulier, d'éclairant, favorise l'entrée dans la compréhension de phénomènes par des angles particuliers. Les disciplines qui organisent ces savoirs et les problèmes qui y conduisent permettent de construire leurs concepts propres, associés à un langage spécifique, et de dépasser le sens commun pour percevoir la réalité grâce aux ressources de ces concepts et ainsi accéder ainsi à une interprétation éclairée du monde. Si l'action physique ou manipulatoire se révèle être un levier stimulant, elle ne peut se suffire à elle-même pour construire ces savoirs. En effet, comme l'indique Not (1979), en sciences en l'occurrence, la démarche expérimentale réfléchie ne résulte pas d'une simple intégration d'un tâtonnement empirique de l'enfant. Faire pour apprendre n'est efficace que si la pensée en action (l'extériorité en mouvement) débouche sur une action en pensée (planifiée, raisonnée). Rendre les élèves « actifs » ne se réduit pas à les faire participer, mais comporte bien une dimension cognitive qui leur permet de saisir le sens de l'activité et d'en tirer un profit conceptuel. Il s'agit bien de distinguer l'activité, et notamment l'activité intellectuelle, de la

tâche, travail à faire pour répondre à la demande et aux attentes de l'enseignant, comportant des contraintes matérielles et temporelles (Clot, 1999).

Nous prenons ici appui sur les travaux de Léontiev (1975), qui décrivent l'emboîtement de trois niveaux de l'activité, c'est-à-dire de ce que fait un sujet, intellectuellement et physiquement, pour que celle-ci soit productive en termes d'apprentissages. Le niveau des opérations correspond à la dimension matérielle d'un mode opératoire qui répond au « comment » et débouche sur une réalisation. Le niveau de l'action revêt la dimension cognitive qui donne un sens à l'opération, l'oriente en fonction d'un but à atteindre, il répond au « pourquoi ». Le niveau de l'activité dans sa plénitude, qui rassemble et dépasse les précédents niveaux, engage toute l'énergie du sujet, avec son projet, sa volonté, son désir, mobilise le sens profond de ce qui est entrepris. Il répond à une incitation du « pour quoi » et fait appel à un mobile interne et un motif externe. L'activité concerne finalement tout ce que met en œuvre le sujet didactique dans l'accomplissement d'une tâche et qui peut comprendre « *ses conceptions du contenu d'enseignement [...], sa compréhension du sens et de l'intérêt de la tâche dans la situation didactique, son désir de se mettre au travail et sa motivation à répondre aux injonctions qui lui sont faites, les opérations cognitives qu'il met en jeu pour accomplir cette tâche, les actions physiques nécessaires à cet accomplissement* » (Reuter, 2007, p. 11).

Nous percevons ainsi comment le sens de ce qui est fait est intrinsèquement lié à l'engagement cognitif de l'apprenant dans l'apprentissage. Dans le cadre de notre recherche, nous reviendrons sur les aspects du mobile et du motif pour analyser l'impact du dispositif de mise en récit sur l'engagement des élèves dans les activités. Nous proposons qu'à travers la réalisation de l'intrigue, les élèves puissent, au-delà de l'opération de fictionnalisation, donner du sens à l'intégration et la mobilisation des savoirs et des pratiques scientifiques dans leur histoire, et se projeter dans la réalisation du récit. La section suivante montre comment les opérations cognitivo-langagières contribuent conjointement à l'élaboration du sens et à la construction des savoirs.

2.2 Le sens, produit d'actes discursifs, interprétatifs et inférentiels : conditions de la signification

2.2.1 L'interprétation dans la genèse de sens

Pour Rastier (2000), le sens suppose une interprétation, dépendante d'une contextualisation mise en place aussi bien par la langue (le contexte, c'est tout le texte) que par la situation (qui se définit par une histoire et une culture). « *Le sens peut être représenté par un parcours [...]. Ce parcours est un processus dynamique [...]. Si bien que le sens n'est pas donné, mais résulte du parcours interprétatif* » (p. 7). La sémantique interprétative définit le sens comme « une interprétation ». Weisser (2006, p. 66) rappelle que Vygotski distingue ainsi clairement signification et sens. « *Si la première relève du dictionnaire, le second témoigne de tous les faits psychologiques qu'éveille un mot donné dans notre esprit, se rapprochant par-là de ce que Eco nomme encyclopédie* ». Pour ce dernier, le sens résulte d'une série de transaction entre deux opérations fondamentales : la prise d'informations textuelles et la projection de sens sur ce texte (Eco, 1985). Les prélèvements d'indices textuels dépendent des anticipations, hypothèses et projets de lecture qu'effectue le sujet. Dans cette perspective, notre proposition de faire réaliser un récit revient à provoquer un nouveau dialogue entre l'élève et le contenu des textes soumis lors des séances de science, leur permettant de convoquer des indices, des apports, et de les requestionner pour construire l'intrigue. Weisser précise encore que « *cette approche envisage bien une réinterprétation ininterrompue, à mesure que la structure cognitive du sujet parlant évolue* » (2006, p. 66). Nous retenons ici que l'élaboration de sens relève d'un cheminement du sujet, en appui sur son vécu personnel et langagier, lui permettant de s'appropriier des contenus et les connecter entre eux afin de les interpréter. Dans ses travaux, Ricoeur (1965) pointe aussi l'implication personnelle dans l'interprétation en précisant que celle-ci se réfère à une structure intentionnelle de second degré qui suppose qu'un premier sens est constitué où quelque chose est visé à titre premier, mais où quelque chose renvoie à autre chose qui n'est visé que par lui. Ces auteurs mettent en évidence un processus dynamique mené par les sujets que nous souhaitons explorer dans les mises en récit des élèves qui se saisissent d'éléments de cours pour les ré-agencer dans la contextualisation de leur mise en texte. Pour Triquet (2005), avec l'interprétation il s'agit d'aller à la recherche d'un sens « second », un sens qui résiste. Concernant le texte ou l'exposition, l'interprétation ne répond plus à la question « que dit le texte ? » mais « au-delà de ce qu'il dit, qu'est-ce qu'il me dit ? ». L'interprétation vient alors porter sur les zones troubles. « *Le visiteur adopte une posture de doute et de distanciation, une attitude de questionnement interprétatif* » (Ibid., p. 41). Cette attitude est

celle qui est attendue dans les situations de mise en récit que nous explorons, où les élèves doivent se poser les questions de fond qui sous-tendent les notions scientifiques pour les mobiliser en cohérence avec la construction de leur intrigue. Il paraît intéressant, pour la compréhension de ce qui se joue dans les apprentissages, d'identifier les problèmes qui peuvent surgir à l'occasion de reconfiguration des éléments de savoirs et la manière avec laquelle ces problèmes peuvent être traités par les élèves.

2.2.2 Inférences et interprétation à l'œuvre dans l'élaboration du sens et le récit

Triquet, pour comprendre comment l'exposition muséale peut signifier « donc produire des effets de sens », interpelle Davallon, se référant aux théoriciens comme Grice, qui propose de raisonner avec un modèle de communication basé sur un principe d'inférence. Le concepteur d'une exposition produit « *des indices qu'il dispose et agence en fonction de logiques qui lui sont propres ; le visiteur, quant à lui, tente de s'en saisir et de leur attribuer du sens, à la fois indépendamment des autres signes et en relation avec eux* » (Triquet, 2005, p. 36). Ce travail d'inférence, qui donne sens aux indices, peut aussi se retrouver dans les récits d'enquête, quand c'est à l'élève, producteur de récit, de générer les indices. C'est ainsi que nous proposons que mettre les élèves en perspective de réalisation d'un récit les rend plus sensibles aux apports scientifiques, en leur faisant prendre conscience que ces contenus scientifiques peuvent servir d'indices à la résolution de problèmes scientifiques comme d'énigmes dans l'enquête. Nous nous basons alors sur la caractérisation de l'indice en Histoire qui est une construction en référence à un problème. Cariou (2016) montre comment, pour construire des savoirs en Histoire, à partir d'un document, certains élèves s'engagent dans « *un mode de lecture visant plutôt une interprétation des indices fournis* » (Ibid., p. 64). Il définit le mot « indice » en référence à l'article fondateur de Ginzburg (1989) sur le paradigme indiciaire : « *la médecine, la psychanalyse, l'histoire et l'enquête policière fondent leurs investigations sur une approche clinique de recherche d'indices à partir desquels elles établissent des conjectures sur une pathologie ou sur un événement du passé. En effet, l'objet de ces disciplines n'est accessible qu'indirectement, par l'intermédiaire des indices qui le signalent* » (Cariou, 2026, p. 65). De plus, Cariou précise que, pour les historiens, l'indice fourni par un document est « *conçu comme une trace du passé et non pas comme donnant à voir le passé lui-même* » (Ibid. p. 65). Nous sommes amenés dans notre dispositif à proposer que les indices posés par les élèves pour élaborer l'intrigue soient le reflet de la construction de concepts qu'ils ont réalisée, traces des savoirs construits qui seront le lieu d'interprétation par les lecteurs. Nous considérons avec Cariou que les indices renvoient à des savoirs et les signalent pour qu'ils soient convoqués.

Selon lui, « *les indices sont à interpréter, et à mettre en lien avec des savoirs antérieurs pour qu'ils prennent tout leur sens* » (Ibid. p. 74). Ainsi, dans le contexte de nos mises en récit, les élèves qui élaborent les indices au service de leur histoire doivent réaliser cette mise en lien. Ceux qui découvrent ces indices et les interpréteront réalisent alors cette même connexion. Mais, le plus intéressant, de notre point de vue, dans l'identification d'indices par un groupe d'élèves concepteur d'une intrigue, est que ce qui fait « indice » pour les uns ne fait pas forcément « indice » pour les autres. Ainsi, c'est dans la discussion argumentée, en appui sur des fondements scientifiques issus du cours et connectées aux connaissances antérieures de chacun, que peuvent se mettre en place les indices partagés.

Cela fait écho au cadre de Fabre (1999, p. 147) quand il indique que « *le sens ne se situe ni dans le texte, ni chez le lecteur mais résulte d'une construction interactive entre prélèvements d'indices textuels et projection d'hypothèse de lecture* ». Ici encore, c'est dans le prélèvement d'indices au sein des textes et documents fournis lors des moments d'enseignements, différentiel selon les élèves, que nous identifions une opportunité de confrontation entre élèves et de retravail des apports scientifiques des séances. Nous proposons qu'en réalisant un récit nécessitant la mise en place d'une énigme, les élèves discutent de ce qui fait « indice » pour les uns et ne le fait pas pour les autres, et se saisissent ainsi des indices scientifiques du cours discutés ensemble pour générer des indices de l'énigme. Nous suggérons que ce processus est susceptible de donner du sens aux concepts scientifiques abordés en classe et que cette activité cognitive participe à la construction et consolidation des concepts ciblés.

Concernant les sciences de la Terre, Stengers et Bensaude-Vincent (2003, p. 195) indiquent qu'il s'agit de « faire parler » le terrain : « *repérer un indice, c'est donner un sens conjectural à une trace muette* ». Comme l'indique Orange Ravachol (2010, p. 36), en référence à des travaux antérieurs (Orange Ravachol & Le Marec, 2009), « *la démarche s'apparente davantage à une démarche d'enquête : un terrain a des singularités qui font qu'il ne peut valoir pour tous ; on imagine qu'il renferme des « archives de la Terre » (roches, fossiles, affleurements, ...) qu'il s'agit d'identifier, voire de construire et de situer (et non pas de recueillir) dans des dimensions temporelles et spatiales complexes* ». Nous proposons que la mise en récit, en incitant les élèves à faire apparaître des indices pour leur enquête, se saisissent des indices convoqués lors des enseignements scientifiques et ainsi se les approprient, reconfigurent leurs connaissances pour leur donner plus de sens.

2.2.3 Vers la compréhension et la construction de concepts scientifiques

Triquet montre, dans son Habilitation à Diriger des Recherches (2005) que, comme pour la lecture de textes, les inférences réalisées au sein d'une mise en scène vont porter sur des niveaux très différents. Un premier niveau porte sur le sens d'un élément particulier de la scénographie d'une vitrine (par exemple : la couleur blanche du sol perçue comme de la neige), sur un aspect de la scène représentée (par exemple : la saison concernée par la présentation de la vitrine). Le deuxième niveau, que nous convoquons surtout dans la présente recherche, est le travail d'inférence qui engage une mise en relation des premières inférences et qui constitue un réel travail de « compréhension » permettant de connecter les éléments de connaissance nouveaux entre eux, et de les intégrer avec les savoirs déjà construits afin d'élaborer un niveau de complexité et de savoir supérieur.

Concernant la lecture de texte, selon Triquet (2005, p. 38), la compréhension est « *l'activité qui conduit à construire la signification dans le contexte verbal (texte) et non verbal (supports de textes, situation de communication)* ». Cette approche peut aussi s'entendre pour une situation d'enseignement où sont apportés des éléments de connaissance à l'aide d'un texte écrit ou oral, dans un certain contexte qui les met en scène et qui s'avérera propice ou non à la l'élaboration de sens. En établissant un parallèle entre la compréhension d'un texte et celle d'une exposition, Triquet fait émerger que, comprendre, c'est finalement, dégager une cohérence intrinsèque à ce qui est dit et présenté, c'est mettre au jour « *la logique interne par laquelle chaque objet, chaque élément de la mise en scène trouve sa place et prend du sens, l'idée organisatrice voire la notion fondatrice* » (*Ibid.*, p. 39). Nous nous appuyons sur cette réflexion pour proposer que la conception par les élèves d'un texte où ils mobilisent des éléments de connaissances, les place dans une situation où ils vont devoir articuler avec cohérence les savoirs appris à travers des textes et supports d'apprentissage, dans une dynamique d'enquête. Cette élaboration de texte permettrait aux élèves d'accéder à la logique interne du récit, et par là-même à la cohérence du concept à construire.

En interrogeant également les mécanismes de compréhension de textes littéraires, Schmehl-Postai et al. (2014) proposent trois types de régulation de la compréhension : l'une d'elle vise à reformuler, une autre à anticiper la suite du texte, la dernière à opérer une transposition. Dans ce dernier cas (*Ibid.*, p139) « *de nouvelles données sont produites, d'autres espaces, d'autres temporalités, d'autres personnages* ». Cela peut permettre selon Fabre (1989) de faire évoluer la compréhension des élèves. Si les mises en récit par les élèves que nous interrogeons ne sont pas des transpositions au sens littéraire, elles procèdent cependant par une

approche analogue, où certains éléments jugés pertinents (des apports scientifiques) sont sélectionnés, argumentés pour être placés dans un contexte fictif qui les assemble à d'autres éléments provenant de leur connaissance des fictions, l'ensemble devenant potentiellement porteur de sens. Nous proposons que cette mise en récit s'apparente à la conception d'une situation problématique où chaque élément prend sens dans sa mise en relation avec les autres, établissant ainsi une cohérence intrinsèque au récit, débouchant sur la compréhension des concepts scientifiques mobilisés.

Nous rejoignons ici les propos de Ricœur (1986) lorsqu'il déclare que c'est en construisant des récits que l'on peut rendre intelligibles les choses. Les récits, associant des enchaînements de causalités, des décisions humaines, des contingences et des surprises, transforment, grâce au déroulement de l'intrigue, des éléments disparates en maillons articulés qui confèrent leur intelligibilité aux parties et à la globalité de l'histoire. Ainsi Ricœur précise encore que « *la recherche d'une cohérence narrative donne à voir, ajoute à la lisibilité de ce qui est rapporté. La mise en texte n'est pas une opération neutre de simple retranscription d'un "déjà organisé", mais un réel instrument cognitif* » (2000, p. 306). Dans une perspective complémentaire, Fabre (1999, p. 151) indique que le texte narratif est à la fois contextualisation et totalisation. « *Dans la contextualisation c'est l'ensemble qui confère sa signification à l'élément. On passe du personnage à son rôle : du chevalier au justicier. Dans la totalisation, on compose des ensembles signifiants à partir de ces éléments : élaboration du système des rôles des personnages* ». C'est en nous appuyant sur ces auteurs que nous avons proposé que, grâce à leur mise en récit, les élèves articulent leur connaissance et les intègrent dans un récit qui prend sens pour eux, qu'ils puissent construire la signification de notions abordées en classe de manière indépendante, et les articuler entre elles dans le contexte de l'intrigue et de ses composants.

La mise en récit peut donc apparaître comme un espace privilégié pour l'élaboration de sens tel que le conçoit Fabre. Pour lui, en effet, le sens se construit principalement autour de deux moments critiques (Fabre, 1999, p. 63) : « *le moment analytique où on extrait le sens des propositions et le moment synthétique de la reconstruction de propositions nouvelles.* » Cet aspect nous permet d'identifier dans les moments d'élaboration de récit par les élèves des lieux d'analyse de la construction de sens à travers les discussions entre élèves portant sur les contenus scientifiques et pouvant nourrir les énigmes. En effet, on peut considérer les séances de cours comme des propositions à analyser dont il faut extraire le sens et à partir desquelles une synthèse porteuse de sens pour l'élève sera faite dans l'optique de servir l'énigme.

2.2.4 Élaboration du sens, opérations cognitive et argumentation au service de la signification

Pour Galatanu, (2000, p. 29) le sens désigne « *l'association de plusieurs représentations proposées par un sujet parlant dans un acte discursif nécessairement singulier dans une situation discursive nécessairement inédite* ». Il apparaît ainsi que, dans un contexte qui définit la spécificité d'une situation, le sens va se jouer dans la confrontation de propos. Nous voyons ici tout l'intérêt des situations spécifiques d'échange entre élèves au moment de la construction de l'intrigue, qui vont faire se confronter les représentations, au sens d'états de compréhension transitoires, d'une notion. Ces situations sont alors propices, pour chaque élève, à réinterroger les notions dans la mise en lien de ses propres représentations, antérieures et actuelles, et avec les représentations des autres élèves. Dans une approche sémantique argumentative, Galatanu (2020, p. 36) définit le sens d'un énoncé comme le produit d'un acte discursif argumentatif sous-tendu par deux opérations mentales : « *une association de deux ou plusieurs représentations du monde dans un bloc signifiant et une opération de sélection qui permet de poser un lien naturel entre ces représentations (cause-effet, intention-moyen, phénomènes symptôme ...)* ». Cette approche entre en résonance avec notre questionnement sur la mise en récit par les élèves en tant qu'elle permet de mettre en évidence que le sens se construit dans des interactions langagières par mise en lien de concepts et sélection d'éléments pertinents pour leur compréhension.

Ainsi, dans une situation qui fait sens, des contenus peuvent être discutés et donner lieu à un travail sur la signification. Weisser, dans son Habilitation à diriger des Recherches (2006, p. 100) aborde cet aspect en ces propos : « *Le travail de négociation est fondé sur la déformabilité de la signification par le biais des échanges intersubjectifs, et relève de ce que J.B. Grize appelle schématisation : "Une représentation discursive orientée vers un destinataire de ce que son auteur conçoit ou imagine d'une certaine réalité", une façon de "faire voir quelque chose à quelqu'un" (1996, p. 50). Dans les cas qui nous occuperont, le savoir faisant initialement défaut à tous les apprenants, la représentation discursive en question sera co-construite par l'ensemble des interlocuteurs prenant part à la discussion ; il s'agit bien alors d'un échange où chacun expose ses arguments, réagit à ceux de ses pairs, dans un effort de gestion d'un terrain commun. Et cet espace de négociation est lui-même constamment redéfini, à mesure que l'on explicite (et éventuellement, s'accorde sur) ses connaissances, croyances, hypothèses* ». Les interactions dans les groupes, sont donc susceptibles de réinterroger les notions et les concepts, de les discuter sous un autre jour pour aboutir à la

précision du lexique, et à une reconfiguration du savoir. Le sens donné à la mise en récit, donne sens à l'argumentation des concepts qui contribueront à la cohérence de l'histoire. Fabre poursuit un raisonnement analogue (1999, p. 64) : « *C'est la construction du problème qui définit les solutions possibles et leur assigne leur sens, si bien qu'un problème n'a les solutions qu'il mérite en fonction de la manière dont il est formulé* ». Ainsi, nous percevons à nouveau l'importance des reformulations des élèves dans la construction de sens du concept qu'ils vont questionner. Schmehl-Postai et al. (2014, p. 135) apportent des précisions quant aux opérations cognitives en jeu dans le processus de signification et de construction de concept. Elle indique ainsi que « *la signification concerne le rapport des mots aux concepts et les liaisons entre ces différents concepts. ... La signification est la mise au jour d'une problématique... La signification ne se dévoilera que lorsque le lecteur aura construit la question à propos de laquelle le texte lui apporte des éléments de réponse.* » Notre recherche analyse en ce sens la mise en mot des problèmes scientifiques abordés lors des séances de classe et interroge ce que leur convocation dans la mise en récit génère de l'ordre de la construction des savoirs scientifiques.

Dans une optique englobante, Barbier (2000, p. 69) indique que « *le sens est donc une construction mentale spécifique qui s'effectue chez un sujet à l'occasion d'une expérience, par rapprochement entre cette expérience et des expériences antérieures. Les opérations de construction de sens présentent notamment les caractéristiques suivantes : il s'agit de travail mental c'est-à-dire d'opérations de transformation, de représentation, les représentations pouvant être définie rappelons-le, comme des entités susceptibles de tenir lieu d'autres entités et de pouvoir survenir en leur absence. Selon les cas on parlera d'activités d'introspection, d'évocation, de réflexion, de prise de conscience, de délibération, de conduite... Dans tous les cas cependant, il s'agit d'un travail en direction de soi-même, dont les résultats sont appropriés par le sujet* ». Il nous apparaît que, dans cette dynamique d'opération mentale de transformation et de prise de conscience, l'approche proposée dans notre recherche peut favoriser l'appropriation de savoirs, l'approfondissement de la compréhension des contenus scientifiques à plusieurs moments du processus de mise en récit : dès l'annonce d'élaboration d'une énigme policière, comme au moment de la mise en intrigue.

Afin d'approfondir cette proposition, dans la section suivante, nous cherchons comment certaines phases de la mise en récit peuvent conduire à la construction de sens et des savoirs.

2.3 Contribution du processus de mise en récit et de l'élaboration de sens dans la structuration des savoirs

Les travaux de Paul Ricœur (1983) font apparaître le récit comme un outil de « re-figuration » de l'expérience humaine, où les éléments saisis par ceux qui racontent sont réorganisés pour faire sens, à travers les intentions des personnages, les lieux où ils évoluent, les obstacles qu'ils rencontrent. Replacée dans un contexte d'apprentissage scientifique, cette conception correspond à celle de Jaubert et Rebière pour qui « *[la mise en récit] sélectionne les éléments du monde jugés pertinents et construit de nouvelles formes de rationalité, de mise en cohérence, prenant en compte des savoirs antérieurement stabilisés, des contraintes et des nécessités* » (2009, p. 338). Ces recherches nous amènent à proposer que l'élaboration de récits par les élèves peut les conduire à mobiliser les éléments de savoir construits en classe et à les réorganiser entre eux et avec leurs propres connaissances issues d'autres domaines que les domaines scolaires. Ainsi, nous explorons comment la mise en intrigue pourrait soutenir la construction de savoirs scientifiques nouveaux dans une démarche qui fait sens pour eux.

L'approche de l'intrigue de Ricœur paraît particulièrement intéressante pour l'apprentissage car elle englobe les mécanismes qui se jouent avant et après la narration elle-même. Nous approfondissons en ce sens les étapes de mimesis, précédemment abordées dans le chapitre 1, sous l'angle plus spécifique de l'élaboration possible de savoirs dans un cadre scolaire. Ainsi, l'importance pointée par Jaubert et Rebière (2009) de la mise en relation de la connaissance du monde qu'ont les élèves et des éléments de savoirs peut correspondre chez Ricœur à « *l'enracinement de l'intrigue dans une « pré-compréhension du monde de l'action* » (1983, p. 108), première étape constituée de situations réelles, appelée mimésis I, où des actions peuvent être caractérisées y compris dans les significations qu'elles véhiculent, et où les composantes du récit peuvent être identifiées. Dans une recherche que nous avons précédemment menée portant sur l'élaboration d'énigmes scientifiques (Courdent et Alvain, 2022), cette étape, en amont de l'écriture d'une intrigue, correspond à l'immersion des élèves dans des situations de recherche scientifique avec des chercheurs. Dans cet exemple, nous percevons que cette étape permet aux élèves de caractériser les acteurs de leur intrigue et leur mode d'action, de se saisir des problèmes scientifiques et des voies d'investigation à travers leur expérience. Ricœur propose, dans une deuxième étape, avec le terme de « mise en intrigue », véritable axe du récit, de rendre visible le processus opératoire et pas seulement structurel de l'intrigue. Cette étape de mimésis II, est avant tout « configuration », elle compose les actions, agence les faits ou les éléments grâce à des relations de causalités pour en construire

une signification. « *Un récit au sens de Ricœur est une synthèse de l'hétérogène, c'est-à-dire la "prise ensemble" d'éléments épars et leur rassemblement en un tout temporellement cohérent, ayant un sens que les éléments non configurés n'avaient pas* » (Dubied, 2000, p. 46). La mise en intrigue comme processus configurant s'apparente ainsi à la démarche d'investigation-structuration. Celle-ci en effet, comme l'indiquent Calmettes et Boilevin (2014), correspond à une mise en cohérence des connaissances émergeant tout au long de la recherche jusqu'à une structuration qui relève d'une objectivation où les objets de savoirs sont caractérisés ainsi que les conditions et les contraintes avec lesquelles ils se sont construits et ont pris sens, et qui les ont érigés en objets scientifiques. En aval de la mise en intrigue, le stade de mimésis III « *marque l'intersection du monde du texte et du monde de l'auditeur ou du lecteur* » (Ricœur, 1983, p. 136). Ainsi, dans un cadre scolaire, le récit réalisé peut contenir des savoirs construits par les élèves auteurs et attendus par l'auditeur/lecteur qu'est l'enseignant. Dans l'exemple de la recherche citée ci-dessus, les énigmes produites par les élèves permettent de structurer les apports scientifiques de la classe et des chercheurs sous la forme d'un récit reconfigurant leur expérience du monde et les savoirs scientifiques.

Plus que le récit en tant que signifiant, c'est le processus à l'œuvre dans la mise en récit et ses relations avec les apprentissages que nous questionnons. Nous avons été confortés dans cet axe de questionnement par les travaux de Bourassa et al. (2017) qui examinent, sur le plan cognitif, les conditions d'accès aux processus d'élaboration de savoirs. Ces auteurs ont montré que le cerveau établit un tri qui ne porte à la conscience, et entraîne donc la genèse d'un espace de travail, de compréhension et de mémorisation, que ce qui fait sens et apporte de l'intérêt pour l'apprenant.

Ainsi, après avoir caractérisé le rôle du processus cognitif de mise en récit dans la construction de sens et des savoirs, nous allons à présent creuser la relation qui s'établit entre le réel et la fiction dans ce processus.

2.4 L'intérêt de l'activation de deux mondes : construction de sens entre le réel et la fiction

Nous observons depuis quelques années un intérêt croissant de la didactique pour les rapports entre récits et science, et récits de fiction et science. Un certain nombre d'auteurs avancent les premiers constats (Bruguière et al., 2007 ; Moulin, 2014 ; Soudani et al., 2015 ;

Triquet et al., 2014 ; Triquet et al., 2015 ; Derolez, 2016). Ils montrent notamment que « mobiliser l'imagination permet une contextualisation des sciences relativement fertile et que dans certains cas, les mondes de la fiction ont la capacité de fournir un cadre de référence pour questionner notre propre monde » (Soudani et al., 2015, p. 2). Cela fait du récit « un instrument privilégié de cette mobilisation, que ce soit pour l'apprentissage des savoirs ou la production de questionnements » (Triquet et al., 2015, p. 1) et lui confère une « fonction structurante » (Reuter, 2019, p. 2).

Le récit peut être conçu comme outil permettant au lecteur de repenser sa propre expérience du monde actuel (ce qui correspond à la fonction actualisante du récit décrite par Reuter [2019]), par l'intermédiaire d'une expérience temporelle alternative : la fiction (Ricoeur, 1983). La fiction permet aux élèves de prendre appui sur une compréhension commune minimale de certaines situations vécues par les personnages en contexte (Vézier & Doussot, 2019). Nous considérons le « monde » comme un espace dans lequel le lecteur pénètre et qui fonctionne avec ses propres lois. Nous mobilisons les réponses qu'apporte la théorie des mondes possibles de Lewis (1978) à la manière dont ces mondes se construisent et fonctionnent : un monde possible est proche de notre monde réel et présente un aspect contre-factuel d'arrière-plan. Derolez et Bécu-Robinaut (2022) proposent qu'un ensemble de mondes coexistent (parmi lesquels le monde existant ou réel est un monde possible actualisé), entre lesquels se crée une relation d'accessibilité (par un arrière-plan de faits connus) et à l'intérieur desquels des propositions peuvent se voir accorder des valeurs de vérité. La théorie des mondes possibles permet donc de rapprocher le monde de la fiction (par exemple pour un film de science-fiction, la propagation du son dans l'espace) et le monde réel (la propagation du son dans un milieu matériel). « La fiction permet en retour d'interroger notre propre monde sur ce qu'il est ou n'est pas, ou sur ce qu'il serait étant donné la structure qu'impliquerait un tel monde. » (*Ibid.*, p. 71).

Au cours de ce chapitre, nous avons pris conscience que l'activité de mise en récit peut stimuler des processus cognitifs et affectifs potentiellement capables de favoriser la construction de savoirs en permettant la genèse de sens. En effet, la dimension de la manifestation qui rend visible l'appropriation de l'objet d'étude par le sujet et la dimension de la référence qui se le relie aux enjeux sociaux participent à l'inscription du sujet dans l'activité d'apprentissage. Dans la dimension de la signification, liée aux savoirs mobilisés, ce sont les processus de compréhension qui sont notamment à l'œuvre, à travers d'une part la saisie et le

traitement, quasiment instrumental, de l'information et d'autre part l'identification d'objets d'étude, de problèmes et des raisonnements qui permettent de les résoudre. Les aspects langagiers sont particulièrement sollicités dans l'élaboration de la signification du savoir, d'autant plus que l'apprenant est placé en situation d'auteur. En effet, la logique que celui-ci cherche à donner au récit, la mise en évidence d'indices significatifs pour l'histoire, l'agencement des événements dans une relation de causalité participent à la construction de la cohérence des concepts. De plus, les étapes elles-mêmes de la mise en récit contribuent à la genèse de la signification. Les composants du récit prennent effectivement leur ancrage dans le monde réel et sont le résultat d'une mise en relation des connaissances des élèves issues de ce monde et du monde scolaire. En contexte de vulgarisation scientifique, (Courdent et Egginger, 2017), nous avons précédemment identifié que l'usage d'un récit faisant appel au vécu du public aide celui-ci à s'impliquer dans l'objet d'étude et à s'appropriier plus aisément les savoirs en jeu. L'étape de mise en intrigue rend possible la reconfiguration des connaissances en savoirs, pris dans leur complexité. L'étape de finalisation du récit, réalise une connexion entre le texte de l'auteur et les attentes des lecteurs/auditeurs, que sont les enseignants dans notre cas. Enfin la confrontation rendue possible par le récit, entre les deux mondes, celui de la fiction et celui du réel, permet de questionner ce-dernier, de faire émerger des problèmes significatifs, et d'envisager des pistes pour les traiter.

Si le récit a été montré propice, dans les conditions énoncées ci-dessus, à la structuration de la pensée, il nous semble à présent important d'identifier plus spécifiquement les difficultés et atouts d'une mise en récit en tant que modalité d'enseignement et d'apprentissage des sciences. La réflexion se poursuit ainsi dans le chapitre suivant de façon à déterminer les limites dans lesquelles une narration peut devenir conceptualisante dans un cadre de didactique des sciences.

CHAPITRE 3 : QUELS ÉCUEILS ET POTENTIALITÉS D'UNE MISE EN RÉCIT : DES QUESTIONS POUR LA DIDACTIQUE DES SCIENCES

Certaines antinomies peuvent apparaître dans l'usage du récit au service apprentissages scientifiques. La pensée narrative ne s'oppose-t-elle pas à une rationalité scientifique ? En quoi certaines mises en récits peuvent-elles se démarquer d'une narration commune et faire accéder à un raisonnement scientifique ? La fiction et son univers imaginaire peuvent-ils permettre une mise à distance critique, la stimulation de processus cognitif vers l'explication du réel ? Ce chapitre vise à éclairer ces contradictions apparentes pour avancer dans l'identification de conditions possibles pour une mise en récit amenant à la construction de savoirs scientifiques.

3.1 Quelles ambiguïtés liées au récit dans l'apprentissage scientifique ?

Si l'usage du récit apparaît fréquemment dans les activités scientifiques, de nombreux auteurs signalent à son propos la nécessité d'en questionner l'intérêt et les limites. En s'interrogeant précisément sur les rapports qu'entretiennent sciences et récits, des travaux en didactique des Sciences de la vie et de la Terre ont montré que « *si la mise en histoires, syncrétisme de temps et de causalité, est un obstacle à la compréhension du fonctionnement des systèmes complexes, le temps et l'histoire restent nécessaires pour l'intelligence de leur genèse et de leurs transformations ; et cela peut également être la cause de difficultés didactiques* » (Orange & Orange, 1995, p. 47).

Le mode de pensée scientifique a ainsi souvent été opposé, dans une première approche, à la pensée narrative. Cette dernière, pour Viennot (1993), repose sur un « raisonnement linéaire causal » qui appréhende les phénomènes scientifiques uniquement sous la forme d'événements enchaînés dans une succession causale. « *Cette forme d'organisation spontanée de l'espace et du temps fait obstacle à d'autres formes de raisonnement mettant en jeu des concepts tels que la simultanéité ou la rétroaction* » (Coquidé & Morge, 2011, p. 9). De la même façon, en analysant les récits, produits par les élèves, mettant en jeu des phénomènes fonctionnalistes tels que l'expansion et la sédimentation océanique (Orange Ravachol, 2007), la circulation et la nutrition (Orange et Orange, 1995), la digestion (Lhoste et al., 2011), plusieurs auteurs ont montré que dans un premier temps, ce raisonnement fait obstacle à la production d'explications scientifiques. En effet les élèves ont tendance à utiliser un type de récit particulier, des « petites

histoires » racontées sur le mode de l'anecdote, (par exemple de type « randonnées » selon Orange Ravachol et Guerlais (2005), c'est à dire des histoires du sens commun qui racontent selon un récit linéaire) pour tenter d'expliquer le fonctionnement d'un système géologique ou biologique (Orange Ravachol, 2007). L'étude de ces pratiques fait apparaître que « *cette tendance constitue un sérieux obstacle à la compréhension du fonctionnement des systèmes complexes et à la construction de savoirs* » (Orange Ravachol, 2010, p. 115).

D'autres éléments faisant obstacle à la construction de connaissances scientifiques ont été mis en évidence. Lhoste et al. (2011) identifient des énoncés relevant de la chronique qui constituent une première forme de récit et qui prennent en compte les questions spatio-temporelles des phénomènes scientifiques, de manière linéaire. Lhoste et Peterfalvi (2012) proposent ainsi que l'enjeu pour les apprentissages scientifiques soit de pouvoir dépasser la chronique pour atteindre une réelle mise en récit au sens de Ricœur (1983, p. 66) : « *Dans la mesure où dans le récit, le lien causal prime sur les successions chronologiques.* ». Le récit se comprend alors comme une mise en intrigue, une « *opération qui tire d'une simple succession, une configuration* » (Ricœur, 1983, p. 127). Cette configuration, comme nous avons pu la décrire dans les chapitres précédents, nous semble être au cœur du processus de conceptualisation porté par la narration.

Ainsi, comme l'indiquent Bautier et al. (2000, p. 158) « *on trouve une méfiance vis-à-vis de la narration considérée comme antinomique du discours scientifique, et qui serait la traduction d'une forme première de la représentation sur la science, dans laquelle il suffirait de raconter de façon ordonnée ce que l'on voit, ce que la nature nous donne à voir, pour entrer dans le discours scientifique* ». Ces auteurs signalent alors un point d'attention quant à l'objectif de l'éducation scientifique qui « doit permettre une rupture avec cette représentation de la science et du discours scientifique et permettre de s'approprier la démarche scientifique et ses exigences : s'émanciper de la subjectivité pour viser une objectivation » (*Ibid.*, p. 158)

Jaubert et Rebière (2009, p. 337) relèvent quant à elles qu'« *en sciences, notamment à l'école primaire, la place du récit est ambiguë* ». Par exemple, quand les élèves produisent des textes s'apparentant à des récits, soit les enseignants ne les questionnent pas spécifiquement, soit ils les refusent car en apparence non scientifiques. De fait, comme l'indique Bruner (1996, p. 151), « *la manière la plus naturelle et la plus précoce dont nous organisons nos expériences et nos connaissances prend précisément une forme narrative* ». Ces productions langagières d'élèves, avant apprentissage, qui revêtent spontanément la forme d'une « mise en histoire » relèvent de la pensée commune. C'est justement cela qui peut poser souci. La connexion forte

entre les explications des élèves et leur expérience commune, en donnant une cohérence à leur histoire est susceptible de les empêcher d'accéder au monde des problèmes scientifiques, le troisième monde pour Popper (Orange Ravachol, 2010).

Dans un cadre rationaliste, sciences et récits apparaissent opposés dans le sens où un des objectifs scientifiques est bien de rompre avec la pensée commune (Bachelard, 1938). Pourtant, les sciences imaginent des histoires pour expliquer les phénomènes naturels, en cela elles se rapprochent des mythes. Mais elles en diffèrent par l'analyse critique inhérente aux récits produits et par leur mise en discussion (Popper, 1985). Pour cet auteur, il existe bien une relation entre le récit de sens commun et le récit scientifique, la science ne pouvant pas se développer à partir de rien. Selon lui « *Le langage permet la création et la mutation de mythes explicatifs, ce que le langage écrit est venu plus tard renforcer. Mais seule la science remplace l'élimination de l'erreur dans la lutte violente pour la vie par la critique rationnelle non violente ; seule elle nous permet de remplacer le meurtre (monde 1) et l'intimidation (monde 2) par les arguments impersonnels du monde 3.* » (Popper, 1991, p. 151). Ainsi, le récit scientifique, accédant à l'objectivité, s'articule aux récits de sens commun en se détachant du subjectif et du familier (Orange-Ravachol, 2010).

Les recherches mobilisées en ce début de chapitre portent en particulier sur le passage de la mise en histoire, récit de sens commun, au récit scientifique objectif produit en tant que texte du savoir. Elles nous permettent de nourrir notre réflexion sur la construction de savoirs scientifiques par les élèves dans les situations en lien avec la narration. Nous interrogerons quant à nous, dans la présente recherche, une approche spécifique du récit impliquée dans l'élaboration du savoir, celle qui prend appui sur une mise en récit de fiction.

Selon cette approche, Lhoste et al. (2011) ont identifié dans les mises en histoires des élèves certains risques dans la personnification où les élèves attribuent à des éléments associés à leur explication, des buts, des intentions. Un risque de permanence de l'élément personnifié apparaît qui peut empêcher de penser cet élément en termes de transformation (fondamental dans certains processus biologiques ou géologiques). De plus, l'afflux dans les textes produits par les élèves de caractéristiques non scientifiquement pertinentes telles buts, intentions, émotions, affectivité, peut aussi poser souci en éloignant les élèves d'une démarche argumentée basée sur des raisonnements, des faits, des éléments scientifiquement fondés.

Pour autant, la forme d'un récit de fiction constitue pour les élèves un outil langagier spontanément à leur disposition. Nous nous demandons donc dans quelles conditions il serait possible que de tels récits puissent interroger, convoquer, structurer des savoirs scientifiques.

3.2 En quoi, au-delà des réserves énoncées, l'élaboration d'un récit de fiction par les élèves pourrait contribuer à une narration conceptualisante en sciences ?

3.2.1 Récits premiers, récits scientifiques, récits de fiction

De façon à pointer la spécificité des textes produits par les élèves sur lesquels nous faisons porter notre analyse dans notre approche, nous caractérisons, pour les distinguer, les textes qui ont constitué des objets d'étude dans les recherches d'autres auteurs. Dans leur travaux, Bautier et al. (2000) analysent des textes produits par les élèves, consistant à transcrire en texte un schéma portant sur le cycle de vie du cerisier. Les auteurs identifient dans ces productions trois grands types d'écrits premiers, qui pourraient constituer des points d'appui vers l'appropriation des discours scientifiques. Un premier type, « *monographie ou carte d'identité, relève d'une pensée par attributs* » (*Ibid.*, p. 159). Il met en évidence des éléments constitutifs de structures et peut les organiser dans un énoncé faisant apparaître des sous-parties. Il constitue l'amorce d'un discours scientifique descriptif. Un autre type d'écrits premiers s'apparente au témoignage ou au jugement de valeur, « *avec une visée de persuasion où la projection personnelle est dominante* » (*Ibid.*, p. 160). Il initie le discours argumentatif sous réserve de pouvoir développer un aspect critique. Enfin, des écrits d'élèves font apparaître un caractère narratif, quand ils racontent une chronologie d'événements successifs. La chronologie du discours et celle du phénomène se superposent. Pour ces concepts où la dimension temporelle est déterminante, et où la causalité est apparente, les textes narratifs peuvent constituer un passage vers des textes scientifiques explicatifs où des fonctionnements peuvent être approfondis. La narration ne s'oppose pas ici à la construction des concepts scientifiques mais constitue un appui pour le développement d'un raisonnement scientifique.

Orange Ravachol (2017, p. 4) souligne que « *la construction de savoirs scientifiques mobilise une heuristique narrative marquée par la transformation de récits du sens commun (de « petites histoires ») en récits explicitement associés au travail critique de problèmes et constitutifs de savoirs raisonnés (apodictiques)* ». Ainsi, l'apprentissage peut être mené en deux

temps : le récit « chronique » ou de type « randonnée », est premier et la mise en récit seconde, favorisant les dépassements du sens commun, les mises en relations, la variété des modes de raisonnement et des formes de temps mobilisées. L'enjeu est alors d'outiller méthodologiquement et théoriquement les élèves afin qu'ils puissent rompre avec leurs habitudes intellectuelles de mise en histoire et réussir à les dépasser (Orange Ravachol, 2017). Pour Lhoste et al (2012), le dépassement de récits de type chronique est possible grâce au débat scientifique qui permet une secondarisation. Jaubert et Rebière (2002) montrent que cette secondarisation peut émerger de la confrontation critique de plusieurs récits chroniques, qu'elle permet « *de mettre à distance, d'objectiver, de reconfigurer l'activité dans laquelle le locuteur est engagé (...) la dire, la réorganiser, la restructurer...* » (p. 166). Les recherches sur les écrits premiers dans les récits d'élèves nous incitent à rechercher leurs équivalents oraux dans les discussions menées lors de l'élaboration d'un récit de fiction. Nous envisageons ainsi, sur le principe d'une secondarisation, la mise en récit comme un processus favorisant la conceptualisation, qui peut être conduit lors de temps de discussion entre élèves, propices à l'argumentation. Notre étude se distingue alors de l'analyse d'une succession d'écrits produits jusqu'à une mise en texte finale scientifique. Elle examine comment les interactions orales entre élèves lors d'une mise en intrigue que motive l'élaboration d'un récit fictif, réinterrogent, réorganisent ou restructurent les savoirs scientifiques. Nous nous penchons ainsi sur les conditions qui permettent aux élèves de mobiliser des formulations orales premières dans le contexte d'une mise en récit de fiction, pour accéder au savoir scientifique que nous caractériserons. Nous nous plaçons dans un contexte de « making science » et pas de « telling science ». Nous examinons les savoirs construits non pas dans le texte de la fiction mais à l'issue de sa rédaction, en mettant en place une évaluation des savoirs visés dans la séquence de sciences d'où sont prélevés des contenus mobilisés dans la fiction.

Il s'agit alors d'identifier les conditions de possibilité de structuration des savoirs scientifiques, de conduite d'explications, d'élaboration de la compréhension de mécanismes biologiques. Nous considérons, comme Bruner (1986, p. 154) que « *notre savoir sur le monde ne prend pas toujours la forme de propositions logiques ou scientifiques susceptibles d'être expliquées* » et que les sciences peuvent se constituer en « *heuristique narrative* » (*Ibid.*, p. 156).

Par ailleurs, selon Bruner (2002), l'intrigue installe une brèche dans l'ordre des choses, une rupture avec ce que nous tenons pour vrai. Elle peut de cette manière remplir une fonction problématique car elle participe à mettre au jour des problèmes, des déséquilibres auxquels le

lecteur ne peut immédiatement remédier et qui nécessitent une recherche (Fabre, 2006). Ainsi, l'intrigue du récit comme le problème scientifique invite à remettre en question des certitudes, oblige à voir plus loin, autrement (Triquet, 2005). La démarche sous-tendue par l'intrigue entre en cohérence avec celle associée au modèle d'investigation-structuration proposé par Astolfi et Develay (1989) pour l'enseignement des sciences, procédant par « *résolution de problèmes qui ne sont pas posés d'emblée et ne se clarifient qu'à mesure, les élèves repérant peu à peu un obstacle qu'ils ne pouvaient pas voir, lequel concourt à la position du problème* » (Astolfi, 1990, p. 223).

3.2.2 Pensée narrative et modes de raisonnements : stimuler des processus cognitifs

Ainsi, à la lecture des auteurs qui interrogent la production de fictions par les élèves, nous identifions que la dynamique de mise en récit apparaît génératrice de raisonnements capables de structurer les connaissances, de conduire à des apprentissages. Dans cette perspective, nous nous demandons de quelle manière la pensée narrative et la pensée scientifique pourraient s'articuler. Plusieurs raisonnements scientifiques ont été analysés, en particulier dans leur mobilisation sur les questions d'évolution. Mais au-delà de ce concept, il apparaît que « *les récits chronologiques ne constituent pas des outils scientifiques* » (Lecointre, 2009, p. 400), mais que c'est la mise en relation des éléments, objets, événements, indices sélectionnés qui est primordiale pour générer un récit pertinent.

Parmi les raisonnements scientifiques qui peuvent concourir à ces mises en relation et être activés en biologie, l'induction et l'abduction sont des raisonnements inférentiels qui permettent de « remonter » de données particulières (faits d'observation, résultats d'expérience, énoncés) à des propositions causales. La première énonce une généralisation sous la forme d'une règle qui atteint une portée générale, issue du croisement de plusieurs données constatées, et qui établit la cause d'un phénomène. Mais elle ne peut pas garantir la vérité de la conclusion, il n'y a pas de preuve absolue, la règle reste probable. La seconde explique uniquement le cas étudié et n'a pas vocation à être généralisée. Elle a lieu dans la situation d'un diagnostic qui met en cohérence les symptômes décrits pour conclure sur ce cas particulier en proposant une plausible cause, ciblée sur la situation spécifique.

La déduction est le raisonnement qui conduit de prémisses posées comme vraies (une règle de fonctionnement par exemple et un cas observé soumis à ce fonctionnement) à une conclusion nécessaire et inévitable, il n'y a logiquement pas d'autres solutions. Il s'agit d'une

approche hypothético-déductive, qui met en place une vérification des hypothèses pouvant être conduite par l'expérimentation.

Viennot attire l'attention sur certaines difficultés à aborder le raisonnement dans l'enseignement des sciences. Elle indique en effet que « *l'analyse causale des phénomènes, dans le domaine de la physique comme ailleurs, conduit à raisonner en termes de causes, antérieures à leurs effets* » (1993, p. 14). Cela peut donner l'impression, que le raisonnement ne peut se construire que dans une succession temporelle des événements, en dehors de la simultanéité ou de la prise en compte de facteurs qui varient au cours du temps. « *Et lorsque la multiplicité des variables est prise en compte, c'est une forme bien particulière qui structure le raisonnement commun : le raisonnement linéaire causal* » (Viennot, 2007, p. 28). Ce dernier prend la forme d'une chaîne linéaire d'implications dont chaque maillon mentionne un seul phénomène, relatif à une seule grandeur, sans rendre compte de sa complexité. Or, les phénomènes successivement évoqués dans la chaîne explicative peuvent être reliés par des liens logique (donc) ou seulement temporels (ensuite). Il y a donc un point de vigilance à pouvoir lever les ambiguïtés dans les raisonnements entre ce qui relève des implications logiques et d'une simple chronologie.

La recherche des types de raisonnement convoqués par les élèves lors de leur mise en récit et issus des situations d'apprentissage nous permet d'interroger les processus cognitifs à l'œuvre dans la construction de leurs connaissances scientifiques.

3.2.3 La fiction, une modalité pour poser les problèmes du monde et les traiter

Meyer (1992, p. 182) considère la fiction comme une réponse littéraire à une question réelle, comportant à la fois une question et une réponse. Pour lui, « *la littérature, en fait, supprime le problème du monde (réel) qui lui a donné naissance en le fictionnalisant : la fiction est la réponse à un embarras idéologique rencontré dans le monde réel. Quand la réalité est déniée, la fiction s'ensuit nécessairement. Le problème originel fictionnalisé est alors traduit et transfiguré. Parce que la solution littéraire évite le problème réel, elle doit être fictionnelle, bien qu'elle soit reliée à la réalité et en traite. De cette manière, même quand la fiction est censée se distancier de l'idéologie, elle a toujours un rapport avec la réalité et peut, par là même, s'adresser à des lecteurs par-delà le fossé des siècles* ». Cet ancrage de la fiction dans le monde réel est aussi présent chez Bruner qui propose que la pensée narrative contribue à la genèse de sens en entrant en complémentarité avec la pensée scientifique attachée à l'identification de problèmes, l'émission d'hypothèses, la recherche de preuves, la proposition

d'arguments, l'élaboration d'explications : « *C'est ainsi que nous disons que les théories scientifiques ou les preuves logiques sont jugées en ayant recours à des vérifications ou à des tests, ou, plus précisément, qu'elles peuvent être vérifiées ou mises à l'épreuve, tandis que les histoires sont jugées en fonction de leur « vérisimilitude » ou de leur « ressemblance à la vie »* » (Bruner, 1996, p. 152-153).

Poursuivant cette réflexion, Izquierdo (2010) définit deux sortes de rationalités, prises comme moyens de raconter ou de présenter un contenu scientifique : la rationalité logique et la rationalité narrative, s'articulant l'une à l'autre : « *cette complémentarité entre ces deux modes de pensées pourrait être extrêmement puissante en éducation scientifique, dans le sens où là, c'est à travers l'usage de la pensée narrative que l'on peut redécouvrir les avantages de l'objectivité, [...] de la construction de données [...] et c'est cela qui à la fin génère des entités scientifiques qui rendent le monde autour de nous compréhensible* » (Ibid., p. 23 d'après la traduction d'Aduriz-Bravo, 2015, p. 180).

3.2.4 Expliquer des phénomènes par la fiction

De manière à poursuivre la recherche de modes de pensée associés à la narration et pouvant s'articuler à la pensée scientifique, nous convoquons ici les travaux de Bruguière et al. (2014) portant sur le raisonnement abductif, défini par Lecourt (2006) comme un processus permettant d'expliquer un phénomène ou une observation à partir de certains faits, événements ou lois. Ce raisonnement adapté à la production d'une explication historique, qui permet de remonter à la cause d'un événement, peut être mis en jeu dans la production d'un récit par les élèves. Ces auteurs, en prenant un exemple en biologie concernant les raisons de la résistance d'une population de moustiques, montrent que « *l'explication de processus évolutifs est compatible avec la forme narrative d'un récit mais elle nécessite le respect de certaines conditions* » (Bruguière 2019, p. 163): le récit doit être contraint par des concepts scientifiques, la temporalité phénomène réel relaté doit être perceptible, les acteurs en jeu (les personnages) doivent être maîtrisés pour éviter les confusions sémantiques. Même si ces paramètres sont issus d'un type de récit spécifique, ils donnent à penser les conditions d'une mise en récit porteuse de savoir. En effet, nous pouvons proposer que la construction de l'intrigue d'un récit de fiction par les élèves puisse elle aussi favoriser les apprentissages scientifiques à la condition où l'enseignant donne comme contrainte l'introduction d'éléments d'un concept scientifique travaillé en classe, et la chronologie et les personnages soient significatifs du calendrier et de la sémantique scientifique au service de l'histoire. Nos travaux apporteront des éléments de réflexion à cette proposition.

Bruguière poursuit en montrant que les élèves qui maîtrisent les éléments structurants du récit, tels que la temporalité, la situation initiale et finale, parviennent à structurer leur explication et ainsi à consolider le raisonnement qui est en jeu. Cet aspect structurant de la mise en récit nous paraît être fondamental et nous incite à formuler l'hypothèse selon laquelle le processus de mise en récit peut permettre aux élèves de s'appropriier les savoirs visés par les situations d'apprentissage. Nous nous fondons également sur les travaux de Bruner (1996, p. 146) qui voit dans le récit la possibilité d'élaborer des connaissances, « *en tant que structure pour organiser son savoir* ». Dubied, (2000, p. 4) converge également en ce sens : « *Un récit au sens de Ricoeur est une synthèse de l'hétérogène, c'est-à-dire la « prise ensemble » d'éléments épars et leur rassemblement en un tout temporellement cohérent, ayant un sens que les éléments non configurés n'avaient pas* ».

Un autre raisonnement, identifié dans des récits de fiction par Héraud et al, (2017), apparaît particulièrement pertinent pour penser des objets scientifiques contre-intuitifs ou non observables. Il s'agit du raisonnement de « contrefactualité » où, sur la base d'une proposition ou d'une loi fautive dans notre monde quotidien réel, on déduit des conséquences vraies dans des mondes fictionnels, appelés mondes possibles. Par exemple, dans le monde possible du poisson de l'album de fiction « Un poisson est un poisson » « *l'élément contrefactuel est le fait que le têtard/grenouille soit considéré du point de vue épistémique comme s'il était un poisson. Par conséquent, le poisson projette les propriétés du poisson comme si elles étaient les mêmes que celles du têtard/grenouille, c'est-à-dire que le poisson peut respirer sur la berge comme le têtard/grenouille et par extension comme tous les êtres vivants qui sont réduits à des types de poissons. Ainsi, la conséquence « tous les êtres vivants sont des types de poissons » est vraie dans le monde possible du poisson (vrai dans le monde possible de sa croyance mais fautive dans le monde réel). S'opposent ainsi deux possibles pour le poisson d'être un poisson* » (Bruguière 2019, p. 56). Ce principe permet de développer l'argumentation pour finalement faire apparaître des éléments de connaissance vrais dans le monde réel. Dans les situations d'enseignement que nous explorerons, ce raisonnement ne sera pas sollicité. Cependant, nous nous saisisons des places que peuvent prendre les « mondes possibles » dans le processus de structuration des savoirs.

Les travaux de Bruguière (2019), au cours de son Habilitation à Diriger des Recherches, qui convoquent les recherches portant sur les processus créatifs à travers l'usage du récit, nous ont permis d'envisager la mise en intrigue comme une possibilité de stimuler des habiletés de pensée contribuant à la construction de savoirs scientifiques. En effet, les recherches de Craft

(2001), mettent évidence le concept de possibilité de pensées (*possibility thinking*) attachée à une fonction conceptualisante de l'imagination. Celle-ci se compose de la capacité à imaginer (créer des images), la capacité à imaginer (proposer des hypothèses,) la capacité à être imaginatif (aller au-delà des évidences, proposer des réponses inattendues ou inhabituelles, envisager de nouvelles potentialités), C'est cette dernière capacité, particulièrement à l'œuvre dans la *possibility thinking*, qui nous paraît intéressante dans la mise en intrigue, en tant qu'elle semble propice à ré-interroger les concepts, les confronter à d'autres propositions, à dépasser le « sens commun ». En ce sens, Cremin et al (2014) ont caractérisé la *possibility thinking* par une interaction réciproque entre les capacités à se poser des questions et à y répondre, à être imaginatif et à mettre en récit. Brugière (2019, p. 165), reprenant les apports de ces auteurs, indique que « *le questionnement et l'imagination structurent les récits produits lors des situations de jeu. A l'inverse, ces récits offrent un espace possible qui inspire les questions et l'imagination des enfants* ». Elle précise encore que, des facteurs cognitifs sont reconnus pour influencer la créativité, tels que « *la pensée divergente (liée à l'habileté à générer de nombreuses idées alternatives voire originales) ou la pensée convergente (liée à l'habileté à sélectionner l'idée la plus cohérente parmi plusieurs réponses)* ». Il nous apparaît que, au sein d'une mise en situation de création d'intrigue ces habiletés peuvent contribuer à la construction de connaissances scientifiques, *via* la recherche de différents contenus scientifiques pouvant étoffer l'intrigue et ses rebondissements, et grâce à la sélection de savoirs pertinents pour mener le nouement et le dénouement. Ainsi nous recherchons, dans les situations étudiées, à identifier les conditions (sur le plan des démarches et des ressources mises à disposition des élèves) qui favorisent le processus d'élaboration de savoir scientifiques en s'appuyant sur la dynamique de mise en récit.

3.3 Les mondes possibles dans les récits de fiction : vers la construction de connaissances

Nous souhaitons explorer la manière dont les élèves investissent le monde réel et son fonctionnement scientifique au cours du processus de mise en récit, en mettant en scène leur histoire dans un monde inspiré du monde réel.

3.3.1 La capacité référentielle de la fiction

Il s'agit là de la capacité de la fiction à représenter des mondes possibles, qui dans certaines conditions, vont croiser le monde réel. Ce croisement et ses potentialités pour la problématisation et l'apprentissage scientifique ont été explorés par Bruguère et al (2007) et Soudani et al (2015) sous l'angle de la réception par les élèves d'album de fiction. Nous interrogerons quant à nous la potentialité du croisement des mondes lors de la production de récit par les élèves. Nous nous appuyons sur ce qu'Eco développe dans *Lector in fabula* (1979, trad. 1985), à savoir que « *les mondes construits par la fiction ne sont en aucun cas des mondes fantaisistes : rien n'y est totalement contingent et étranger au monde réel que nous connaissons* » (dans Bruguère, 2019, p. 43). Des auteurs tels que Hintikka et Lewis nomment ces mondes de fiction des « mondes possibles » et y identifient des fonctions épistémique et épistémologique fortes. Ces deux auteurs définissent en partie différemment ce concept en fonction de leur propre questionnement. Hintikka, identifie les mondes de la fiction comme des alternatives au monde réel et les nomme « mondes alternes ». Pour Lewis, les mondes possibles ont une corrélation forte avec le monde réel et montrent une « similitude comparative », selon un principe contrefactuel. Chez ces deux auteurs, la notion commune d'accessibilité cognitive confère une fonction épistémique aux mondes de la fiction et attire notre attention pour l'analyse de nos situations de mise en récit par les élèves. Les mondes alternes d'Hintikka rendent possible l'accessibilité au savoir, sur la base de son monde de référence du sujet (son univers de connaissances, de croyances et d'expériences). Ainsi, quand les croyances d'élèves fausses dans la réalité se voient réalisées dans le scénario d'un monde alterne, les élèves sont amenés à considérer les conditions de réalisation de leurs croyances fausses dans le monde réel ce qui permet d'atteindre des connaissances vraies dans ce monde. Pour Lewis, « *l'accessibilité cognitive consiste en la capacité du sujet à construire la connaissance d'un autre monde sur la base de la connaissance de son propre monde* » (Bruguère, 2019, p. 45). Cette dernière approche nous permet d'envisager l'approfondissement de connaissances scientifiques par les élèves quand ceux-ci sont mis en perspective d'écriture d'une intrigue. Cette meilleure appropriation leur permettrait de rendre réaliste le monde possible dans lequel se joue la fiction.

La « trans-identification » caractérisée par Hintikka comme l'opération de connaissance qui consiste à identifier un même individu ou un même objet à travers son incarnation dans les différents *scenarii* où il existe peut aussi faciliter la conceptualisation. En effet, les propriétés des personnages ou objets dépendent des mondes, réels ou fictifs où ils évoluent. Et en identifiant leurs diverses formes de manifestations, dans divers *scenarii*, l'auteur et le lecteur

sont amenés à discerner les lignes de monde et leur convergence. Lewis envisage quant à lui, une « reconstruction », c'est-à-dire la possibilité qu'offre la fiction de reconsidérer le monde réel ou de reconstruire comme savoir les connaissances implicites dans la fiction, voire même de reconstruire un monde régi par les lois du monde réel. Tuailon Combes (2018, p. 9) énonce ainsi ce principe : « *Les contrefactualités aident le lecteur à reconstruire les lois du monde existant à partir des lois de ce monde possible, évaluant la véritable valeur de ce monde possible dans le monde actuel. Paradoxalement, une fausse théorie dans notre monde, mais vraie dans le monde possible, nous aide à construire la vérité sur notre monde, et par conséquent à changer notre connaissance de ce monde* ».

Finalement, Bruguière (2019, p. 45) résume en ces termes ce que le processus en jeu dans la réception d'une fiction peut avoir de pertinent pour l'apprentissage des élèves (cas des albums de fiction-réaliste) : « *les mondes possibles représentés dans les albums de fiction-réaliste amènent les élèves d'une part, à appréhender ces mondes possibles à partir de leurs connaissances du monde réel et d'autre part à reconstruire le monde réel à partir des mondes possibles de la fiction* ». Nous nous plaçons dans la poursuite de ces réflexions pour interroger, cette fois-ci, l'effet du processus de production par des élèves d'une intrigue dans un monde possible fictif sur la reconstruction de contenus scientifiques dans le monde réel. Nous envisageons de nous saisir des caractéristiques énoncées sur les potentialités des récits de fiction pour analyser les mises en récit d'élèves et leurs impacts sur l'élaboration de connaissances scientifiques. De la même manière que Bruguière caractérise les albums de fiction réaliste, nous recherchons dans les mises en intrigues des élèves dans quelle mesure la vraisemblance de leur fiction « *est construite par la référence implicite à des phénomènes scientifiques* », et comment « *ces fictions reconfigurent la réalité avec un certain degré de liberté tout en maintenant une cohérence avec des savoirs scientifiques* » (Bruguière, 2019, p. 141).

3.3.2 Du story telling au story making : de l'élève lecteur à l'élève auteur

Des recherches fondatrices portant sur le storytelling comme une démarche pour l'enseignement des sciences ont été menées par Egan (1986), Avraamidou et Osborne (2009). Ces derniers voient dans les récits des traits d'union efficaces entre le discours de la science et le langage du public, et un moyen d'épouser une culture étrangère. Ils définissent une « *histoire scientifique* » comme un type de texte narratif dans lequel une explication scientifique est intégrée.

Plus récemment, Hadzigeorgiou, dans son ouvrage « *Imaginative science education. The central role of imagination in science education* » (2016), étudie les conditions de mise en œuvre du storytelling dans l'éducation scientifique. Il détermine ainsi un cadre pour élaborer des histoires scientifiques (*science story*) qui visent la transmission de contenus scientifiques et un processus permettant d'engager les élèves à donner du sens à ces histoires. Ces travaux portent donc sur la manière dont les élèves reçoivent ces récits et s'en saisissent pour s'approprier des savoirs scientifiques. Il précise encore que ce n'est pas tant la façon de raconter (*storytelling*) qui est essentielle dans un usage des récits pour l'éducation scientifique mais la façon de faire les histoires (*story making*), c'est-à-dire de les construire, de manière à ce que l'intrigue et ses contenus soient compris et mémorisés. En nous appuyant sur cet aspect nous proposons, en prolongement, qu'en devenant auteurs de récits, et donc en étant directement à l'œuvre dans la construction de l'histoire de leur récit, les élèves construisent de manière intégrée, leurs savoirs scientifiques.

Parmi les paramètres identifiés pour qu'une histoire atteigne ses objectifs d'apprentissage scientifique, certains auteurs signalent qu'elle doit pouvoir engager émotionnellement et imaginativement les élèves (Egan, 1986). Avraamidou & Osborne (2009) rappellent aussi la nécessité de se centrer sur un objectif explicatif. Ainsi, ces histoires scientifiques activent des fonctions attachées au récit et conservent aussi la justesse des contenus scientifiques. Dans son ouvrage, *Storytelling*, Salmon alerte sur la « *banalisation du concept même de récit et de la confusion entretenue entre un véritable récit (narrative) et un simple échange d'anecdotes (stories)* » (Salmon, 2007, p. 13). Hadzigeorgiou (2016) souligne la nécessité de mettre en évidence « *la conscience d'un problème* » afin que l'histoire soit engageante sur le plan cognitif. Dans le cadre de notre étude, il apparaît donc important de faire porter notre analyse de la mise en récit par les élèves à la fois sur les paramètres associés au récit de fiction, comprenant les aspects émotionnels et affectifs, et sur les problèmes scientifiques traités, qui contribuent à la construction de l'intrigue, propices au développement des apprentissages scientifiques.

Les apports de l'enseignant portant sur des contenus et des méthodes scientifiques apparaissent comme des éléments essentiels dans la production de ces récits en tant qu'ils permettent la caractérisation par les élèves d'un problème scientifique et les amènent à expliquer au moins au cours de la préparation du récit. Nous percevons aussi que la consigne de réalisation du récit donnée par l'enseignant doit pouvoir être suffisamment explicite pour indiquer l'intégration des apports scientifiques de cours qui peuvent contribuer à l'énigme.

La vision qu'a Hadzigeorgiou du storytelling à travers ces histoires de science (*science story*) suppose l'engagement de l'auditeur ou du lecteur. C'est ainsi que cette posture active nous incite à rechercher plus loin les conditions de l'engagement cognitif de l'élève, en lui proposant de devenir lui-même auteur.

3.4 Un modèle de narration conceptualisante

Nous proposons que la mise en récit par les élèves puisse favoriser leur conceptualisation scientifique. Nous entendons cette conceptualisation comme l'élaboration d'un concept, lié à un phénomène, à sa compréhension à travers un processus d'abstraction telle que la définissent Astolfi et al. (2008). Plus précisément, nous cherchons à savoir si la mise en récit par un groupe d'élèves peut les amener à construire des savoirs raisonnés, fondés sur une argumentation scientifique, en particulier à l'aide d'un raisonnement hypothético-déductifs. Nous portons notre attention sur les raisons qui, le cas échéant, pourraient être exprimées par les élèves pour délimiter ce qui ne peut être possible autrement, les conduisant ainsi à élaborer des savoirs apodictiques. En nous inscrivant dans cette approche de la conceptualisation, nous questionnons la contribution de la mise en intrigue et sa capacité à identifier des problèmes, à (re)configurer les connaissances, au sein de démarches et de raisonnements. Nous positionnons notre réflexion dans le cheminement énoncé par Astolfi, qui permet aux élèves, à partir de la transformation de leurs propres connaissances, d'accéder aux savoirs scientifiques. Nous allons donc dans un premier temps définir ce que recouvrent les termes de connaissances et de savoirs, en particulier dans le contexte scolaire, pour s'y appuyer et énoncer ensuite ce que nous entendons par notre modèle de conceptualisation narrative.

3.4.1 Des connaissances des élèves à l'élaboration de savoirs en classe

Des confusions dans le langage qui circule en classe s'installent parfois entre les concepts d'information, de connaissances et de savoirs. Nous proposons ici des éclaircissements afin de cerner en quoi notre modèle est susceptible de participer à la construction des savoirs scientifiques.

L'information est objective, elle est extérieure au sujet. « *Elle est stockable, quantifiable sous des formes et supports diversifiés, elle dispose d'une mise en forme qui permet sa circulation* » (Astolfi, 1992, p. 67). Elle désigne des faits, des commentaires destinés à être

transmis d'un émetteur à un récepteur (Lecointre, 2018). Elle appartient au monde des objets ou des états physiques, appelé le Monde 1 par Popper (1991).

La connaissance, quant à elle, « *entretient une relation avec le sujet, elle est consubstantielle à l'individu et à son histoire : elle est le résultat intériorisé de l'expérience de chacun. [...] Elle reste globalement intransmissible dans la mesure où il n'existe pas de langage possible pour en exprimer la globalité ? [...] La connaissance est inintelligible pour autrui, tout au moins de façon directe et complète. Seuls des éléments peuvent être inférés avec prudence.* » (Astolfi, 1992, p. 69). La connaissance relève ainsi du monde 2 pour Popper, celui des expériences subjectives et des états mentaux. Elle est donc liée à la construction du propre système explicatif de l'individu, à propos du monde et de lui-même. Elle recombine les informations prélevées dans l'environnement, de façon spécifique et tisse des liens étroits avec tout ce qui est lié à la subjectivité : l'affectif, le social, les valeurs, l'expérience cognitive, y compris les acquisitions de contenus préalables scolaire et scientifiques.

Pour les problématiques d'enseignement, les travaux de didactique ont montré *que chez les élèves « peuvent cohabiter mentalement des informations notionnelles résultant des leçons apprises et une connaissance personnelle reflétant ces conceptions »* (Astolfi, 1992, p. 69). La difficulté du projet d'enseignement réside dans la modification de la connaissance intériorisée par les élèves pour atteindre les contenus visés. Nous proposons dans notre étude que la mise en récit puisse mobiliser les connaissances dans cette expérience nouvelle, afin de stimuler les recombinaisons d'informations prélevées dans les séances de classe, pour viser des apprentissages scientifiques. Nous pouvons rapprocher le processus que nous cherchons à caractériser dans le passage de l'information prélevée par les élèves à leurs connaissances, des processus d'assimilation-accommodation chez Piaget (1967) qui identifie la nécessité pour l'élève d'incorporer l'information dans ses schèmes personnels de pensée. Nous y voyons aussi un mécanisme proche de celui que décrit d'Ausubel (1978) et qui permet l'intégration des apports par l'individu apprenant à ses structures cognitives constituées en un réseau sémantique dans lequel les nouvelles informations viennent s'agréger et interagir. Il s'agit pour cet auteur, d'une adjonction oblitérante qui fait intrusion et interfère en conduisant à une réorganisation.

Notre modèle de conceptualisation narrative propose un axe complémentaire à ces processus. En effet, comme l'indique Astolfi (1992) les savoirs scientifiques apportés dans les séances de classe sont souvent pris par les élèves pour de simples informations. Nous nous interrogeons donc sur la manière avec laquelle la mise en récit permet de faire construire des savoirs scientifiques.

Qu'il se rattache à l'activité des chercheurs ou des élèves, le savoir est défini comme le résultat d'un effort d'objectivation. Si le savoir est effectivement construit par un ou des sujets, il l'est par l'élaboration et l'usage d'une formalisation théorique. Astolfi (1992, p. 70) indique qu'« *un savoir est toujours le fruit d'un processus de construction intellectuelle, pour y parvenir l'individu doit élaborer un cadre théorique, un modèle, une formalisation. C'est précisément cette problématisation du réel qui conduira au regard neuf sur la réalité, permettant ainsi la construction de nouveaux objets* ». Le savoir appartient au monde 3 de Popper, celui des contenus de pensée objectifs, lesquels sont la résultante de l'effort de construction intellectuelle. Cette construction est à la fois individuelle et collective, dépassant le sujet connaissant, résultant de confrontations et de discussions avec d'autres. Lecointre (2018) caractérise le savoir scientifique produit par les chercheurs comme une affirmation assumée collectivement, justifiée rationnellement, ouverte à la réfutation. « *Le savoir résulte d'un questionnement, voire, il a résisté à de multiples tentatives de déstabilisation* » (Ibid., p. 13) Les savoirs scientifiques sont, en effet, régulièrement remis à l'épreuve collectivement par les chercheurs. Les tentatives de déstabilisation fondent leur solidité « *C'est parce qu'ils ont été éprouvés par tous et qu'ils ont résisté, qu'ils sont légitimes pour tous* » (Ibid., p. 14). Astolfi (1992), en ayant conscience de ce processus « hautement socialisé », précise que, dans le cadre scolaire, ceux qui apprennent refont en quelque sorte personnellement ce chemin, dans le collectif de la classe. Il devient alors possible que les élèves intègrent et articulent leurs connaissances de sujets pour construire avec les autres leurs savoirs scientifiques portant sur un objet problématisé. Pour passer de la connaissance aux savoirs, il s'agit de s'affranchir de l'expérience première et de mobiliser des cadres rigoureux. Bachelard pointe ainsi la nécessité de réaliser une rupture épistémologique en menant un détachement de la connaissance commune et une remise en cause des évidences.

Astolfi (1992) a montré que dans de nombreuses situations d'enseignement, souvent, ne sont présents que la connaissance globale résultant de la pensée commune des élèves et des informations factuelles apportées, ni intériorisées (connectées aux vécus personnels pour constituer des connaissances) ni résultats d'une construction intellectuelles ou d'un processus d'objectivation (conceptualisées).

Dans notre modèle, nous proposons que la mise en récit reconstitue le chemin cognitif de construction des savoirs, vécu personnellement, assumé collectivement, justifié rationnellement, ouvert à la remise en cause. En effet, des éléments de savoirs prélevés dans les situations d'enseignement antérieures, en passant par la contextualisation de l'intrigue, sont susceptibles d'être intériorisés dans les connaissances personnelles des élèves, puis d'être décontextualisés à un moment donné par les élèves pour apporter, à l'occasion de débats en groupe, l'argumentation nécessaire au choix des composants du récit et à l'adhésion du collectif. Un processus d'objectivation est alors mis en place qui s'appuie sur les cadres théoriques que les élèves ont précédemment travaillé en classe et qui permet la construction de concepts associés à des phénomènes scientifiques. Notre modèle nomme ce processus la *narration conceptualisante*.

Astolfi a également pointé que le processus de conceptualisation qui institue le savoir comme nouvelle information fondée, offerte à tous, n'est pas souvent présent en classe. Dans cette dernière étape, le savoir stabilisé devient disponible en tant qu'information transmissible à d'autres. Dans notre modèle de narration conceptualisante, le récit produit pourrait, potentiellement, laisser émerger une part du concept stabilisé, communicable, intégré dans la forme narrative.

3.4.2 Un modèle pour répondre à notre problématique : Dans quelle mesure une mise en récit réalisée par les élèves peut-elle favoriser les apprentissages scientifiques ?

Nous proposons deux hypothèses, dont la construction se poursuit grâce aux chapitres 4 et 5 de cette partie 1, que nous visualisons sur le schéma ci-dessous présentant notre modèle.

Notre première hypothèse propose une construction de savoirs menée par l'activation de raisonnements et d'une reconfiguration des connaissances liés à l'élaboration de l'intrigue tout au long du processus de narration conceptualisante, symbolisée par le texte et les flèches en bleu.



Notre deuxième hypothèse s'intéresse à l'effet d'engagement de la mise en récit dans l'activité cognitive, qui est représenté par le texte et la flèche rouge.



Notre apport consiste à identifier la contribution de la mise en récit dans les raisonnements associés au traitement des problèmes scientifiques et à la reconfiguration des connaissances en savoirs, dans l'élaboration de sens attaché aux apprentissages scientifiques, au sein des mondes possibles comme du monde réel.

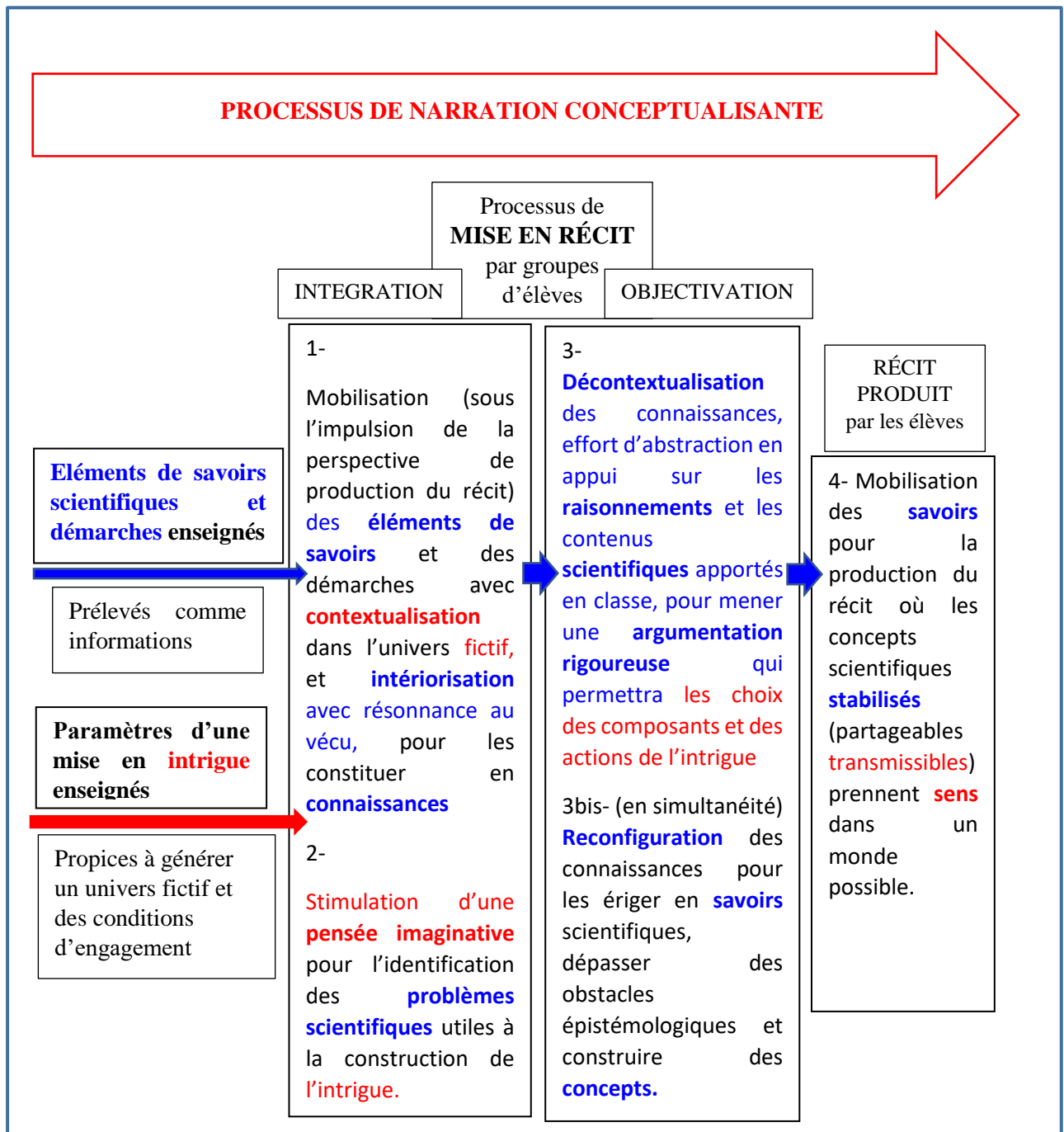


Fig. 1 : Modèle de la narration conceptualisante

Ce chapitre précise notre cheminement de pensée portant sur l’usage du récit sous l’éclairage de la didactique des sciences. Nous avons, dans un premier temps, repéré certaines limites. D’une part, le récit peut constituer un obstacle possible à la pensée scientifique dans la mesure où il engagerait uniquement un raisonnement linéaire causal, s’opposant à des raisonnements qui nécessiteraient de la simultanéité ou de la rétroaction (Coquidé et Morge,

2011; Orange, C. et Orange, D. 1995). L'enjeu est alors de pouvoir dépasser le simple aspect chronique pour générer une réelle configuration des connaissances et rendre apparente la complexité des relations (Lhoste, 2012). D'autre part, c'est l'absence de la rupture avec le discours ordinaire qui peut poser soucis dans la construction du savoir scientifique (Bachelard, 1938 ; Popper, 1991 ; Rebière et Jaubert, 2009 ; Orange Ravachol, 2010). Cela implique de se détacher du familier pour entrer dans l'identification et le traitement de problèmes scientifiques. De plus, s'agissant de récits de fiction, les élèves sont susceptibles de s'éloigner d'une démarche argumentée en privilégiant les éléments fictifs (Lhoste, 2011). Notre recherche s'attache à ce propos à la potentialité argumentative des moments de mise en récit qui visent l'élaboration des contenus de la narration.

Dans un second temps, nous nous sommes demandée quels aspects du récit pouvaient constituer un outil didactique. D'abord, les écrits premiers de sens commun peuvent être des supports à l'argumentation sous réserve de pouvoir dépasser le récit chronique et de développer avec les élèves une dimension critique (Bautier, 2000). Ceci est rendu possible par la mise en place de débats (Lhoste, 2012) permettant de secondariser, restructurer, réorganiser les savoirs. Par ailleurs, les récits fictionnels qui s'articulent autour d'une intrigue mettent en jeu des problèmes nécessitant une recherche (Fabre 2007). Ils invitent ainsi à une démarche analogue à celles des scientifiques, remettant en cause les certitudes, obligeant à voir autrement (Triquet, 2005). La construction de l'intrigue, en mobilisant la démarche hypothético-déductive, peut donner l'occasion de solliciter des apports scientifiques objectifs. La pensée narrative constitue alors une opportunité pour se saisir des attributs de la pensée scientifique qui sert, par exemple, à chercher des preuves, à élaborer des explications (Herault, 2018), à mettre en place une argumentation (Bruguière, 2019).

En focalisant notre attention sur les spécificités de la fiction, nous avons caractérisé ce qui fonde notre modèle de **narration conceptualisante**. En premier lieu la mise en intrigue apparaît comme possibilité de stimuler les habiletés de pensée (Craft, 2001) qui contribuent à la construction de savoirs et à la conduite de démarches scientifiques (Bruguière, 2019). Effectivement, en mobilisant sa capacité à être imaginaire, l'auteur d'un récit active sa pensée divergente qui génère des idées divergentes propices à la discussion et sa pensée convergente qui sélectionne les idées les plus cohérentes. En outre, la mise en place d'univers fictifs, de mondes possibles, amène l'auteur à reconstruire le monde réel, ses principes de fonctionnement et donc les savoirs scientifiques qui permettent de le comprendre. Ainsi, c'est une approche par le *story making* (Hadzigeorgiou, 2016) que nous considérons dans notre recherche en nous

intéressant à la dynamique de mise en récit, à la manière de construire l'histoire plus qu'au texte produit, aux processus cognitifs qui mènent à la compréhension et à la mémorisation des contenus scientifiques. Dans le modèle construit à partir de ces fondements, nous proposons qu'une mise en récit encadrée puisse permettre aux élèves de se saisir d'éléments de savoirs enseignés, de les intégrer à leurs connaissances à travers l'univers fictif élaboré, de les reconfigurer pour construire des savoirs établis. Nous pointons donc, à ce stade, la possibilité donnée par cette narration de stimuler une pensée imaginative permettant d'activer des démarches argumentatives lors de la conception d'une intrigue, menant à l'acquisition de contenus scientifiques.

Si nous portons notre intérêt sur la compréhension de ce qui se joue en termes d'apprentissages scientifiques à l'école, nous avons conscience que la prise en compte des obstacles épistémologiques rencontrés par les élèves ne peut s'exonérer de la compréhension de la manière avec laquelle les scientifiques ont été confrontés à ces mêmes obstacles, et ont pu les dépasser. Aussi, pour aborder notre problématique, nous avons ciblé des concepts qui nécessitent le traitement de problèmes fonctionnalistes et anatomiques dont nous avons perçu l'importance dans la sphère des sciences biologiques, au cours de l'histoire des sciences. Nous allons donc, dans le chapitre suivant, développer un axe épistémologique lié au problème du renouvellement générationnel dont la construction s'appuie sur le concept de fécondation et celui de maintien des caractères d'une génération à l'autre. Ces concepts sont abordés dans les enseignements en classe de CM1 qui constituent les terrains de notre recherche et qui donnent lieu à une expérimentation de la mise en récit pour construire des savoirs scientifiques qui s'y rattachent.

CHAPITRE 4 : RENOUELEMENT GÉNÉRATIONNEL, HÉRÉDITÉ, REPRODUCTION

Notre recherche conduit une analyse de situations de mise en récit en classe dans lesquelles les élèves sont confrontés à plusieurs problèmes liés au renouvellement générationnel des êtres vivants, en particulier au concept de reproduction des plantes à fleurs. Les élèves sont amenés à solliciter en particulier les phénomènes de fécondation, les problèmes de transmission de caractères et de maintien des caractéristiques d'une espèce donnée à sa descendance. Sachant que nous nous plaçons dans un cadre didactique qui analyse des savoirs, en tant qu'objets d'enseignement et d'apprentissages, référés et référables à des matières scolaires (Reuter, 2007), il nous a paru nécessaire d'identifier comment ces problèmes ont été construits et traités par les chercheurs au cours du temps, de repérer à quels obstacles épistémologiques ces problèmes sont liés. De cette manière, il nous est possible de mieux délimiter les points critiques attachés aux savoirs visés qui pourraient surgir en contexte scolaire et constituer des difficultés conceptuelles pour les élèves.

Quand Bachelard définit l'obstacle épistémologique dans *La formation de l'esprit scientifique* (1938) il indique que l'on connaît contre une connaissance antérieure et il propose ainsi qu'il est nécessaire de dépasser, sans nier leur existence, les différents obstacles qui nous empêchent d'accéder à la connaissance. Ainsi, Gobert (2010), en questionnant les relations entre didactique et épistémologie, met en évidence qu'il existe un nœud épistémologique qui consiste à associer des explications fonctionnelles, en biologie cellulaire et moléculaire, et des explications évolutionnistes. Concernant nos objets d'étude, des obstacles épistémologiques portent sur des problèmes fonctionnalistes que constituent des mécanismes cellulaires (fécondation, développement embryonnaire) et moléculaires (génétique, épigénétique). D'autres obstacles épistémologiques sont associés à des problèmes historiques, se déployant dans le temps, au travers des questions de stabilité et de variabilité des espèces et de transmission de caractères (qu'est-ce qui est conservé ou modifié d'un individu à l'autre, d'une espèce à l'autre). Dans la perspective d'analyse de notre corpus, nous traiterons donc dans les paragraphes suivants des obstacles à la compréhension de la genèse, à partir d'individus parents, d'un nouvel être vivant et de son développement, des obstacles à penser ce qui peut être transmis et de quelle manière, des obstacles à appréhender les phénomènes liés à la fécondation.

4.1 Des obstacles épistémologiques sous-jacents au problème de renouvellement générationnel des êtres vivants

Gobert (2010), pointe ce qu'avait identifié Canguilhem (1962) concernant le « développement embryonnaire » à savoir que, dans toutes les explications préformistes développées au cours des 17^{ème} et 18^{ème} siècles, qui ont alimenté la controverse entre animalculistes et ovistes, « *pour les uns comme pour les autres, la totalité de la forme terminale se trouvait déterminée par la forme initiale. Le développement comme agrandissement ou déploiement de la forme rend compte de l'homogénéité biologique de reproduction par génération* » (Gobert, 2010, p. 125). Giordan (1991), indique que pour les préformistes, un seul parent fournit le principe essentiel de la génération, les individus existent en préalable à la fécondation. Pour les ovistes tel que Sténon en 1667, les enfants sont déjà formés dans l'ovule, qui représente à titre exclusif l'élément reproducteur, lui seul donnant naissance au fœtus. Ainsi, pour Bonnet (1762), la fécondation n'introduit pas dans l'œuf ou dans la vésicule un germe qui existerait auparavant chez le mâle. A l'inverse, l'observation des spermatozoïdes (animalcules) au microscope par Leeuwenhoek en 1677, renforce la théorie alternative des animalculistes selon laquelle l'embryon préexiste dans le spermatozoïde. En 1694, dans *Essai de dioptrique*, Hartsoecker propose qu'un fœtus entier puisse se loger dans la tête de l'animalcule.

Au 20^{ème} siècle, la biologie moléculaire et la génétique vont fournir à l'hérédité et au développement des explications révélant le support informatif codifié des messages nécessaires à leur stabilité. « *Ce qui est transmis de génération en génération, ce sont les instructions spécifiant les structures moléculaires, ce sont les plans d'architecture du futur organisme [...]* Chaque œuf contient donc dans les chromosomes reçus de ses parents tout son propre avenir, les étapes de son développement, la forme et les propriétés de l'être qui en émergera » (Jacob, 1970, p. 10). Atlan pointe que ce modèle de développement est un retour à un préformisme extrême. « *Il conduit à attribuer au génome les propriétés qu'on attribuait autrefois au germe [...]* derrière la métaphore du programme apparaît alors l'essence de la vie » (Atlan, 1999, p. 60 -61). L'obstacle ici est que le déterminisme génétique consiste à soutenir que l'état futur d'un organisme est prédictible sur la base de sa composition génétique. La non prise en compte du contexte environnemental fait partie intégrante du déterminisme génétique (Gayon, 2009). Il s'agit dans ce cas de prédire le phénotype à partir du génotype en excluant tous facteurs épigénétiques. Selon Jacob (1970, p. 11) « *ce programme ne reçoit pas les leçons de l'expérience* » et « *le programme génétique de développement instruit des opérations tout au long de la vie de l'individu, elles conduisent chaque individu de la jeunesse à la mort* » (*Ibid.*

p. 18). Dans ce cas, la prédictibilité des événements enlève toute contingence au développement des organismes. Leur historicité n'est qu'une destinée, non plus parmi de multiples possibles, mais préexistant aux individus. Gobert (2010) nomme "préformisme moléculaire" le registre explicatif dans lequel s'inscrit le modèle du programme génétique de développement, dans sa vision déterministe. Gayon (2009) précise encore qu'un obstacle épistémologique nourrit ce déterminisme : là où une multitude d'itinéraires ont été possibles pour arriver au même résultat, là où des possibilités de stratégies multiples amènent à la réalisation d'un même effet global, un masquage de cette diversité de possibles s'opère dans la pensée commune, pour ne retenir qu'un récit réducteur, identifiant une cause et une conséquence. L'idée qu'une diversité de possibles puisse amener à un même effet global nécessite un travail contre le déterminisme génétique issu du cadre théorique de la génétique classique. Dans une conception préformiste, le développement peut être envisagé comme un fonctionnement orienté, guidé par des causes internes dont la finalité est la reproduction conforme du plan d'organisation et donc des caractéristiques phénotypiques de l'espèce à laquelle appartient l'individu. Lhoste et Gobert, (2009) ont montré que, au cours de l'apprentissage scolaire, le registre explicatif des lycéens confronté au thème de l'évolution est souvent celui d'un transformisme téléologique convoquant une représentation typologique de l'espèce. Par ailleurs, l'idée d'un programme génétique centralisé paraît être un obstacle pour penser le développement. Celui-ci se caractérise par l'idée qu'une entité unique détient le programme de développement et en distribue l'information instructive aux cellules.

S'opposant au préformisme à la fin du XVIII^e siècle, la théorie de l'épigenèse porte les caractéristiques de problèmes historiques, faisant émerger des objets biologiques au fur et à mesure du temps. Cette épigenèse indique que l'embryon se développe de façon de plus en plus complexe à partir d'une forme simple, les organes apparaissant progressivement au cours de la croissance embryonnaire sous l'influence de forces extérieures. Maupertuis, réfute en 1744 la théorie de la préformation, faisant remarquer que l'enfant d'un homme noir et d'une femme blanche présente une couleur intermédiaire. Il avance la théorie de la double semence et propose que le fœtus soit formé du mélange des liqueurs mâle et femelle. Wolff, en 1759, explique d'ailleurs le développement des monstres par la modification de la succession des étapes de développement. Celles-ci seraient dépendantes des conditions du milieu rencontrées. Dans cette interprétation, les conditions du milieu pouvant varier, l'ordre des étapes de développement, loin d'être stable et figé, est « *gros de déviations éventuelles* ». (Canguilhem, 1962, p. 25). Par conséquent, chaque individu adulte expliqué par l'embryogenèse, apparaît « *parmi ceux que les*

monstruosités suggèrent, que comme un possible parmi d'autres, le plus viable simplement » (Ibid. p. 26). L'individu devient un possible parmi d'autres. Prévost et Dumas (1824, p. 43) avancent un nouvel épigénisme : « La liqueur produite par le mâle arrive au contact de l'œuf produit par la femelle. Ce petit corps devient, dès lors, susceptible d'un développement ultérieur et se transforme par degrés pourvu qu'il se trouve dans des conditions convenables de nutrition, en un jeune animal de même espèce que le père et la mère desquels il provient ». Ainsi, les avancées de l'épigénèse constitueront des tentatives explicites de « construction de nouveaux concepts en embryologie, concepts dans lesquels devaient trouver directement ou indirectement leurs conditions logiques d'élaboration les concepts darwiniens et post darwiniens de descendance » (Canguilhem, 1962, p. 18).

La théorie du darwinisme cellulaire réinterprète les données de la génétique et de la biologie moléculaire dans un nouveau registre explicatif qui se distingue par la place qu'il fait au hasard. « *Il est maintenant clairement démontré que le hasard se niche au cœur des organismes, dans le fonctionnement des gènes et des cellules* ». (Kupiec, 1996, p. 385). Pour cet auteur, de nombreuses données expérimentales montrent que l'expression des gènes est un phénomène stochastique. Se pose alors le problème fonctionnaliste suivant : « *Comment une expression génique aléatoire au cours du temps peut-elle rendre compte de la stabilité du développement* » (Kupiec, 2008, p. 181) ? Il existe là un obstacle épistémologique conséquent où l'acceptation d'un phénomène aléatoire entre en conflit avec une récurrence de son résultat.

Dans un cadre explicatif probabiliste proposé par Kupiec (2012), la théorie du darwinisme cellulaire éclaire et interprète d'une manière nouvelle les constats suivants : la redondance de gènes (répétition dans le génome d'un même gène à plusieurs endroits) et la présence d'ADN « poubelle » qui ne code pas pour des protéines et qui s'intercale entre les gènes. Il propose que face à des modifications locales du milieu qui sont des phénomènes contingents, aléatoires, la redondance et l'ADN non codant, en maintenant une certaine probabilité d'expression à différentes séquences génique sont des solutions retenues par le vivant au cours de l'évolution qui permettent d'assurer l'expression au cours du développement de séquence d'activation génique indispensable à la réalisation et à la stabilité du développement. Dans cette problématisation du développement, il faut nécessairement des mécanismes qui assurent une grande probabilité d'expression aux séquences d'activation génique qui permettent la réalisation des voies développementales. L'expression aléatoire des gènes est une contrainte théorique qui structure les raisonnements et permet d'expliquer le développement d'un registre probabiliste. Une contrainte empirique est la stabilité du

développement, une autre contrainte est la contingence des modifications locales du milieu au cours du temps (possibilités qui échappent à la prévision, circonstance fortuite). Ces trois contraintes sont l'objet d'une forte sélection au cours de l'évolution. En effet, elles contraignent la réussite du développement, qui est lui-même une condition nécessaire à la survie de l'individu. Les séquences d'activation génique propres au développement sont donc conservées au cours de l'évolution. Les modèles explicatifs doivent inclure l'existence d'une diversité de séquences d'activations possibles et donc d'une diversité de voies développementales possibles. Nous rejoignons ici la théorie de l'épigenèse.

Nous percevons donc que le traitement des problèmes fonctionnalistes et historiques intriqués qui abordent le développement et ses mécanismes, s'ouvrent sur les problèmes de stabilité et de variabilité du vivant, posant la question de ce qui est transmis ou non aux organismes nouveaux, questionnant les contours de ce que représente une espèce. Nous nous demandons donc, dans la partie suivante, à quels obstacles épistémologiques associés à ces questions les savants ont été confrontés au cours de l'Histoire, et de quelle manière ils ont pu faire évoluer les problèmes. Ces éclairages ont pour visée d'identifier des points critiques à la construction des savoirs dans le cadre scolaire de notre étude.

4.2 Questions d'hérédité : spécificité et transmission des caractères, stabilité et variabilité du vivant

À la fin du 18^{ème} siècle, Linné (1753), se place dans l'héritage de l'essentialisme, philosophie selon laquelle tous les membres d'une espèce partagent la même essence. Ainsi énoncée, l'hérédité est une évidence et non un problème scientifique : une espèce ne présente par définition aucune variation fondamentale. Une variation ne peut-être qu'accidentelle et un variant n'est pas une espèce différente, c'est une variété. Un obstacle est ici de penser l'espèce comme une entité immuable. Linné pense que les variétés sont des modifications réversibles peu importantes, qu'elles étaient engendrées par les conditions climatiques ou géologiques. Le questionnement conduit durant la période linnéenne, portant sur l'hérédité, qui anime alors la communauté scientifique, permet de poser les premiers jalons conduisant à la compréhension de la transmission des caractères et ultérieurement à la génétique. Une façon d'étudier l'hérédité est l'étude des généalogies pour laquelle on suit la transmission des caractères très apparents pendant plusieurs générations. Réaumur, en 1751, démontre que cette transmission relève de l'hérédité dominante. L'autre méthode pour l'étude

de l'hérédité est le recours au croisement. Linné propose vers la fin de ses travaux qu'une nouvelle espèce invariante, c'est-à-dire une essence entièrement nouvelle, pouvait être obtenue par hybridation de deux espèces. Kölreuter, à partir de 1761, reprend les travaux d'hybridation de Linné et fait progresser le concept d'espèce en constatant que les hybrides, résultats de croisements entre espèces différentes, sont stériles, ou frappés d'une réduction de fertilité.

A la transition du 18^{ème} et du 19^{ème} siècle, grâce à ses observations détaillées, Lamarck rend compte de la grande diversité du vivant et constate une série graduée de perfectionnements chez des organismes proches. Il propose que pour qu'apparaisse cette variation graduelle des caractères, un changement dans l'environnement entraîne de nouveaux besoins et ainsi que « *tout nouveau besoin, nécessitant de nouvelles activités pour le satisfaire, requiert des animaux soit qu'ils utilisent certains organes plus fréquemment qu'ils ne le faisaient jusqu'ici, les développant et les élargissant, soit qu'ils utilisent de nouveaux organes que leurs besoins ont imperceptiblement développés en eux par l'effort de sentiment intérieurs* » (Lamarck, 1809, p. 234). Pour Lamarck, la chaîne de causalité est la suivante : les besoins nécessitent des efforts entraînant des excitations physiologiques stimulant la croissance et la production de structures. Il fournit une explication mécaniste, fonctionnaliste, du changement évolutif : « *Les nouveaux besoins qui établissent la nécessité de tel organe amènent celui-ci à exister par suite des efforts déployés* ». (Lamarck, 1809, p. 250). Il énonce alors le principe d'une hérédité des caractères acquis: « *Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe, ou par celle d'un défaut constant de telle partie, elle le conserve par la génération au nouveau individu qui en proviennent, pourvu que les changements à qui soit commun aux deux sexes, ou à ceux qui ont produit ces nouveaux individus* ». (1809, p. 113). Les caractères acquis de Lamarck sont ceux qui ont été produits par l'effort de l'organisme pour s'adapter à l'environnement. Pour Darwin (1859), des variations au hasard surviennent d'abord chez les organismes. Seulement après apparition de variations, l'environnement va opérer une sélection naturelle. Darwin s'interroge sur la multiplication des espèces en travaillant sur les concepts de diversité et de spéciation. Pour lui, l'évolution est la descendance d'ancêtres communs, et l'adaptation est le résultat de la sélection naturelle. Les causes de variation les plus importantes résideraient dans les influences diverses pouvant affecter le système reproducteur des parents, notamment les agressions environnementales ou les changements sévères de l'environnement.

À ce stade, un double obstacle dans le traitement du problème de variabilité réside dans le peu d'éléments sur le fonctionnement de l'apparition des variations et de leur transmission, et dans la non connaissance de leur support biologique. Des recherches menées en parallèle, sur la même période, à différentes échelles, vont permettre d'avancer dans la compréhension de ce qui se joue. Les travaux de Mendel (1866), en se confrontant au problème de transmission et de ségrégation de caractères s'inscrivent dans cette double problématisation où sont observées les variations au cours du temps des phénotypes et où sont interrogés les mécanismes qui en sont à l'origine. Grâce à des croisements, il propose ses lois fondamentales pour expliquer l'hérédité que la génétique éclairera par la suite : un organisme hérite de deux facteurs pour chaque caractère (les facteurs héréditaires de Mendel sont aujourd'hui appelés « allèles »); le facteur dominant masque le facteur récessif ; les deux facteurs se séparent durant la formation des gamètes (c'est la loi de ségrégation dont on montra plus tard l'origine dans la séparation des paires de chromosomes homologues durant la méiose) ; les paires de facteurs se séparent de façon indépendante les unes des autres (la loi de ségrégation indépendante correspond à l'assortiment indépendant des paires de chromosomes homologues à la première division méiotique, qui a été identifié ultérieurement). Dans les années 1870, Galton développe la théorie mendélienne de l'hérédité particulaire selon laquelle les unités héréditaires ne fusionnent pas et sont capables de ségréger. Il reprend l'idée de Darwin d'une multitude d'unités organiques, chacune possédant ses propres attributs.

Par la suite des travaux portant sur les mécanismes cellulaires de la reproduction vont pouvoir éclairer les phénomènes identifiés. En 1884, il est à peu près établi que la fécondation chez les animaux comme chez les plantes se produit par la fusion des cellules germinales maternelle et paternelle. Celles-ci apportent leur contribution à la formation du zygote. Le processus crucial est représenté par la fusion des noyaux respectifs. Dès 1866, Haeckel conclut que le noyau doit prendre en charge la transmission héréditaire des caractères héréditaires. Weismann, en travaillant à l'articulation du concept d'évolution par sélection naturelle, des bases matérielles de l'hérédité, et des mécanismes du développement, est à l'origine du néodarwinisme. Sa théorie construite entre en 1883 et 1889 indique que tout le matériel support de l'hérédité est contenu dans le noyau, et que la base de l'hérédité est constituée par la transmission, d'une génération à l'autre, d'une substance (le plasma germinal qui correspondra au génome au XX^{ème} siècle) ayant une composition chimique et une nature moléculaire bien précise. Il postule l'existence d'une variation directe provoquée et guidée par les variations de l'organisme et formule sa théorie de la continuité du plasma germinal : la voie germinale est

séparée de la voie somatique dès le début, ainsi, rien de ce qui arrive aux cellules somatiques ne peut être communiqué aux cellules germinales et à leur noyau (Weismann, 1889). Parmi les nombreux apports de la génétique moléculaire, une contribution essentielle est la réfutation définitive de l'hérédité acquise. Les recherches menées dans les années 1950 montrent que l'information acquise par les protéines ne peut remonter jusqu'aux acides nucléiques.

L'ensemble de ces travaux permettent finalement de caractériser des groupes d'êtres-vivants qui partagent des caractères propres mais aussi de mettre en évidence des mécanismes de transmission de ces caractères et de variabilité de ces groupes.

Ernst Mayr, un des fondateurs de la théorie néo darwinienne moderne, ou théorie synthétique de l'évolution, indique qu'« *une nouvelle espèce apparaît lorsqu'une population géographiquement isolée de l'espèce parentale gagne, durant cette période, des caractères qui stimulent ou garantissent l'isolement reproductif lorsque les barrières externes s'effondrent* » (Mayr, 1942, p. 155). Ainsi, une espèce constitue un ensemble de populations naturelles, reproductivement isolées les unes des autres, et occupant chacune une niche particulière dans la nature. Il précise que, quand on dit qu'une espèce descend d'une autre, il ne faut pas s'imaginer que l'espèce souche se transforme dans sa totalité de ses populations en une nouvelle espèce. C'est seulement dans un petit isolat de population que s'opère cette transformation. Des travaux plus récents (de Quieroz, 1998, Lecointre, 2009) permettent compléter la définition d'une espèce comme un groupe d'individus animaux ou végétaux interféconds, vivants ou fossiles, à la fois semblables par leurs formes adultes et embryonnaires et par leur génotype. Les membres vivent au contact les uns des autres et ne peuvent normalement pas se croiser avec d'autres groupes de ce type.

Ainsi, nous avons pu pointer le dépassement d'obstacles rencontrés par les chercheurs au cours de l'Histoire, tels que la conception d'une espèce comme une entité immuable, la difficulté à saisir les principes de transmission des caractères et d'apparition de variations, la complexité d'identification des supports biologiques de ces caractères et de ces mécanismes.

Dans le cadre de notre recherche à l'école primaire, nous pouvons repérer que ces obstacles sont sous-jacents à de l'étude de la reproduction sexuée des plantes à fleurs dont il est question dans notre corpus. La construction de ce concept nous paraît donc intéressante à questionner dans la perspective de nos analyses, en tant qu'elle est susceptible de faire émerger des obstacles épistémologiques liés aux mécanismes de la fécondation desquels va découler la

question de stabilité d'une espèce *via* la transmission de ses caractères et leur maintien dans la descendance qui sera discutée lors des situations analysées dans notre étude.

4.3 La reproduction chez les plantes à fleurs

Les problèmes fonctionnalistes associés à la reproduction sexuée des plantes à fleurs, paraissent intimement liés à la connaissance anatomique des fleurs. C'est cette articulation au cours des travaux des chercheurs que nous allons développer ici dans la perspective de mieux appréhender les points critiques qui pourraient survenir au cours des enseignements de sciences. Ainsi, l'observation et la description des structures, l'identification d'organites composants les organes constituent une part importante du travail des chercheurs au cours du temps. Joachim Jungius, au XVII^{ème} siècle développe l'observation exacte des plantes et nomme avec précision leurs différentes parties en évacuant des termes vagues ou arbitraires. Ses ouvrages, *Doxoscopiae physicae minores* (Jungius, 1662) et *Isagoge phytoscopica* (Jungius, 1679) sont en ce sens fondateurs du langage scientifique en botanique. Mais ces préalables qui favorisent la compréhension des fonctionnements ne lèvent cependant pas certains obstacles épistémologiques dans la caractérisation du rôle des différentes structures des plantes, tels que des présupposés associés à d'autres fonctions. Ainsi, quand Malpighi (1675) observe les plantes dans le détail, mène des descriptions systématiques des différentes parties de leurs organes et tissus, représente précisément ces structures anatomiques, il décrit les étamines avec leurs anthères comme des organes d'excrétion et le pollen comme excréments. Les études ultérieures de Grew (1682) décrivent quant à elles la structure des plantes pendant le cycle complet de leur développement de la graine à la graine. Cela permet, pour la première fois, d'identifier les étamines comme organes sexuels mâles, portant du pollen, et les pistils comme organes sexuels femelles. Quelques années plus tard, en 1694, Camerarius, démontre et décrit la sexualité des plantes dans son ouvrage *De sexu plantarum epistola*. À l'aide d'expériences de croisements qui feront avancer la compréhension des principes de la fécondation, il montre l'action du pollen sur le pistil à savoir, la formation du fruit contenant des graines (Jahn, 1998).

Les pratiques de fécondation artificielle, développant l'hybridation de plantes, sont l'occasion de questionner le concept d'espèces dont les contours sont régulièrement redéfinis au cours de l'histoire. En 1682, John Ray définit l'espèce comme « *une suite continue de descendants qui ressemblent à leurs parents par certaines caractéristiques fondamentales* (*"generatio continuata"*). *Seules les caractéristiques accidentelles peuvent être modifiées par*

des impacts extérieurs » (Ray, cité par Jahn, 1998, p. 237). Dans une perspective de compréhension des mécanismes biologiques qui régissent l'hybridation et la transmission des caractères sont alors menées des croisements d'individus de variétés différentes mais appartenant à une même espèce ou bien d'espèces différentes. Giordan (1991), pointe les expériences significatives d'hybridation suivantes. Bradley (1739) réalise des hybridations intraspécifiques de primevères et se centre sur les questions auxquelles l'hybridation de son époque s'attache : quelles sont les conditions qui permettent aux hybrides d'être féconds et quelle est la stabilité de leurs caractères au long des générations ? Köllreuter (1777) repère dans les hybrides de 1^{ère} génération des caractéristiques intermédiaires aux parents, et dans les individus de 2^{ème} génération, des caractéristiques des grands parents. Sageret (1826), pratique des hybridations intra spécifiques, et met en évidence que des caractères fusionnent. En 1^{ère} génération, certains hybrides se distinguent par la prédominance d'un des caractères parentaux alors que d'autres montrent des caractères qui se « mélangent », laissant penser à une fusion des caractères. Ainsi, mélange et séparation des caractères coexistent. Naudin (1865), en réalisant des croisements interspécifiques, tente d'élucider des problèmes d'hérédité et le statut de l'espèce. Il identifie une certaine ségrégation, envisagée comme la formation d'une mosaïque.

Les travaux de Mendel, entre 1856 et 1866, sont déterminants pour la caractérisation des règles de transmission des caractères héréditaires. Il mène des croisements intraspécifiques de 34 variétés de pois de l'espèce *Pisum sativum* qu'il a choisi selon des critères très précis : des caractères différentiels constants (forme, couleur des cotylédon, couleur de fleur), la possibilité d'isolement par rapport à des pollens étrangers, une descendance qui reste fertile, une fleur facilement manipulable. Mendel publie en 1866 la majeure partie de ses résultats montrant que les hybrides ne sont pas tous des intermédiaires de formes parentales, et mettant en évidence la répartition des caractères dominants et récessifs au travers des différentes générations. Les formes qui dans la 1^{ère} génération possèdent le caractère récessif, dans un rapport 1/4, ne varient plus dans la 2^{ème} pour ce caractère. Le caractère dominant présent dans les hybrides de 1^{ère} génération, s'exprime dans un rapport 3/4, avec un rapport 2 pour la forme hybride et un rapport 1 pour la forme prenant le caractère dominant parental.

Si nous portons une attention particulière à l'identification des caractères attachés à une espèce donnée, dont l'importance a été mise en évidence tout au long des travaux menés au cours de l'Histoire des sciences, c'est qu'elle constitue également un point d'appui aux démarches qui permettent aux élèves de montrer la parenté entre les plantes. Dans notre corpus,

les aspects portant sur la transmission des caractères sont convoqués par les élèves pour exprimer les « ressemblances » d'un même type de plantes entre les parents et leurs descendants.

Au sein du concept de reproduction des plantes à fleurs, le mécanisme physiologique de la fécondation a fait l'objet d'études spécifiques dont Giordan (1991) signale les grandes étapes. Le détail du phénomène de fécondation chez les fleurs est décrit par Strasburger en 1878. Puis, Nawashin et Guignard précisent le fonctionnement de la double fécondation chez le lys en 1899. Dans son *traité d'embryologie*, Hertwig (1900) approfondit encore le phénomène de fécondation chez les plantes à fleurs en précisant le rôle du tube pollinique. Les recherches du XXème siècle approfondissent les conditions de réalisation de la fécondation chez les plantes à fleurs. Elles permettent en particulier de comprendre que la fécondation ne peut se réaliser que s'il n'y a pas d'incompatibilité entre le grain de pollen et l'organe femelle (Corbineau et Gendreau, 2016). Un ensemble de mécanismes concourent en effet à la mise en place de barrières reproductives dans la plupart des cas de fécondation. On peut observer des empêchements de la pollinisation par décalage temporel, par isolement écologique qui limite les transferts de pollen, ou encore par des structures florales entre deux espèces ou deux genres imposant des pollinisateurs différents et des échanges de pollen improbables. Il existe également des barrières post-pollinisation, qu'elles soient prézygotiques ou post-, liées à des incompatibilités pollen-pistil (barrière prézygotique) ou à la production d'hybrides stériles voire à la létalité de ces hybrides (barrière postzygotique). Si les hybridations sont parfois possibles chez les végétaux entre espèces différentes, elles sont limitées par les mécanismes énoncés ci-dessus. Dans le cadre de l'école primaire, ce sont les fécondations intraspécifiques qui sont présentées afin d'expliquer le mécanisme de fécondation. Ainsi, quand les élèves convoquent une fécondation, ils envisagent implicitement le pollen et les ovules d'un même type de plantes.

Dans la perspective d'aborder des questions didactiques liées au renouvellement générationnel, ce chapitre a pointé les obstacles épistémologiques qui se sont posés aux chercheurs au cours de la construction des concepts de fécondation et de transmission des caractères. Les problématiques concernant la fécondation ont historiquement été liées à celles du développement embryonnaire. Du point de vue cellulaire, elles ont été explorées en premier lieu chez les organismes animaux et se sont heurtées aux difficultés à comprendre l'origine de l'œuf, à identifier les contributions des cellules sexuelles dans l'obtention d'un nouvel individu.

La proposition selon laquelle la totalité de la forme terminale peut être déterminée par une seule forme initiale, mâle ou femelle, s'est confrontée à celle, qui sera finalement scientifiquement validée, où l'embryon se développe de façon de plus en plus complexe à partir d'une forme simple, les organes apparaissant progressivement. Sous l'angle des mécanismes moléculaires, là encore des obstacles émergent en particulier concernant les étapes de développement. Dans une vision déterministe où le programme génétique délivre les instructions d'un fonctionnement orienté, l'obstacle est de pouvoir accepter que de multiples stratégies peuvent amener au même résultat. Cette diversité de possibilités de séquences d'activation génique et donc la diversité de voies de développement possibles est admise dans les modèles qui intègrent une part d'expression aléatoire des gènes permettant une stabilité du développement. La part de hasard dans les mécanismes biologiques constitue également un obstacle dans la compréhension de la variabilité des organismes et des populations. Ainsi pour adhérer au principe de sélection naturelle il faut pouvoir comprendre que les variations apparues au hasard sont soumises secondairement aux conditions de l'environnement et constituent le moteur de l'évolution des espèces.

En se centrant sur la reproduction des plantes à fleurs, qui est notre objet d'étude à l'école primaire, nous pouvons identifier plusieurs obstacles susceptibles de s'opposer aux apprentissages scientifiques, qu'il s'agit de prendre en compte dans notre réflexion didactique. Face à la découverte de nouvelles structures, la mobilisation d'éléments de connaissances associés à d'autres fonctions biologiques déjà connues, telles que l'excrétion pour reprendre un exemple historique, peut enfermer l'analyse dans ce qui est déjà admis par ailleurs et ainsi empêcher de proposer de nouvelles fonctions. La délimitation de la notion d'espèce, épistémologiquement complexe, en particulier pour les plantes à fleurs pour lesquelles les frontières interspécifiques peuvent s'avérer poreuses, peut se poser en obstacle à la compréhension des mécanismes qui permettent ou empêchent la fécondation. Pour les élèves de l'école primaire, des ambiguïtés peuvent se loger dans des formulations telles que « sortes de plantes », peu précises pour délimiter l'espèce. Historiquement, de nombreuses recherches ont été nécessaires pour éclaircir les modalités de transmission des caractères en se heurtant à des conceptions figées liées à l'hérédité et la stabilité des caractères, que l'on pourrait voir émerger en classe. Au cours de la construction du concept de fécondation, l'identification des mécanismes physiologiques est liée aux progrès technologiques qui permettent de visualiser et d'analyser les phénomènes. En classe, les phénomènes non visibles directement ne relèvent pas d'une évidence, ce qui peut entraîner des difficultés dans l'acquisition des savoirs qui y sont

associés. À l'école primaire, lors des enseignements portant sur la reproduction, les obstacles épistémologiques peuvent se manifester à l'occasion de la caractérisation des cellules sexuelles et de leur rôle dans la fécondation, et également à travers l'observation de ressemblances et différences entre les différentes générations.

En tenant compte de ces obstacles, nous allons à présent approfondir les problèmes et savoirs en jeu dans l'enseignement de la reproduction sexuée des plantes à fleurs. Nous pourrions alors examiner les possibilités qu'apporte la mise en récit pour les apprentissages scientifiques menés en classe.

CHAPITRE 5 : ENSEIGNER LA REPRODUCTION SEXUEE DES PLANTES À FLEURS : PROBLEMES ET SAVOIRS EN JEU

Dans ce chapitre nous mettons en évidence les points précis que de précédentes recherches ont identifiés comme des obstacles épistémologiques pouvant surgir au cours des enseignements portant sur des problèmes fonctionnalistes, en particulier liés à la fécondation et sur des problèmes anatomiques attachés aux organes reproducteurs. Nous portons notamment notre attention sur les divergences parfois critiques entre les langages ordinaire et scientifique, entre les modes de pensée commun et scientifique. Ces approfondissements nous permettent d'envisager les potentialités d'une mise en récit pour la conceptualisation.

5.1 Délimitation de l'objet d'étude et clarification du lexique

Nous prenons l'exemple de la reproduction sexuée des plantes à fleurs car il donne à voir ce que décrit Bachelard (1938, p. 13) comme « *des causes d'inertie que nous appellerons des obstacles épistémologiques* ». Nous examinons alors les problèmes d'élaboration de savoir qu'engendre ce problème sachant que cette « *notion d'obstacle épistémologique peut être étudiée dans le développement historique de la pensée scientifique et dans la pratique de l'éducation* » (Bachelard, 1938, p. 17). En relevant ce parallélisme, Quinte (2016) propose d'identifier les conceptions des élèves pouvant faire obstacles à la compréhension du cycle de vie des plantes à fleurs, dont l'étape de reproduction, de manière à pouvoir les prendre en charge dans les enseignements. Elle repère dans un premier temps que certaines études montrent le manque d'intérêt qu'ont les élèves face au végétaux (Holstermann et Bögeholz, 2007). D'après celle de Kalali (2010), les élèves s'intéressent peu à la croissance et la reproduction des plantes. Pour autant, la compréhension qu'ont les élèves du rôle d'une fleur dans la reproduction des plantes constitue « *une base pour un développement conceptuel futur* » (Helldén, 2000, p. 47).

Le terme « végétaux » est utilisé couramment dans le contexte scolaire, présent dans les programmes et les manuels pour la classe. Cependant, il est polysémique selon les contextes et les classifications convoquées, fonctionnelle ou phylogénétique. La première acceptation, en se fondant sur l'étude de la nutrition des êtres vivants, regroupe sous le terme « végétaux » ceux qui réalisent la photosynthèse oxygénique, produisant leur matière organique à partir de matière minérale et d'énergie lumineuse. En ce sens, le concept fonctionnel de végétal désigne une stratégie trophique (Selosse, 2008) et s'inscrit dans des problématiques physiologique et

écologique. L'approche phylogénétique, ne permet pas d'identifier un seul groupe défini fonctionnellement par la capacité à réaliser la photosynthèse. En effet, les groupes photosynthétiques ne descendent pas tous d'un ancêtre commun exclusif possédant cette capacité, mais appartiennent à plusieurs lignées non étroitement apparentées (Bosdeveix, 2017). Les analyses phylogénétiques fondées sur des caractéristiques moléculaires ont révélé que la photosynthèse est apparue plusieurs fois au cours de l'évolution (Keeling, 2013). Ainsi, le terme « végétaux » ne peut plus être utilisé dans un contexte phylogénétique, à moins de le restreindre à une lignée monophylétique selon des caractéristiques liées à la photosynthèse apparues chez un ancêtre commun exclusif à cette lignée. Pour éviter les ambiguïtés dans nos travaux, nous avons choisi d'utiliser le terme « plantes » qui est l'objet d'étude de la classe.

De façon à identifier ce qui peut faire obstacle à la compréhension des mécanismes de reproduction des plantes à fleurs, nous allons, dans le paragraphe suivant, caractériser les concepts abordés en classe ainsi que les problèmes scientifiques qui y sont attachés.

5.2 Les élèves face à des problèmes conceptuels

5.2.1 Des problèmes de structures, de fonctionnement, de lexique

En observant des situations d'enseignement en classe primaire, portant sur la reproduction sexuée des plantes à fleurs, Boyer (2000), a identifié en quoi certains concepts communs font obstacle à la compréhension de concepts scientifiques. Elle s'appuie sur la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (1990) pour qui un concept ne se développe jamais seul, mais en liaison avec d'autres concepts. Ceux-ci ne sont pas seulement les concepts scientifiques mais également quotidiens et forment, les uns avec les autres, un système. Ainsi, le champ conceptuel de la reproduction sexuée végétale articule les concepts de fleur, fruit et graines qui sont en étroite relation. La difficulté pour les élèves est accrue par le fait que *« chacun d'entre eux se définit à la fois par rapport à une structure morphologique associée à un vocabulaire, et par rapport à son rôle au sein du champ conceptuel »* (Boyer, 2000, p. 153). L'évolution vers une pensée et un discours scientifique nécessite alors l'installation de situations et d'activités favorisant les ruptures avec le quotidien ainsi que des réaménagements pour avancer vers une conceptualisation scientifique. Cette auteure a caractérisé différents obstacles qui ont été confortés par d'autres travaux.

La graine, en Cours Préparatoire (CP), pour des élèves de 6 à 7 ans, apparaît comme le plus petit élément possible d'une plante, ronde ou en forme de larme, non comestible par les humains (Jewell, 2002). Et il est très difficile pour les élèves de donner une explication sur l'origine des graines de pommier. Certains élèves expliquent que les graines sont fabriquées par les humains ou proviennent du sachet ou d'un pays lointain, d'autres les trouvent dans le sol ou pensent qu'elles proviennent des plantes, sans pouvoir donner plus de précisions (Cherubini et al, 2002).

En Cours élémentaire, 1^{ère} année (CE1), les élèves de 7 à 8 ans n'attribuent aux fleurs qu'un rôle esthétique et décrivent leur structure avec des pétales et un cœur, sans représenter le pistil, sans donner une fonction aux différents éléments, ni mettre en relation avec la reproduction. De la même manière, dans la recherche menée par Helldén (2000) chez des élèves de 10 ans, la majorité des élèves interrogés sur le rôle des fleurs et de leur couleur ont des réponses anthropocentristes. Ils pensent que les fleurs sont là pour « faire beau » et que leurs couleurs sont « utiles » à l'humain.

Le fruit représente la plus grosse difficulté car son acception quotidienne l'enferme dans une stricte description « *contenir du jus* », « *être sucré* » ou « *se manger en dessert* » (Boyer, 2000, p. 163). La représentation erronée la plus résistante est le caractère non comestible de certains fruits. Les élèves perçoivent parfois que, sur un arbre, les fruits apparaissent après les fleurs, mais cette relation est exclusivement temporelle et n'établit pas de véritable liaison fonctionnelle. Ainsi, concernant la fécondation, les élèves se focalisent sur la transformation visible du pistil en fruit. Le rôle du pollen est très difficile à conceptualiser. Globalement, « *le pollen reste associé à la morphologie de la fleur mais sans plus* » (Boyer, 2000, p. 163).

La recherche que nous présentons ici consiste alors à identifier comment la mise en récit, en rendant nécessaire la clarification de concepts, pour que les apports scientifiques puissent concourir à l'intrigue, favorise le réaménagement des connaissances vers une validité scientifique. La construction de la notion de fécondation sera en particulier analysée en tant qu'elle met en lien les concepts de fleur, fruit, graine.

Boyer met de plus en évidence que les anciennes conceptions ou mises en relations entre les concepts perdurent, même après un temps d'apprentissage. Elle propose que « *c'est donc sur le long terme qu'il convient de penser la construction et l'acquisition de concepts scientifiques, en aménageant les ruptures et les filiations indispensables au développement de savoirs cohérents et opérationnels* » (2000, p. 170). Cela fonde encore notre recherche qui

examine un dispositif permettant aux élèves de réinterroger et restructurer des éléments d'apprentissage entre eux, après un enseignement et avant une évaluation.

Quinte (2016, p. 38) cite les travaux de Nyberg (2004) menés avec des élèves de 9 à 11 ans, de Cours Moyen en France, montrant que « *c'est essentiellement la compréhension du lien entre une génération et la suivante qui reste compliquée et par là, la compréhension de la reproduction sexuée. [...] Il n'y a pas de vraies différences dans les réponses après enseignement. La conception du cycle "de la graine aux graines" n'est pas généralisée pour les élèves de l'étude* ». De plus, pendant l'enseignement et l'évaluation qui suit, une confusion persiste entre la pollinisation (transport du pollen d'une fleur vers l'autre) et la dissémination des graines (après pollinisation). Le rôle du pollen dans le mécanisme de la reproduction n'est pas conceptualisé par la plupart des élèves de l'étude. Pour les élèves de 11 à 15 ans, malgré les enseignements reçus, la confusion persiste entre la pollinisation, la dissémination des graines et la fécondation entraînant la formation du fruit et des graines. D'après l'auteure, la difficulté provient du fait que graines et pollen sont issus de la fleur et sont impliqués dans la reproduction des végétaux.

5.2.2 Des obstacles épistémologiques dans les modes de pensée ordinaires versus scientifiques

Quinte (2016) a identifié trois obstacles mentaux majeurs dans la compréhension du cycle de vie des plantes à fleurs qui se rattachent à la question de la reproduction. Le premier obstacle est une vision utilitaire, axée sur l'apport des végétaux, pour l'humain ou les animaux. Le fruit ou la fleur sont ainsi considérés comme stades « finaux » à des fins alimentaires ou de décoration. Le pollen est alors perçu comme étant allergisant, mais aucune fonction de reproduction ne lui est attribuée. Un deuxième obstacle, qui découle de l'absence d'identification de la fonction de reproduction, repose sur la catégorisation de plantes qui *a priori* ont des fruits et ceux qui n'ont "que" des fleurs. C'est la non reconnaissance du fruit qui empêche de comprendre l'ensemble de la reproduction sexuée de ces plantes et qui favorise la conception de la dissémination des graines à partir de la fleur. Il apparaît alors essentiel de multiplier les exemples de fruits différents, scientifiquement, pour en dégager leurs caractéristiques communes. Le troisième obstacle est celui du lexique, différemment utilisé dans un registre commun ou dans un registre botanique. Par exemple, le terme de fleur peut être employé communément pour désigner une plante à fleurs ou seulement la partie florale de la plante. Il portera en botanique uniquement sur les organes de reproduction. Le fruit, au sens

commun, est opposé au légume. En botanique, le fruit est le résultat de la transformation de la fleur après fécondation.

Nous percevons ainsi que la dimension langagière joue un rôle important dans les modèles mentaux en tant qu'ils véhiculent des conceptions culturelles liées au vécu des élèves et à l'usage du vocabulaire. Aussi, en prenant en compte les obstacles épistémologiques générés par la pensée commune, nous nous demandons dans la section suivante, comment certaines approches d'enseignement peuvent amener à la conceptualisation, en particulier, *via* la narration. Il s'agit de creuser les fondements de notre proposition, selon laquelle des situations permettant la discussion et la mise en mots des concepts, en intégrant les apports des enseignements, dans une perspective de mise en récit, favorise l'élaboration de savoirs scientifiques.

5.3 Des modalités d'apprentissage ayant leurs intérêts et leurs limites

5.3.1 Le modèle du cycle de vie intégrant la fécondation

Le modèle du cycle de vie intégrant la fécondation est souvent convoqué pour réaliser les apprentissages portant sur la reproduction sexuée des plantes. D'après Hickling et Gelman (1995) ce n'est qu'à partir de 4 ans et demi au plus tôt que les enfants conceptualisent le développement des plantes de manière cyclique et cela indépendamment de l'image de départ. Avant, ils ne seraient pas encore en mesure de faire un lien entre les différents stades de développement (graine → plante → graine)

Les botanistes mettent en évidence que l'intégration de plusieurs concepts est nécessaire pour bien saisir la notion de cycle de vie des plantes à reproduction sexuée (Quinte, 2016, p. 46) :

- *La compréhension de la succession des générations (définition même du cycle de vie);*
- *La mise en relation des stades-clés (graines, fleurs et fruits) et des processus-clés (pollinisation, fécondation, formation des graines et des fruits, dissémination);*
- *La connaissance de l'ordre chronologique, de la succession des stades et processus indépendamment du point de départ ;*
- *Les connaissances liées à la reproduction sexuée : elle assure le brassage génétique et la perpétuation de l'espèce dans le sens où l'individu de la génération suivante naît*

de cette reproduction, capable à son tour de se reproduire et de procréer ;
- *Les connaissances liées aux mécanismes permettant d'assurer la perpétuation de l'espèce : pollinisation, fécondation, dissémination.*

Il est à noter qu'à l'école primaire, les supports utilisés pour expliquer le mécanisme de fécondation présentent la pollinisation entre fleurs d'une même espèce, en décrivant la rencontre d'un grain de pollen d'une espèce donnée avec un ovule du pistil de fleurs de cette espèce. Les fécondations interspécifiques ne sont pas évoquées. Ainsi aux yeux des élèves, de manière implicite, la fécondation n'existe qu'entre gamètes d'une même espèce, générant des graines de l'espèce en question. En général, au fur et à mesure des séances, des plantes distinctes sont prises en exemple pour montrer que les graines issues des fécondations intraspécifiques génèrent des plantes qui possèdent les mêmes caractéristiques que les plantes parentales (un pépin de pomme génère un pommier). Si la fécondation intraspécifique est majoritaire dans la nature des hybridations interspécifiques sont parfois possibles comme nous l'avons indiqué plus haut. Pour les apprentissages visés au Cours Moyen ce qui est attendu est la compréhension du concept de fécondation qui résulte de la rencontre ovule-pollen et qui enclenche la formation d'une graine ainsi que le développement du fruit.

Nous percevons ici que l'articulation des concepts cités ci-dessus peut constituer une difficulté majeure pour les élèves. Ainsi, notre proposition est qu'en manipulant dans un autre contexte certains de ces concepts, précisément au cours de la mise en intrigue d'un récit, les élèves puissent réinterroger les éléments de savoir, les intégrer dans leurs connaissances, les connecter sous un autre jour afin de mieux saisir les processus biologiques, en particulier celui de la fécondation.

5.3.2 La prévalence du modèle animal dans la transmission des caractères

Les recherches menées dans le cadre scolaire examinent surtout la question de la transmission des caractères dans le monde animal, en particulier chez l'humain. En explorant la construction par les élèves de CP de concepts relatifs à la procréation dont celui de reproduction, Beorchia et Lhoste (2007) notent que les élèves prennent appui sur la ressemblance des enfants à leur parents pour s'interroger sur le rôle de chacun dans la genèse du bébé. Ainsi, l'apparence physique est perçue comme un indice de ce qui se passe au cours du phénomène de reproduction. Les discussions entre élèves s'articulent autour de ce qu'apporte chaque parent et font émerger la notion de « mélange » qui apparaît aussi en classe de CM2 quand le même thème est abordé. Ces éléments de réflexions convoqués par les élèves dans le cadre de la reproduction humaine pourraient être sollicités en miroir dans le travail sur

la reproduction des végétaux. La ressemblance des descendants pourrait constituer un point d'appui pour saisir la nécessité d'un apport des deux sexes. Cependant, quand les chercheurs approfondissent ce qui est perçu des phénomènes en CM2, ils constatent que « la séparation entre processus de mélange des éléments mâle et femelle (identification de la fécondation) et processus de développement du bébé » (*Ibid.*, p. 42) n'est saisi que par très peu d'élèves. Cette non distinction est à considérer comme obstacle possible à la compréhension des processus biologiques, y compris dans le domaine de la reproduction sexuée des végétaux, où l'identification des gamètes est d'autant plus difficile. Les auteurs précisent encore que certains élèves, en envisageant le rôle de chacun des gamètes comme un apport de matière de la part des individus parents et une préformation du bébé ou de la « graine », conçoivent de manière confortable et satisfaisante le concept de procréation. Cet aspect nous amène à penser, que ces conceptions, transposables au mode végétal, peuvent constituer des obstacles au sens de Peterfalvi (2001, p. 35) : « *Il (l'obstacle) témoigne plutôt d'un certain confort intellectuel que le sujet tend à préserver, car il lui est plus commode de penser les choses dans ces termes-là* ».

De plus, il est à noter que le vocabulaire spontané utilisé par les élèves prête à confusion, pour la reproduction humaine et induit également des obstacles pour la reproduction des végétaux. En effet, dans les travaux précédemment cités, les élèves parlent de la nécessité de « graines » apportées par l'un ou l'autre des parents. Ce terme est non seulement inadéquat pour la reproduction des mammifères, mais, transposé dans le monde végétal, il renvoie justement scientifiquement au résultat de la fécondation et non à la contribution de chacun des sexes. Nous voyons ici ce que le discours commun, de même que le confort intellectuel, peuvent enclencher comme difficultés conceptuelles. Nous percevons le rôle qu'ont les situations d'apprentissage dans la prise en compte de ces difficultés liées au sens commun, aux conceptions, au vocabulaire, de manière à mener les élèves vers la construction de savoirs scientifiquement correctes.

5.3.3 La mise en texte pour apprendre

Les réflexions menées jusqu'ici dans ce chapitre, nous amènent à centrer plus particulièrement notre étude sur l'enseignement des mécanismes de fécondation et de transmission et maintien des caractères. Nous prenons appui sur l'épistémologie de ces concepts concernant les plantes pour interroger les obstacles sous-jacents aux manières de penser des élèves et y être attentive dans le dispositif d'appui à notre recherche. Nous avons en particulier repéré les ambiguïtés portant sur la graine, rarement identifiée comme le résultat de la fécondation chez les plantes, également utilisée de manière inappropriée dans un contexte de

reproduction humaine. Nous avons également identifié la caractérisation du fruit et de la fleur par une finalité d'usage humain, ainsi que l'absence d'identification de leur fonction de reproduction. Après avoir mis en évidence les obstacles générés par la prévalence du modèle humain et la complexité conceptuelle de celui du cycle de vie d'une plante à fleur, nous examinons dans les travaux de Bautier et al (2000) ce que pourrait apporter une mise en texte réalisée par des élèves à qui on a demandé de traduire en texte un schéma, selon la consigne suivante : « Explique, de la façon la plus complète possible, les différentes étapes du cycle de vie du cerisier ». Les auteurs se sont demandés en quoi les textes rédigés pouvaient être considérés comme des sortes de « narrations scientifiques ». Si ces écrits comportent un aspect chronologique (significatif d'une narration) et permettent une explication des phénomènes successifs (qui est un composant d'une pensée scientifique), ils se distinguent par des postures différentes d'élèves dans leur rapport au savoir scientifique. Un type de texte organise une succession d'informations, avec un point de vue neutre, sans implication personnelle. Ainsi, « *faire de la biologie, c'est recueillir des informations et les ordonner* ». Dans ce cas, l'élève adopte une posture « scolaire », où il est proche du texte initial, « *jusqu'à la copie, ce qui ne dit pas grand-chose de sa compréhension du processus biologique* » (*Ibid.*, p. 154). Dans un second type, l'élève identifie un « acteur » qui initie le processus, et faire de la biologie, c'est « *comprendre la succession des opérations techniques nécessaires pour que l'Homme tire parti du vivant* » (*Ibid.*, p. 151). La posture de narration comporte alors des aspects subjectifs. Dans un troisième type de texte, les élèves énoncent des connaissances générales dans une posture d'appropriation avec leurs propres mots. Les auteurs proposent des pistes pour se demander en quoi « faire raconter » peut fournir des points d'appui pour l'appropriation de discours scientifiques : énoncer des événements dans une chronologie, faire apparaître des relations de causalité, décrire des structures et expliquer des phénomènes, mobiliser des témoignages précurseurs d'une démarche argumentatives, peuvent constituer des prémices à la construction de discours et de savoirs scientifiques.

Notre recherche investit un champ d'analyse complémentaire de ces travaux. Nous portons en effet notre attention sur ce que la perspective de mise en récit et sa réalisation permet quant à l'appropriation des éléments de savoirs, leur réorganisation en connaissances articulées entre-elles et leur approfondissement vers les savoirs stabilisés. L'épistémologie des concepts précédemment décrite qui met en évidence des nœuds conceptuels portant sur la fécondation, la stabilité et la variabilité des espèces nous permet de cibler ces concepts d'autant que les

recherches en didactiques énoncées dans ce chapitre montrent leur importance pour les apprentissages scientifiques dans ce domaine et la subtilité de leur enseignement.

En appui sur la littérature scientifique qui a nourri la première partie de ce mémoire, nous proposons à présent d'analyser un dispositif qui vise à favoriser chez les élèves la mobilisation et l'élargissement des apports de l'enseignement, la construction de savoirs scientifiques au cours de l'élaboration d'un récit de fiction. Cette proposition s'ancre dans nos précédentes recherches. Dans une première étape, nos travaux conduits durant le doctorat (Delannoy-Courdent, 2009) ont montré que les mises en texte de la pensée, en particulier par la mobilisation de pratiques langagières attachées au raisonnement scientifique, contribuent à la clarté des apprentissages. Nos recherches menées ensuite, ont pointé que la réalisation d'énigmes scientifiques par les élèves, à partir d'interactions avec des chercheurs, peut contribuer à l'expression structurée de la pensée au cours d'un processus qui favorise les mises en relation causale et la structuration des connaissances (Courdent et Egginger, 2018 ; Courdent et al., 2019). Un prolongement de ces travaux a mis en évidence une dimension engageante de la fiction et sa capacité à réactiver des contenus scientifiques (Courdent et Alvain 2022). Notre étude actuelle, portant sur un dispositif qui met les élèves en situation de conception d'une intrigue, vise à approfondir la dimension conceptualisante de la mise en récit, en particulier pour la reproduction sexuée des plantes à fleurs.

L'intégration d'explications scientifiques dans le texte de fiction n'est pas forcément attendue. Le dispositif prévoit que les élèves puissent injecter des savoirs scientifiques construits ou consolidés à l'occasion de l'élaboration de l'intrigue, qui ont nécessité explications et argumentations au cours du moment de discussion de groupe. Ce sont donc les conditions de l'élaboration de l'intrigue liée à la fiction, et les effets sur la mobilisation des élèves et leurs apprentissages scientifiques qui seront analysés. Il ne s'agit pas dans notre dispositif de faire écrire un texte scientifique, de type explicatif, mais de faire avancer l'explication scientifique lors de l'élaboration de l'intrigue, pour que l'apport dans le récit soit correct scientifiquement et au service de l'histoire. Au-delà de l'analyse menée sur les contenus scientifiques construits dans les interactions orales, se posera la question de la mémorisation de ce savoir élaboré oralement.

Nous proposons que la mise en œuvre et l'analyse d'un dispositif didactique portant sur la reproduction des plantes à fleurs et intégrant une mise en récit de fiction puisse pointer des

conditions possibles pour favoriser l'apprentissage scientifique. Nous nous demandons comment la mise en récit peut réussir, à faire face à des difficultés conceptuelles liées à la fécondation et la transmission des caractères.

La problématique générique de ce mémoire est donc celle-ci : **Dans quelle mesure la mise en récit réalisée par les élèves peut-elle favoriser les apprentissages scientifiques ?** Nous proposons qu'elle active un processus de narration conceptualisante (Fig. 1, p. 64) que nous allons mobiliser tout au long de notre travail.

Selon une première hypothèse, l'identification de problèmes scientifiques associés à l'intrigue, l'argumentation, la conduite d'un raisonnement, la mise en lien de différents éléments étudiés, favorisés par la mise en récit permettraient de solliciter et construire des savoirs afin de traiter des problèmes constitutifs du concept scientifique abordé et de dépasser les obstacles à la compréhension. La narration générerait une reconfiguration des connaissances en savoirs à la faveur de discussions de groupe amenant à la construction de savoirs argumentés.

Une deuxième hypothèse propose que l'annonce de la mise en récit et la mise en récit elle-même stimulent l'engagement des élèves. Il s'agit alors de rechercher les indicateurs de cet engagement y compris dans le sens donné aux savoirs construits au sein de la démarche.

La méthodologie de recherche destinée à traiter ces deux hypothèses est décrite dans la partie 2 de ce mémoire. Elle présente le corpus étudié, les démarches et outils d'analyse.

Les résultats portant sur l'acquisition des savoirs scientifiques sont énoncés et analysés dans la troisième partie de façon à identifier des éléments de réponse à la première hypothèse.

La quatrième partie examine les conditions mises en place par la narration conceptualisante qui favoriseraient l'engagement des élèves, en s'attachant à la deuxième hypothèse. Elle pointe aussi les apports de notre modèle et ouvre vers des perspectives de recherche.

PARTIE 2 : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Dans le cadre d'une étude de cas, nous développons, dans cette partie, la manière avec laquelle la situation didactique étudiée a été conçue et mise en place dans une classe de CM1. Nous précisons également les modalités de recueil des données de la recherche et de leur analyse.

CHAPITRE 1 : DISPOSITIFS, RECUEILS DE DONNEES ET CORPUS

Afin de chercher en quoi des mises en récit par les élèves participent à la construction de connaissances scientifiques, nous installons un dispositif didactique qui articule une séquence de sciences portant sur la reproduction chez les plantes à fleurs avec des moments d'élaboration d'une enquête policière. Les objectifs d'apprentissage de la séquence sont de comprendre le mécanisme de fécondation à l'œuvre lors de la transformation de la fleur en fruit. Un obstacle majeur réside dans le fait que la fécondation est un phénomène caché qui va enclencher un phénomène visible, la formation du fruit. Les approfondissements épistémologiques de ce concept, détaillés dans le chapitre 4 de la partie 1, ont montré l'importance de passer par une étape descriptive. Les études de Malpighi (1675) sur l'anatomie végétale ont abouti à des descriptions systématiques des différentes parties des plantes, tissus, organes dont les étamines avec leurs anthères. Grew (1682) a décrit la structure des plantes à graines pendant leur cycle de développement et ainsi mis en évidence les transformations des structures anatomiques. La question de la fécondation a historiquement été traitée selon différents axes apportant des éclairages complémentaires. Camerarius, à la fin du XVII^{ème} siècle porte son intérêt sur la sexualité des plantes. Les pratiques d'hybridation intraspécifiques (Sageret, 1826) et interspécifiques (Naudin, 1860) se développent. Les travaux de Mendel en particulier permettront de comprendre le principe de ségrégation des caractères. La microscopie du XX^{ème} siècle apporte les précisions cellulaires au mécanisme de la fécondation. Rappelons également que l'enseignement de la reproduction des plantes à fleurs pose les obstacles suivants, issus du sens commun des élèves. Une approche utilitaire confère un aspect esthétique aux fleurs et alimentaire aux fruits (Boyer, 2000). La non distinction entre la chronologie et le lien entre les stades de développement (fleurs, fruits, graines), de même que la confusion entre pollinisation et dissémination constituent des difficultés à la compréhension (Quinte, 2016). Le dispositif mis en place tient compte de ces repères.

1.1 Présentation générale des dispositifs didactique et de la recherche

Nous avons mis en place le dispositif didactique en tenant compte des points d'attention repérés dans la littérature étudiée précédemment, de manière à placer les élèves dans des conditions susceptibles d'être propices à des apprentissages scientifiques. En parallèle, le dispositif de la recherche a été conduit de façon à recueillir les supports utilisés en classe, les

productions écrites, les prises de paroles des élèves et leur retour sur ce qu'ils ont vécu. L'étude longitudinale a porté sur une cohorte de 18 élèves de CM1, âgés de 9 à 10 ans.

1.1.1 La logique d'enseignement et le recueil de données

Dans ce qui suit, les **composantes didactiques sont repérées en gras**. *Les composantes de recherche sont repérées en italique*. Les apports susceptibles d'être mobilisés par les élèves sont détaillés dans les paragraphes 1.2 et 1.3 de ce chapitre.

- **Introduction par l'enseignante de la thématique du fruit à l'aide d'une interview du cuisinier de l'école.** Les aspects alimentaires sont abordés : gustatifs et nutritifs.

Ce temps est conduit à l'oral et ne donne pas lieu à un recueil de données

- **Diagnostic des conceptions concernant les fruits, réalisé à l'issue de cette introduction**, comportant textes et dessins qui répondent à la question : « Que savez-vous sur les fruits ? ».

Recueil des productions écrites réalisées en dehors des observations de la recherche. (Annexe 1 : « Représentations des élèves portant sur les fruits, avant la séquence de sciences »)

Nous repérons ici les conceptions des élèves relatives aux fruits en amont des apports de la séquence de sciences. Nous constatons qu'elles portent principalement sur l'angle alimentaire traité précédemment.

À l'issue du repérage de ces conceptions, l'enseignante annonce le problème scientifique global à résoudre dans la suite de la séquence : « D'où proviennent les fruits que l'on mange ? »

- **Annonce par l'enseignante de la réalisation d'une enquête policière. Celle-ci devra utiliser des contenus scientifiques qui seront appris dans la séquence de sciences**

L'intention de l'enseignante est de créer une appétence pour les apports scientifiques.

Enregistrement et transcription du début de la séance de sciences n°1 (Annexe 2 « Transcription de la séance de sciences n°1 ») qui comporte le rappel oral par l'enseignante et les élèves de ce qui a été fait précédemment (interview du cuisinier, énoncé de ce que les élèves savent des fruits) et de ce qui est attendu dans le projet de mise en récit.

Nous disposons ainsi de la perspective donnée aux élèves dans les termes utilisés par l'enseignante.

- **Conduite d'une séquence de sciences portant sur la reproduction des plantes à fleurs**, avec apports de connaissances (concepts et lexique) et pratique d'une démarche d'investigation.

L'objectif principal de la séquence est de comprendre le mécanisme de fécondation qui aboutit à la genèse de fruits comportant des graines.

Lors de la séance 1, intitulée « D'où proviennent les fruits ? » les élèves travaillent individuellement. Lors de la séance 2, intitulée « Que faut-il pour qu'une fleur devienne un fruit ? », les élèves proposent des hypothèses individuelles puis rédigent par groupe leur protocole expérimental. Les cinq groupes sont constitués par l'enseignante et correspondent aux groupes de travail habituels destinés à favoriser l'entraide entre les élèves.

La séquence se termine par une évaluation des savoirs.

Tout au long de la séquence

Recueil des supports d'enseignement : documents distribués ou projetés aux élèves et mis à disposition sur le cahier multimédia. Ces documents sont présentés dans les figures 3 ; 6 à 9, 13 à 16 du paragraphe 1.2 de ce chapitre qui détaille les contenus de la séquence de sciences.

Pour la séance de sciences n°1 :

- *Enregistrement et transcription de la séance (Annexe 2 « Transcription de la séance de sciences n°1 »)*
- *Recueil des écrits des 18 élèves présents : Annexe 3 « Écrits des élèves réalisés lors de la séance de sciences n°1 ». Ces écrits contiennent les hypothèses pour répondre à la question « D'où proviennent les fruits que l'on mange ?, le protocole général pour répondre aux hypothèses et les dessins d'observation d'une fleur). Des extraits de ces écrits, représentatifs des productions de la classe, sont présentés dans les figures 2 ; 4 ; 5 du paragraphe 1.2 de ce chapitre afin de visualiser l'activité cognitive des élèves.*

Pour la séance de sciences n°2

- *Enregistrement et transcription de la séance (Annexe 4 « Transcription de la séance de sciences n°2 »)*
- *Recueil des productions écrites, par groupe d'élèves, réalisées sur une fiche décrivant la démarche suivie lors de la séance de sciences n°2 (Annexe 5 « Fiche de démarche de la séance de sciences n°2 ». Cette annexe contient la fiche vierge distribuée à chaque élève et*

une fiche remplie par chacun des 5 groupes de travail. En effet, l'enseignante avait prévu, en préparant la fiche, de faire réaliser des protocoles expérimentaux individuellement, mais elle a jugé, finalement, que les faire réaliser par groupe serait plus stimulant pour les élèves.

Des extraits de cette annexe sont présentés dans les figures 10 à 12 du paragraphe 1.2 de ce chapitre pour illustrer la démarche suivie en classe lors de la séquence de science.

Nous avons ainsi en notre possession les éléments de connaissances et de démarche que les élèves peuvent convoquer dans leur mise en récit.

Pour l'évaluation

Recueil des évaluations écrites réalisées cinq jours après la fin de la séquence (Annexe 6 : Évaluations pré-récit)

Il s'agit d'identifier les savoirs et démarches acquis consécutivement à l'enseignement.

- **Conduite d'une séance d'identification des paramètres d'un récit de fiction** avec une démarche d'enquête et la construction d'une intrigue policière.

Cette séance est menée entre les deux séances de sciences. La finalité indiquée par l'enseignante est que les élèves puissent intégrer avec pertinence des apports scientifiques réels pour rendre la fiction réaliste, comme dans un roman policier.

- *Recueil des supports d'enseignement (Ils sont présentés dans les figures 17 à 21 du paragraphe 1.3 de ce chapitre)*
- *Enregistrement et transcription de la séance (Annexe 7 « Transcription de la séance Roman policier »).*

Nous avons de cette manière accès aux composants du récit travaillés par les élèves.

- **Conduite de la séance de mise en récit, en groupe :**

Les cinq groupes de travail habituels sont constitués d'élèves disposant d'acquis langagiers et scientifiques différents. Ils associent des élèves qui, selon l'enseignante, ont des facilités de raisonnement et d'autres qui sont plus en difficulté. Le nombre d'élèves par groupe dépend de l'organisation spatiale des tables dans la classe.

Groupe A (4 élèves) :

Nei et Vad sont plutôt en réussite

Aya ne présente ni facilités ni difficultés particulières. Adi rencontre quelques difficultés langagières.

Groupe B (4 élèves) :

Mel est réfractaire aux sciences. Ser et Ili ont quelques difficultés de raisonnement. Ade est plutôt en réussite

Groupe C (2 élèves) :

Kha a plutôt des facilités de raisonnement et Zel a des difficultés langagières.

Groupe D (3 élèves) :

Mar est plutôt en difficulté, Mae et Kyl ne présente ni facilités ni difficultés particulières.

Groupe E (5 élèves) :

Zoe est plutôt en difficulté. Yel, Vic et Sim ne présentent pas de facilités ou difficultés particulières. Ant a des facilités de raisonnement.

La mise en place de ce travail par groupe vise l'installation d'un espace de discussion, au sens de Popper (1985), lieu d'argumentation scientifique. Un accompagnement au raisonnement est réalisé par l'enseignante au fur et à mesure de la construction de l'intrigue par les élèves.

Les recueils pour la recherche sont les suivants :

- *Enregistrement et transcription du lancement de la séance par l'enseignante (Annexe 8 « Transcription du lancement de séance de mise en récit »)*
- *Enregistrement et transcription des discussions menées dans chaque groupe d'élèves. (Annexe 9 A à E « Transcription des discussions lors de la mise en récit du groupe A/ B/ C/ D/ E »)*

Il s'agit, à partir de ces données qui sont centrales dans notre dispositif, d'analyser les processus qui permettent aux élèves de reconfigurer leurs connaissances, savoirs et démarches dans ce contexte. Un découpage des prises de paroles pour chaque groupe de la séance de mise en récit est réalisé par le chercheur pour identifier les moments d'ajustement scientifiques portant sur des connaissances mais aussi des éléments de démarche scientifique, des ouvertures vers des expérimentations contrôlées (test de fécondation). Ces éléments permettront de sélectionner des extraits à analyser sous l'angle des apports scientifiques que les élèves convoquent dans leurs échanges et réinjectent ou non dans leur récit. Nous calons notre séquençage et notre analyse sur les savoirs et démarches scientifiques visés dans les enseignements et identifions quelles traces écrites du cours viennent en soutien de certaines étapes de la mise en récit.

- **Rédaction par les élèves de leur récit en groupe**

Recueil des cinq textes écrits par chaque groupe d'élèves (Annexe 10 « Récits policiers produits par chaque groupe »).

Nous pourrions repérer dans les récits produits les éléments scientifiques réinjectés, savoirs ou démarches, dans l'articulation à la narration.

- **Évaluation post-récit portant sur la notion de fécondation**

Recueil des évaluations réalisées à l'issue de la mise en récit (Annexe 11 « Évaluations post-récit »).

Les acquisitions des élèves sont caractérisées après la mise en récit. Les savoirs déjà acquis lors de l'évaluation précédente de fin de séquence et ceux qui ne l'étaient pas dans cette évaluation, sont mis en évidence à travers les représentations graphiques et les formulations personnelles des élèves.

1.1.2 Synthèse des séquences et des recueils associés

Le tableau 1, ci-après, présente sous une forme synthétique, la chronologie des séquences d'enseignement accompagnées de la justification des choix didactiques, ainsi que les recueils de données de la recherche. Il permet de visualiser l'articulation des apports scientifiques aux moments de préparation et de réalisation du récit.

La séquence de classe et sa justification didactique	Les tâches confiées aux élèves	Le recueil des données pour la recherche
<p>Séance de découverte des fruits menée par le cuisinier (03/06/2021)</p> <p><i>Prise d'appui sur l'environnement proche des élèves pour entrer progressivement dans le sujet d'étude à partir de leur vécu.</i></p>	<p>Interview spontanée du cuisinier par les élèves portant sur l'usage des fruits en cuisine, leur goût, leurs apports alimentaires.</p>	<p><i>Séance menée uniquement oralement qui ne donne pas lieu à un écrit ni à un recueil de données pour notre recherche.</i></p>
<p>Recueil de représentations (le 04/06/2021)</p> <p>« Que savez-vous des fruits ? »</p> <p><i>Émergence des éléments de connaissances des élèves pour faire apparaître un questionnement scientifique.</i></p> <p>À la fin du partage et de la confrontation des représentations, annonce par l'enseignante du problème scientifique qui sera traité : « D'où proviennent les fruits »</p>	<p>Production de textes courts individuels accompagnés de dessins où les élèves explicitent ce qu'est un fruit pour eux.</p> <p>Les conceptions émergentes sont induites par la situation de découverte précédente présentant les fruits en tant qu'aliments sucrés ou non, sources de vitamines, leur structure en vocabulaire commun : les textes se font l'écho de ces aspects.</p> <p>Les dessins illustrent la diversité des fruits.</p>	<p>Recueil des productions écrites des 17 élèves présents (1 absent : Ser).</p> <p><i>Annexe 1 : Représentations des élèves portant sur les fruits, avant la séquence de sciences</i></p> <p>Les élèves abordent des contenus alimentaires, gustatifs, nutritifs, contextualisés par l'interview du cuisinier. Certains élèves font apparaître la présence de graines ou pépins.</p>

<p><u>1^{ère} Séance de sciences sur la reproduction des plantes à fleurs</u> (11/06/2021) :</p> <p>Annnonce du projet de rédaction d'un récit policier prenant appui sur les découvertes scientifiques à propos des fleurs et des fruits.</p> <p><i>Mise en perspective du projet global visant à stimuler l'intérêt des élèves pour les apports scientifiques</i></p> <p>Questionnement à partir de photos présentant l'évolution d'une fleur :</p> <p><i>Genèse du problème d'origine du fruit</i></p> <p><i>Sollicitation à trouver des éléments pouvant servir à l'enquête.</i></p>	<p>Question d'explicitation sur le projet</p> <p>Activation du problème « D'où proviennent les fruits ? »</p> <p>À partir des observations de photos, identification du problème :</p> <p>« Le fruit provient-il de la transformation d'une fleur ? »</p> <p>Investigation par dissection, dessin de l'anatomie d'une fleur de lis.</p> <p>Identification de premiers éléments pouvant servir à l'enquête.</p>	<p>Enregistrement et transcription de la séance 1 de science d'une durée d'1h15. <i>Annexe 2 : Transcription de la séance de sciences n°1</i></p> <p>Recueil des productions des 18 élèves présents. <i>Annexe 3 : Écrits des élèves réalisés lors de la séance de sciences n°1</i></p>
<p><u>Séance sur les étapes et le vocabulaire d'un roman policier</u> (14/ 06/ 2021)</p> <p><i>Appropriation des paramètres du récit de façon à les dominer avant la séance de mise en récit par les élèves.</i></p>	<p>Identification de la chronologie des événements et des composants d'un récit policier</p>	<p>Enregistrement et transcription de la séance en maîtrise de la langue. <i>Annexe 7 : Transcription de la séance « Roman policier » (Données recueillies par l'enseignante).</i></p>

<p>2^{ème} séance de sciences (18/ 06/ 2021) :</p> <p>Approfondissement des mécanismes biologiques à d'origine du fruit</p> <p><i>Caractérisation du mécanisme de fécondation grâce à des expérimentations</i></p>	<p>Traitement du problème : « Que faut-il pour qu'une fleur devienne un fruit ? »</p> <p>Propositions par groupes d'élèves de protocoles expérimentaux, analyse de comptes-rendus scientifiques de fécondation, identification, grâce à des illustrations, des facteurs de pollinisation et des étapes de vie d'une plante à fleurs</p>	<p>Enregistrement et transcription de la séance 2 d'une durée de 1h15 (<i>Annexe 4 : Transcription de la séance de sciences n°2</i>)</p> <p>Recueil de cinq productions écrites d'élèves : 1 production réalisée par chaque groupe (<i>Annexe 5 : Fiche de démarche de la séance de sciences n°2</i>)</p>
<p>Tout au long des séances portant sur les sciences et le récit policier, nous avons recueilli les supports d'enseignement (diaporama de l'enseignante, documents distribués aux élèves, photos de traces collectives réalisées au tableau.). Ces supports sont intégrés dans les paragraphes 1.2 et 1.3 de ce chapitre qui décrivent dans le détail les séances en question.</p>		
<p>Évaluation pré-récit (24/ 06/ 2021)</p>	<p>Annotation du schéma d'une fleur avec le lexique lié à la reproduction ;</p> <p>Reconstitution des étapes chronologiques du cycle de vie d'une plante à fleurs ;</p> <p>Reconstitution d'un texte explicatif à trous portant sur la compréhension du mécanisme de fécondation</p>	<p>Recueil des évaluations des 17 élèves présents portant sur fleurs et fruits avant la mise en récit. Les contenus portent sur l'anatomie d'une fleur, le cycle de vie d'une plante à fleurs, et le problème fonctionnaliste de la fécondation. <i>Annexe 6 : Évaluations pré-récit</i></p>
<p>Séance d'écriture du récit policier par chacun des 5 groupes précédemment constitués, de 2 à 5 élèves (28/ 06/ 2021)</p>	<p>Débats de groupe pour identifier les composants et l'intrigue en appui sur les connaissances scientifiques</p>	<p>Enregistrement du début de séance enclenchée par l'enseignante (<i>Annexes 8 : Transcription du lancement de séance de mise en récit</i>) et des travaux</p>

		de groupe (<i>Annexe 9 : Transcription des discussions lors de la mise en récit du groupe A/ B/ C/ D/ E</i>) Recueil des 5 récits produits (un par groupe). <i>Annexe 10 : Récits policiers produits par chaque groupe</i>
Évaluation post-récit (29/ 06/ 2021)	Restitution des acquisitions : « Fais un schéma annoté des différentes parties d'une fleur qui possède des organes mâles et des organes femelles » « Écris un petit texte (accompagné de schémas si tu le souhaites) pour expliquer la fécondation d'une fleur. » « A ton avis, une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? »	Recueil des évaluations des évaluations des 17 élèves présents, portant sur fleurs et fruits après la mise en récit. (Portant sur l'anatomie d'une fleur et la fécondation) <i>Annexe 11 : Évaluations post-récit</i>

Tableau 1 : Synthèse chronologique des séquences d'enseignement et des recueils de données

1.1.3 Focalisation de la recherche sur la mise en récit

- *Identification des dimensions constitutives de la narration conceptualisante pour guider l'analyse*

De façon à pouvoir mettre à l'épreuve nos hypothèses portant sur la reconfiguration des connaissances et des savoirs et sur l'engagement des élèves, nous avons voulu clarifier ce que représente la mise en récit pour les élèves dans notre dispositif. Nous avons identifié trois dimensions constitutives de la narration conceptualisante en y caractérisant la place des élèves en regard de celle de l'enseignant (Tableau 2). Cette identification

constitue ainsi une première étape pour formuler ensuite les questions d'un guide d'entretien des élèves afin d'analyser ce qui se joue dans le dispositif proposé. (La réalisation du guide et la formulation des questions sont détaillés dans le paragraphe suivant).

Dimensions	Intentions des acteurs à travers ce dispositif	Processus de conceptualisation activé lors de la mise en récit Activité cognitive pendant les échanges de groupe : Construction de la signification scientifique à l'aide de l'argumentation et de la reconfiguration, dans le contexte de la narration, des connaissances, des savoirs et des démarches scientifiques	Les caractéristiques des récits produits : Texte donnant du sens aux savoirs et démarches dans le monde fictionnel. Texte cohérent du point de vue narratif en appui sur des contenus scientifiques ajustés au problème scientifique (mécanisme de reproduction)
Pour l'enseignant	L'enseignant mobilise le dispositif didactique d'appui (narration conceptualisante) pour mener aux apprentissages scientifiques	La maîtrise des démarches, des savoirs et des raisonnements mobilisés pour les construire constitue l'objectif de l'enseignant	Le texte du récit produit constitue un outil didactique pour l'enseignant
Pour les élèves	Les élèves mobilisent les ressources apprises (portant sur les sciences et la narration) pour produire un récit cohérent (réaliste, scientifiquement fondé, agréable à lire)	L'appropriation des démarches, des savoirs et des raisonnements mobilisés pour les construire constitue pour les élèves un moyen au service de l'élaboration de l'histoire	La rédaction du texte du récit par les élèves constitue la finalité de leur travaux

Tableau 2 : Les dimensions du processus de narration conceptualisante

- **Conduite d'entretiens individuels**

Après la séance de mise en récit, ces entretiens ont été menés avec deux élèves des groupes A, C, D et un élève du groupe B. Les élèves retenus pour les entretiens ont été choisis par l'enseignante parce qu'ils manifestent des profils différents. Des contraintes de temps n'ont pas permis d'entendre des élèves du groupe E.

Groupe A : Nei est plutôt en réussite et Aya ne présente ni facilités ni difficultés particulières.

Groupe B : Mel est réfractaire aux sciences.

Groupe C : Kha est plutôt en réussite et Zel plutôt en difficulté.

Groupe D : Mar est plutôt en difficulté et Mae ne présente ni facilités ni difficultés particulières.

Un guide d'entretien a été construit pour saisir ce qui s'est joué en termes d'apprentissage scientifique et d'engagement (*Annexe 12 « Guide d'entretien »*). Les dimensions précédemment identifiées (tableau 2) ont pointé que le récit représente pour les élèves la finalité de leur travail, le processus de conceptualisation lors la mise en récit représentant un moyen pour y accéder. Nous avons ainsi formulé des questions pour approfondir la manière avec laquelle les élèves ont perçu leur immersion dans la narration conceptualisante et ses effets, en particulier sur les apprentissages scientifiques. Les questions s'organisent selon six domaines qui ont émergé des recherches théoriques menés dans la partie 1. Nous avons mis en évidence ces domaines par un code couleur : **domaine de l'affect**, **domaine de la mise en récit**, **domaine scientifique**, **domaine du sentiment de compétence**, **domaine de l'autodétermination**, **domaine du sens de la situation**.

Les enregistrements des entretiens avec les élèves ont été transcrits et reportés :

Annexes 13 A : « Entretien avec des élèves du groupe A, Nei et Aya »

Annexes 13 B : « Entretien avec des élèves du groupe B, Mel »

Annexes 13 C : « Entretien avec des élèves du groupe C, Kha et Zel »

Annexes 13 D : « Entretien avec des élèves du groupe D, Mae et Mar »

Les six domaines du guide d'entretien sont visualisés de la même manière. Ces entretiens, donnent la possibilité aux élèves d'explicitier ce qui s'est passé lors de la mise en récit. Ils permettent d'interroger les manières avec lesquelles ils ont mobilisé leurs connaissances personnelles, ont activé les éléments de savoirs scientifiques et également la façon dont ils ont vécu cette approche.

Pour comprendre comment l’articulation des séances de sciences et d’identification des composantes et de la dynamique d’un récit d’enquête, ont contribué à conceptualisation dans la phase de mise en intrigue, nous allons à présent détailler les contenus et modalités des différentes phases de la mise en œuvre du dispositif didactique et les raisons qui ont présidé à cette organisation. La séquence de sciences est présentée dans le paragraphe 1.2, celle portant sur le roman policier est exposée dans le paragraphe 1.3 de ce chapitre.

1.2 Démarche et supports de la séquence de sciences

Les principaux moments de la séquence de sciences, qui peuvent être convoqués par les élèves au cours de la conception de leur intrigue, sont détaillés ci-dessous.

1.2.1 Première séance de sciences (S1)

La transcription de l’enregistrement de cette séance est présentée en annexe 2 : « Transcription de la séance de sciences n°1 ». La description de la séance ci-dessous fait apparaître des extraits de cette transcription sous la forme suivante :

Tour de parole	Interlocuteur	Énoncé de la prise de parole
----------------	---------------	------------------------------

a- Annonce par l’enseignante du projet de réalisation d’une enquête policière :

1	Enseignante	Je vais vous expliquer comment on va travailler pendant les prochaines séances de sciences. En cherchant à comprendre ce qu’est un fruit, on va découvrir de nouvelles connaissances. Et ce qu’on aura découvert, on va l’utiliser pour raconter une histoire
2	Élève a	Ouais !
3	Enseignante	Vous allez donc inventer une histoire où il faudra résoudre une énigme. Comme dans un roman ou un film policier.
4	Élève b	Yess !

b- Rappel de ce qui a été vu précédemment : aspects alimentaires des fruits et amorce du questionnement scientifique.

24	Enseignante	Alors, à la dernière séance de sciences qu’est-ce qu’on s’était demandé ?
25	Élève o	Ce qu’on savait sur les fruits.
26	Élève p	Ce qu’ils nous apportaient.
27	Enseignante	Oui, donc ça, Laurent, notre cuisinier, il nous avait aidé à répondre. Et certains d’entre vous avaient fait des remarques intéressantes. Par exemple : « <i>Il y a des fruits qui sont des fleurs avant de devenir des fruits.</i> » ou bien « <i>Comment les graines du fruit se créent ?</i> »

c- **Propositions d'hypothèses pour répondre au questionnement scientifique : D'où proviennent les fruits ?**

28	Enseignante	Alors, aujourd'hui, on va se demander d'où viennent les fruits, comment ils se forment ? Et pour comprendre ça, on va utiliser une démarche comme des scientifiques.
----	-------------	--

L'enseignante distribue une feuille aux élèves pour qu'ils notent le questionnement initial et leurs hypothèses ([Annexe 3 « Écrits des élèves réalisés lors de la séance de sciences n°1 »](#))

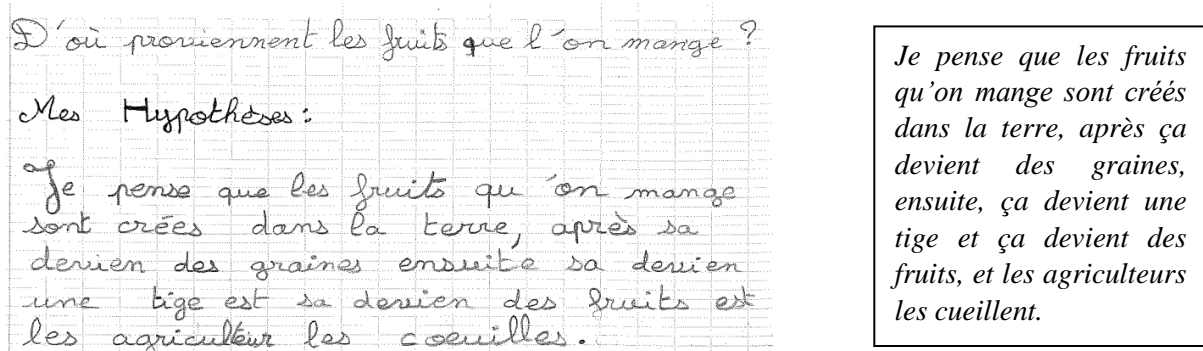


Fig. 2 : Extrait, à titre d'exemple, du début de l'écrit réalisé par Ili en séance de sciences n°1 et transcription de son texte

Puis, l'enseignante projette le document suivant pour identifier des pistes de réflexion :



Fig. 3 : Des photos suggérant la transformation d'une fleur de fraisier en fraise

Après l'observation et la description collective par les élèves de ces photos présentant la transformation de la fleur de fraisier, les élèves constatent que le fruit semble provenir du cœur de la fleur. Une problématique à résoudre est donc identifiée : « *Le fruit provient-il de la transformation d'une fleur ?* »

L'enseignante demande aux élèves d'écrire ce problème à la suite de leurs hypothèses, ainsi que les étapes du protocole global qu'ils décident ensemble de suivre pendant les différentes séances, pour résoudre ce problème.


Le fruit provient-il de la transformation d'une fleur ?

Protocole:

- 1: Observer une plante dans le temps pour voir quand apparaît le fruit.
- 2: Identifier les parties d'une fleur pour voir ensuite laquelle vont donner les différents parties du fruit.
- 3: Chercher comment les fleurs peuvent donner un fruit.

Fig. 4 : Protocole global collectif rédigé pour répondre au problème : « Le fruit provient-il de la transformation d'une fleur ? »

La suite de la séance va consister à traiter le point 1 en identifiant les différentes parties d'une fleur de lys pour pouvoir préciser ensuite quelles sont les parties à l'origine de la formation du fruit.



Vous allez dessiner le mieux possible toutes les parties de la fleur (on les nommera ensemble après). Attention, les petits grains jaunes (pollen) sont très collants et salissants.

Vous ferez un autre dessin de la partie centrale ouverte

Texte des annotations du dessin de Zoe :

- Etamine
- Stigmate
- Pollen
- Pétale
- Ovaire
- Style

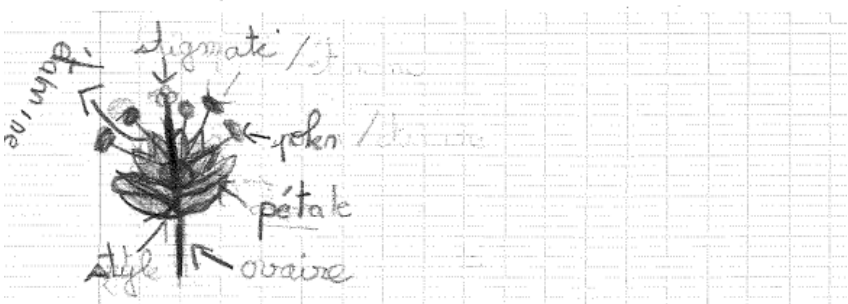


Fig. 5 : Dessin annoté de Zoe (Annexe 3-14), à titre d'exemple.

Au cours de l'activité de dessin, l'enseignante projette une photo des différentes parties isolées pour que les élèves identifient ce qu'il y a à dessiner. Mais ils ne doivent pas les séparer sur leur dessin.



Fig. 6 : Photo des différentes parties d'une fleur de lys

Les élèves utilisent ensuite un document projeté qui montre une photo de fleur annotée avec le lexique scientifique. Ils peuvent ainsi légènder leur dessin.

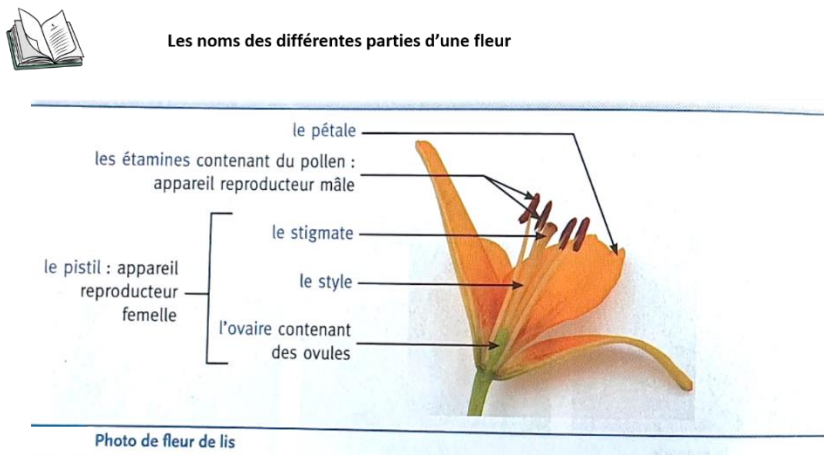


Fig. 7 : Lexique des parties d'une fleur de lys (Cahier de la luciole, CM1, Hatier, 2017)

Un schéma de synthèse leur est fourni dans le cahier multimédia. Il tient lieu de trace écrite.

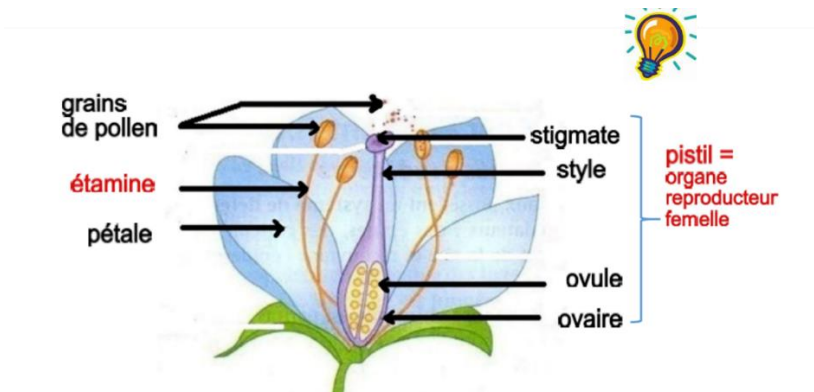


Fig. 8 : Schéma de synthèse des parties d'une fleur bisexuée

d- Synthèse des éléments pouvant servir à l'enquête

L'enseignante invite les élèves, de manière collective, à énoncer de quoi ils pourraient se servir pour construire leur enquête.

42	Enseignante	Alors, avec tout ce qu'on a découvert, de quoi on pourrait se servir pour notre enquête ?... Pour faire des indices par exemple ? Qu'est-ce qui pourrait-être intéressant dans notre enquête ?.... Est-ce que par exemple, la fleur que vous avez, elle ressemble à celles qu'on avait vues avant ?
43	Élève a	Non
44	Élève i	C'est pas les mêmes pétales
45	Élève c	C'est pas la couleur, pas la même forme.
46	Élève e	Elles vont pas toutes faire le même fruit. Par exemple celles du citronnier elles vont faire des citrons, et celles de fraisiers elles vont faire des fraises.
47	Enseignante	D'accord, donc il existe des fleurs différentes. Alors, si elles sont différentes, est-ce que c'est possible de bien les reconnaître et de les distinguer.
48	Élève n	Oui, par leur couleur
49	Élève j	Par leur ADN !
50	Élève p	Leur aspect ...
51	Enseignante	D'accord, à leur apparence. Et ça peut nous apporter quelque chose ou pas dans notre enquête ?
51	Élève o	Ben oui. Pour faire des indices
53	Enseignante	D'accord. Par exemple, si on trouve des fleurs de pommier du jardin de l'école sur moi, et qu'il y a eu un meurtre sous le pommier, on va me suspecter. Après, quand vous avez manipulé et observé les fleurs, il y a pas quelque chose qui faisait des tâches ?
54	Élèves	Si ! Le pollen !!
55	Enseignante	Alors, comment ça peut vous aider ça ?
56	Élève m	le suspect, il peut laisser des traces de pollen.
57	Enseignante	D'accord. C'est bien, vous avez déjà des idées pour votre enquête policière. On continuera la semaine prochaine.

1.2.2 Deuxième séance de sciences (S2)

La transcription de l'enregistrement de cette séance est présentée en annexe 4 « Transcription de la séance de sciences n°2 ». La description de la séance ci-dessous fait apparaître des extraits de cette transcription sous la forme suivante :

Tour de parole	Interlocuteur	Énoncé de la prise de parole
----------------	---------------	------------------------------

a- Réactivation de la structure et du lexique de l'anatomie d'une fleur

L'enseignante demande aux élèves de réaliser un dessin de fleur de lis et de l'annoter.

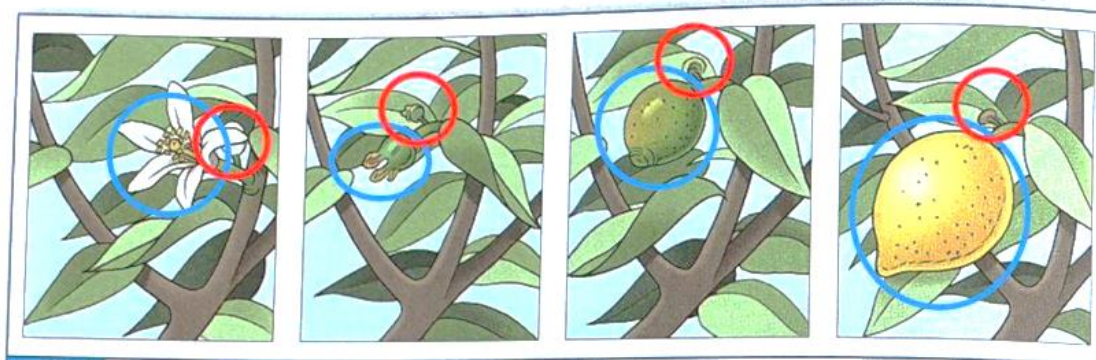
1	Enseignante	Alors, on va essayer de se souvenir de ce qu'on a appris la fois dernière, vous allez dessiner la fleur qu'on avait disséquée et vous allez noter les mots dont vous vous souvenez.
---	-------------	---

Le schéma de synthèse vierge, (correspondant à la figure 8 sans le lexique) est projeté. Certains élèves viennent l'annoter au tableau à l'aide d'étiquettes. Une fois le lexique validé, le schéma annoté est distribué sous la forme d'un document papier pour être collé dans le cahier et être mémorisé.

b- Poursuite de la recherche portant sur l'origine des fruits

3	Enseignante	Alors, on va continuer à réfléchir à notre problème qui était « Le fruit provient-il de la transformation d'une fleur ? ». Sur cette image, qu'est-ce qu'on voit ?
---	-------------	--

Pour identifier des éléments de réponse et pour faire préciser le problème, l'enseignante projette le dessin suivant et fait émerger que toutes les fleurs ne se transforment pas forcément en fruit.



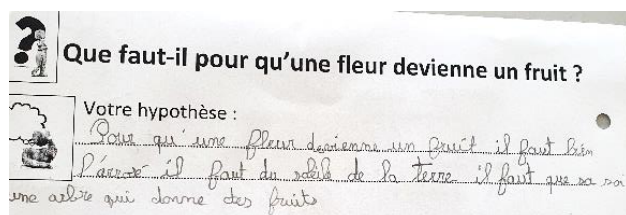
Un rameau de citronnier à différents moments de l'année.

Fig. 9 : Dessin suggérant la transformation d'une fleur de citronnier en citron (Cahier de la luciole, CM1, Hatier, 2017)

Ainsi, un problème plus précis est formulé :

30	Enseignante	Donc, aujourd'hui, ce qu'on va chercher, c'est ce qu'il faut pour qu'une fleur devienne un fruit. <i>Que faut-il pour qu'une fleur devienne un fruit ?</i> Je vous laisse 5 minutes pour que vous écriviez au crayon de bois vos hypothèses.
----	-------------	---

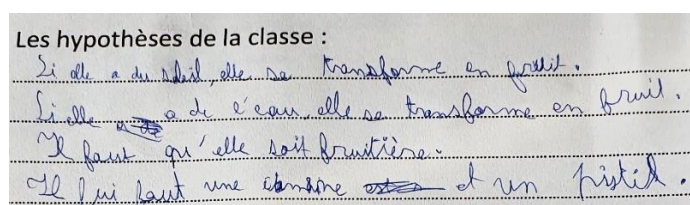
L'enseignante distribue une fiche (Annexe 5 « Fiche de démarche de la séance de sciences n°2 ») où les élèves vont, dans un premier temps, proposer une hypothèse personnelle.



Transcription de l'écrit de Zoe ci-contre :
Pour qu'une fleur devienne un fruit, il faut bien l'arroser, il faut du soleil, de la terre. Il faut que ce soit un arbre qui donne des fruits.

Fig. 10 : Partie « hypothèse personnelle » de la fiche de protocole de Zoe

Puis les élèves échangent ensemble et proposent d'autres hypothèses qui sont écrites sur la fiche :



Transcription de l'écrit de Aya ci-contre :
*Si elle a du soleil, elle se transforme en fruit.
 Si elle a de l'eau elle se transforme en fruit.
 Il faut qu'elle soit fruitière.
 Il faut une étamine et un pistil.*

Fig. 11 : Hypothèses collectives pour répondre à la question « Que faut-il pour qu'une fleur devienne un fruit ? »

L'enseignante indique que les deux premières hypothèses correspondent à des conditions pour faire pousser une plante mais pas pour trouver l'origine du fruit. Elle signale que la troisième hypothèse revient à se demander si l'espèce de plante peut donner des fruits. Après discussion collective, la quatrième hypothèse va être retenue et reformulée.

45	Enseignante	OK. Donc il faut qu'elle ait toutes ses parties, pistil, étamines... Et bien on pourrait aller chercher, précisément quelles parties pourraient se transformer . Alors qu'est-ce qu'on pourrait faire ? Dans une expérience, quand on prive de quelque chose, on voit ce qui se passe et l'effet de ce qu'on a privé. Par exemple, si on prive la plante de soleil et qu'elle ne pousse pas, qu'est-ce que ça veut dire ?
46	Ant	Qu'elle avait besoin de soleil pour pousser.

Nous pouvons noter que l'enseignante initie une recherche des raisons qui amènent à penser que le résultat ne peut être autrement. Elle enclenche ainsi la construction d'un savoir apodictique.

Ainsi, l'enseignante propose aux élèves de mener une investigation par expérimentation pour répondre à la question « Comment savoir si un élément est nécessaire à la création d'un fruit ? » (Phrase notée dans la fiche). Elle demande alors aux élèves de dessiner par groupe, un

protocole expérimental. Elle décide en effet de réaliser cette étape en groupe (dans le cadre initialement nommé « Ce que moi je pense ») pour stimuler les idées.

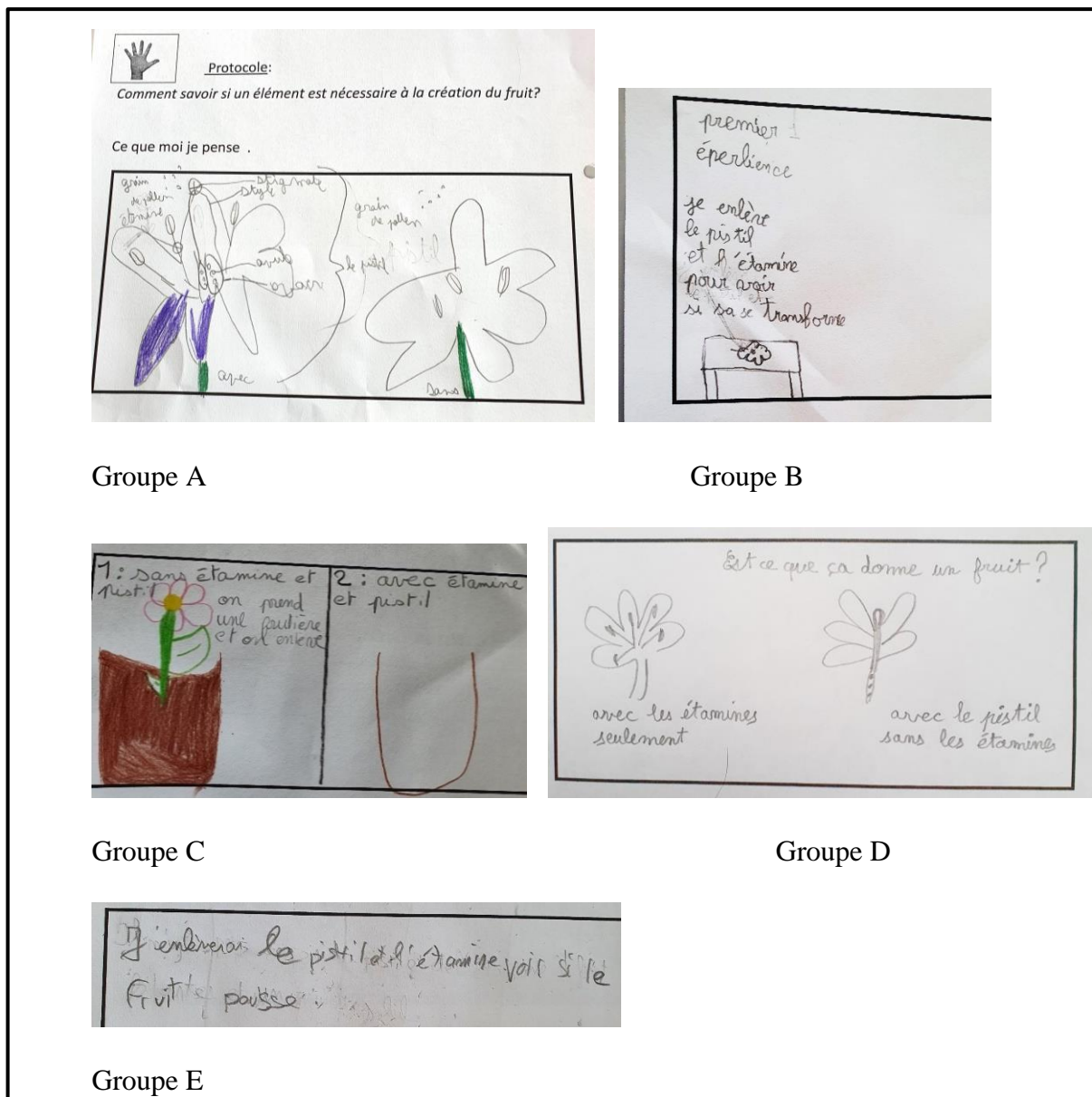


Fig. 12 : Protocoles proposés par les cinq groupes pour répondre à la question : « Comment savoir si un élément est nécessaire à la création du fruit ? »

En exploitant leurs idées collectivement, l'enseignante relève les méthodes proposées : nécessité d'enlever les parties dont on veut montrer le rôle, importance de les enlever une à la fois pour savoir laquelle ou lesquelles sont réellement impliquées.


52	Enseignante	Alors, certains ont proposé que, pour être sûr qu'on avait besoin des étamines et du pistil pour faire un fruit, on allait les enlever. Alors si on les enlève et que la fleur se transforme en fruit, qu'est-ce que ça veut dire ?
53	Yel	Ben qu'ils sont pas utiles pour la formation du fruit.

54	Enseignante	OK. Alors, il y en a qui ont proposé d'enlever les deux en même temps. Est-ce que vous êtes tous d'accord avec ça ?
55	Nei	Ben on peut faire : on enlève que l'étamine ou on enlève que le pistil.
56	Enseignante	Et qu'est-ce que ça apporte de plus de faire comme ça ?
57	Nei	Ben c'est pour savoir ce qui se passe quand on enlève que l'étamine ou bien que le pistil.


L'enseignante indique que des botanistes ont procédé de manière analogue à leurs propositions. Un compte-rendu d'expérience, réalisé par ces experts, est alors soumis à leur analyse (Fig. 13).

60	Enseignante	Alors voici l'expérience qui a été effectuée par des botanistes. Je vais vous présenter l'expérience et je vais vous laisser quelques minutes pour essayer de comprendre ce qui a été fait. Et vous me direz ce que vous avez compris pour répondre à notre hypothèse : « Est-ce que c'est le pistil ou les étamines, ou les deux ou d'autres choses qui sont nécessaires à la transformation de la fleur en fruit ».
----	-------------	---

Voici une expérience effectuée par les spécialistes des plantes: les botanistes
Qu'en déduis-tu?




1 Fleur épanouie



Le pistil se transforme en fruit . Celui-ci contient un noyau s'il n'y avait qu'un seul ovule. S'il y avait plusieurs ovules, le fruit comporte plusieurs des graines ou pépins (selon l'espèce de fleur).

2 Fleur non mûre


- suppression des étamines
- pistil entouré de gaze



Le pistil ne se transforme pas en fruit.
La fleur meurt

3 Fleur non mûre

- suppression des étamines
- pistil entouré de gaze
- dépôt de pollen sur le pistil



Le pistil se transforme en fruit . Celui-ci contient un noyau s'il n'y avait qu'un seul ovule. S'il y avait plusieurs ovules, le fruit comporte plusieurs des graines ou pépins (selon l'espèce de fleur).

Fig. 13 : Compte-rendu d'expérience de fécondation d'une fleur bisexuée

L'enseignante va mener un questionnement conduisant les élèves à trouver les raisons de ce qui fonde le résultat de leur raisonnement de façon à mettre en place un savoir apodictique, qui ne peut pas être autrement.

65	Enseignante	[...] Troisième expérience, ils ont fait d'autres choses et ils nous disent ce qui se passe. À vous de dire ce que vous en déduisez. Vous pouvez en discuter en groupe.
----	-------------	---

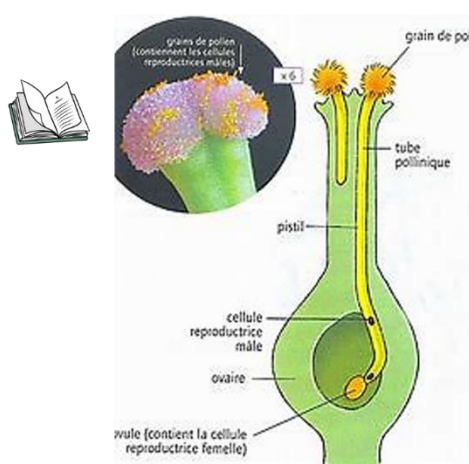
66	Aya	Si on entoure le pistil de gaze et qu'on enlève les étamines, il n'y a pas de fruit. Mais si on fait la même chose et qu'on rajoute du pollen, le pistil devient un fruit
67	Nei	Donc ça veut dire qu'il faut le pistil, les étamines.
68	Enseignante	Et quoi exactement de l'étamine ? C'est quoi la partie importante ?
69	Ade	Du pollen.

À partir de l'analyse de ce document, les élèves concluent que c'est le contact entre le pollen et le pistil qui va déclencher la transformation de la fleur en fruit. L'apparition des graines est précisée grâce au schéma.

82	Enseignante	Il y a une chose qu'on n'a pas précisé sur le schéma. Quand il y a plusieurs ovules on va obtenir plusieurs graines. Comme les pépins dans la pomme. Mais quand on n'a qu'un seul ovule, ça va donner quoi ?
83	Ili	Un noyau

Le mécanisme de fécondation est illustré par un schéma de synthèse et il est expliqué oralement par une discussion entre l'enseignante et les élèves. Un texte à trous joutant ce schéma est complété avec le lexique attendu par l'enseignant, et tient lieu de trace écrite à retenir.

A l'aide de l'expérience précédente et de cette image, explique ce qu'est la fécondation.



On appelle **fécondation** la rencontre d'un grain de **pollen** et d'un **ovule**. Cette fécondation va déclencher la transformation de l'ovaire en **fruit** et de l'ovule en **graine** (ou noyau)

Fig. 14 : Schéma et trace écrite du mécanisme de fécondation

L'extrait de l'annexe 4 ci-dessous rend compte de l'explicitation du schéma qui permet de compléter le texte de la trace écrite.

84	Enseignante	Alors maintenant on va noter ce que l'on va retenir sur « Comment une fleur se transforme en fruit ? » Donc on va compléter ce petit texte à trous. Alors comment on appelle la rencontre de ces différents éléments dans la fleur, est-ce que vous le savez ?
----	-------------	--

85	Mar	Non
86	Enseignante	Alors, ça s'appelle la fécondation. Donc la fécondation c'est la rencontre d'un grain de pollen et de quoi d'autre ? Regardez bien sur cette photo. Le pollen il se pose ici, il forme un tube pour aller jusqu'où ?
87	Ade	Pistil
88	Enseignante	Alors le tube descend le long du pistil et il va jusqu'où ?
89	Yel	L'ovule
90	Enseignante	Voilà ! La fécondation c'est cette rencontre entre le grain de pollen et l'ovule. Et du coup, cette fécondation va déclencher la transformation de l'ovaire en quoi ?
91	Nei	Un fruit !
92	Enseignante	OK. Et à l'intérieur, les ovules, ils vont devenir quoi.
93	Kha	Des graines.

c- La pollinisation et le cycle de vie d'une plante à fleur

Une fois le rôle du pollen identifié, une nouvelle question est introduite « Comment le pollen se déplace-t-il jusqu'au pistil ? »

102	Enseignante	[...] Alors, dans la nature, il n'y a pas quelqu'un qui vient mettre le pollen sur les fleurs. Je vous projette ce dessin et vous allez me dire, à votre avis, comment le pollen peut se déplacer jusqu'au pistil ?
-----	-------------	---

L'observation d'une illustration projetée (Figure 15) permet aux élèves de proposer des réponses portant sur le vent, les insectes.

A l'aide de ce dessin, indique quelles peuvent être les moyens de pollinisation (dispersion du pollen sur les fleurs)



Fig. 15 : Illustration portant sur la pollinisation des fleurs (Cahier de la luciole, CM1, Hatier, 2017)

Un élève pose une question complémentaire :

107	Aya	Mais, est-ce que tous les pollens se ressemblent ?
-----	-----	--

L'enseignante précise :

108	Enseignante	Les pollens des différentes fleurs, n'ont pas tous la même couleur, ni la même taille, ni la même forme. Donc tous les pollens ne peuvent pas féconder toutes les fleurs. Le pollen d'une fleur féconde une fleur de son espèce. Mais il y a sans doute des choses plus compliquées. Oui, Maé ?
-----	-------------	---

Un élève, Mae, apporte un élément de réponse en appui sur des recherches individuelles spontanées qu'il a faites entre les séances, et l'enseignante acquiesce.

109	Mae	J'ai lu aussi que les pollens ils ont aussi des ADN différents.
110	Enseignante	D'accord, c'est intéressant.

La discussion n'ira pas plus loin, mais cette intervention apporte un élément supplémentaire pour indiquer que les pollens de fleurs distinctes sont différents.

d- Cycle de vie d'une plante à fleurs

Enfin, il s'agit de reconstituer la chronologie d'apparition des différentes structures, dont fleurs, fruits, graines, plantule, plante adulte, dans le cycle de vie d'une plante à fleurs. L'activité des élèves en classe consiste à placer individuellement les étiquettes des transformations ou phénomènes (en orange) face aux flèches qui conviennent et celles des structures (mots en script noir) face aux illustrations qui correspondent. La validation se fait collectivement au tableau.

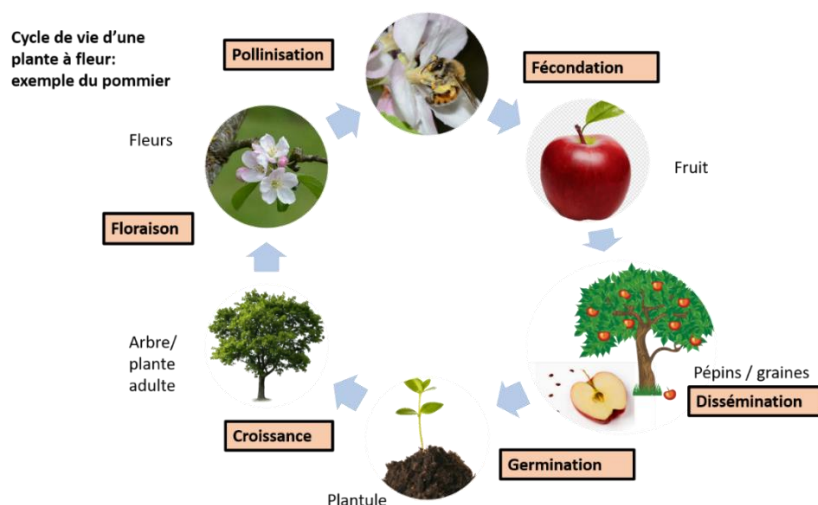


Fig. 16 : Cycle de vie d'une plante à fleur

1.2.3 Les évaluations des élèves

Les évaluations pré-récit

Dans l'évaluation précédant la séance de mise en récit (Annexe 6), un premier exercice consiste à annoter les structures anatomiques du schéma expert (Fig. 8). Dans la question 2, les élèves doivent numéroter dans l'ordre chronologique les étapes de développement d'une plante à fleurs en réactivant les apports du schéma du cycle de vie (Fig. 16). Pour la troisième question, les contenus portant sur la fécondation sont évalués sous forme de texte à trous : il reprend les apports de cours du compte-rendu d'expériences (Fig. 13), et du texte de trace écrite bilan (Fig. 14). Les élèves doivent choisir les mots justes pour compléter les phrases et ainsi reconstituer l'explication du mécanisme de fécondation. La liste donnée est celle-ci : *fécondation, pollen, sexuée, pistil, étamines, graine, ovules, fruit, femelle, pollinisation*. L'emplacement attendu des mots est signalé en gras dans le texte :

*Les **étamines** sont les organes reproducteurs mâles de la plante, elles portent les grains de **pollen**. Le pistil est l'organe reproducteur **femelle**. La base du **pistil** est l'ovaire qui contient des **ovules**. Avec la pollinisation, les grains de pollen descendent dans le pistil. Si un grain de pollen rencontre un ovule, il y a **fécondation** et formation d'une **graine**. Après la fécondation, la graine grossit et la paroi de l'ovaire s'épaissit : un nouveau **fruit** contenant des graines se forme. La reproduction des plantes à fleurs est une reproduction **sexuée**, car elle fait intervenir des cellules mâles et femelles.*

Les évaluations post-récit (Annexe 11)

Dans l'évaluation qui a suivi la séance de mise en récit, les élèves devaient réaliser eux-mêmes un schéma anatomique annoté :

« Fais un schéma annoté des différentes parties d'un fleur qui possède des organes mâles et des organes femelles. »

L'enseignant veut, de cette façon, identifier si les élèves ont retenu la localisation, la forme et le nom des structures anatomiques.

Les élèves ont ensuite à expliquer eux-mêmes le concept de fécondation en répondant à la question : « *Écris un petit texte (accompagné d'un schéma si tu le souhaites) pour expliquer la fécondation d'une fleur* ». Il s'agit ici de repérer si les élèves se sont appropriés le mécanisme de fécondation et s'ils sont capables de le reformuler.

Notre modèle interrogeant la capacité de la mise en récit à favoriser la construction des savoirs scientifiques, nous nous sommes assurés que les élèves ont travaillé la structure et les composants d'un roman policier et en particulier, la démarche d'enquête. Les élèves ont par ailleurs déjà lu des romans policiers, dans le cadre du programme de littérature, précédemment à cette séance (par exemple « L'inspecteur la fouine », éditions Buissonnières).

1.3 Démarche et supports concernant les apports sur le roman policier

La séance consacrée à l'étude des étapes d'un récit policier et du lexique qui y est associé (Séance S 3, dont la transcription est reportée en Annexe 7 et dont des extraits sont présentés dans ce paragraphe) permet d'élaborer deux outils d'aide à l'écriture.

Dans la première étape de la séance, l'enseignante fait appel à ce que les élèves connaissent déjà sur les romans policiers.

1	Enseignante	Pour écrire une histoire policière il vous faudrait quoi ?
---	-------------	--

Elle écrit au tableau l'essentiel des réponses des élèves et les organise sous une forme schématique qui met en évidence un cheminement dans l'histoire, avec des étapes et des composants principaux.

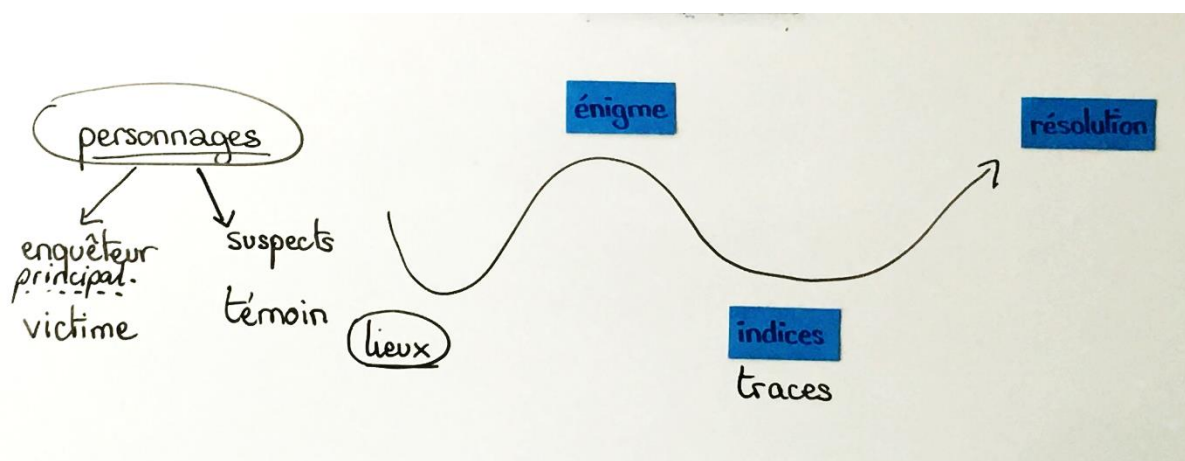









Fig. 17 : Schématisation synthétique de la chronologie d'un récit policier

Elle indique qu'elle prendra appui sur leurs propositions pour élaborer un document qui pourra leur servir de guide pendant leur séance de mise en récit. Ils pourront donc s'y reporter pour trouver les éléments qu'ils souhaitent intégrer dans leur récit.

24	Enseignante	Alors, ce schéma qu'on a fait là, c'est par quelles étapes on passe lorsqu'on construit notre récit. Si on suit ce qui est marqué au tableau, qu'est-ce qu'on fait en premier ? [...] Alors avec vos propositions, je vais vous faire une petite fiche, un tableau, qui pourra vous aider à écrire votre histoire.
----	-------------	--

L'énigme à résoudre	Que s'est-il passé ?	
Scène de crime 	Décris la scène	
Déroulement/ chronologie du crime	Quand cela s'est-il passé ?	
Les personnages	Qui est l'enquêteur ? 	
	Quels seront les suspects	
	Quels seront les témoins ?	
	A qui ou à quoi peut-on faire appel pour nous aider ?	

Les indices  	Quels indices découvre-t-on ?	
Investigation 	En quoi peuvent-ils nous aider à résoudre l'enquête ?	
Résolution 	Comment va-t-on découvrir la vérité ? 	
	Dit-on le nom du coupable ou le fait-on deviner ?	
	Que devient l'auteur des faits	

Attention créer et garder du suspense !

Figure 18 : Tableau de synthèse des composants à chercher pour élaborer un récit policier

L'enseignante va ensuite mettre en place un moment de recherche du lexique lié à l'enquête :

28	Enseignante	Et maintenant, ce qu'on va faire, c'est travailler sur le vocabulaire. On va d'abord chercher les catégories dont on aura besoin et après je vous laisserai un temps en groupe pour chercher tous les mots qui se rapportent à ces catégories.
----	-------------	--

Les élèves indiquent les catégories qui leur semblent nécessaires à l'élaboration d'un récit policier. Ils proposent donc plusieurs éléments que l'enseignante matérialise par des étiquettes au tableau (étiquettes roses dans la figure 19). Elle précise ensuite comment va s'effectuer la recherche, à partir d'extraits de textes de récits policiers adaptés à leur niveau de classe (Fig. 20).

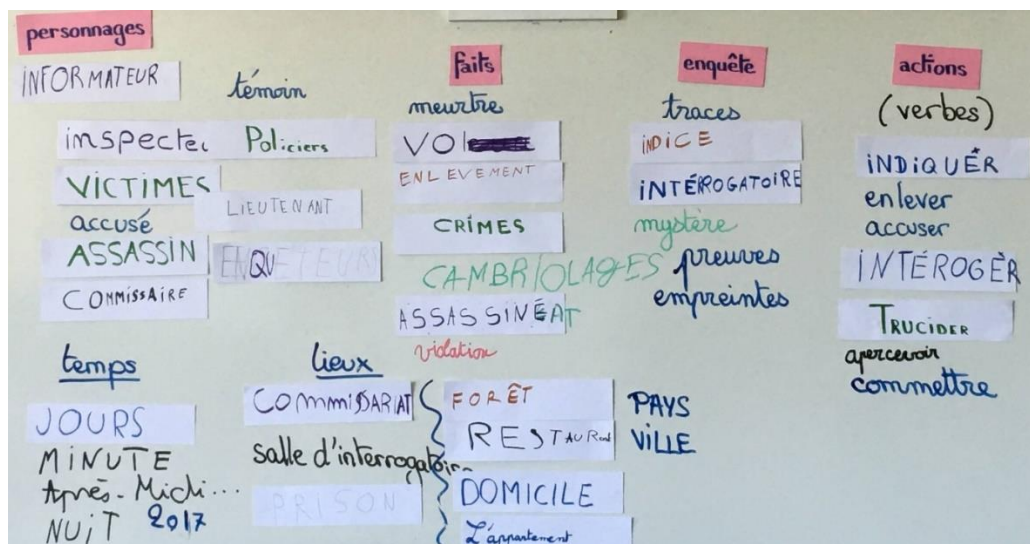


Fig. 19 : Organisation par catégories des composants d'un récit policier.

34	Enseignante	Alors je vais donner des textes à chaque groupe, un texte différent à chaque groupe. Et dedans, vous allez chercher les mots qui pourraient aller dans ces différentes catégories. Si vous trouvez une autre catégorie, vous avez le droit de la proposer. Et vous pouvez aussi ajouter des mots que vous connaissez et qui ne seraient pas dans les textes. Je vais vous donner des petits cartons où vous noterez les mots et vous viendrez les poser dans les catégories.
----	-------------	--

Au fur et à mesure de la recherche, les élèves vont faire apparaître de nouvelles catégories qui seront écrites manuellement au tableau (temps, lieux).

Les textes évoqués par l'enseignante sont ceux-ci :

Texte : **Histoire policière**

Une puce se promenait sur le bras d'un fauteuil. Elle rencontra un long cheveu blond qui se regardait dans un miroir de poche.

- Hé fit le cheveu, faites donc attention où vous marchez. Surtout ne me touchez pas, ne me déplacez pas: je suis un indicel
 - Un indice, qu'est ce que c'est que ça?
 - Figurez-vous qu'un crime a été commis ici, dans cette pièce. On a découvert la victime sur le fauteuil d'en face, une balle en plein cœur. L'enquête a prouvé que l'assassin était assis sur le fauteuil où nous nous trouvons. Alors, voyez vous, je suis extrêmement important: quand les policiers me découvriront, ils chercheront d'où je viens et grâce à moi, ils démasqueront l'assassin! Tout le monde parlera de moi, les journaux, la télé, je vais devenir célèbre!
 - Si je comprends bien, dit la puce, on a intérêt à être chauve quand on veut trucidier quelqu'un: ces bavards de cheveux sont toujours prêts à vous trahir, rien que pour se faire mousser!
- Alors elle jeta la perruque bouclée qu'elle portait ce jour-là et abattit froidement le long cheveu blond d'un coup de revolver tiré en plein cœur.

Extrait d'*Histoires pressées* de B. Friot, éditions Milan, 2004,

Article de presse:

Dimanche, Pierre-Edouard G., fonctionnaire à la retraite, âgé de 62 ans, a été retrouvé mort.

Stéphane B., un sans domicile fixe de 24 ans, a été interpellé par la police, après les témoignages des voisins de la victime. Des témoins avaient aperçu ce jeune homme, entrer et sortir de l'appartement du retraité, dans la journée de samedi.

Au cours de sa garde à vue, le suspect est passé aux aveux, a indiqué le procureur de la République de Metz. Le suspect a affirmé, lors de son interrogatoire, que sa victime l'avait frappé très violemment ». Stéphane B. a été mis en examen pour meurtre et il a été incarcéré.

La reine des fourmis a disparu, Frédéric Bernard (Albin Michel Jeunesse,

« On a enlevé notre reine ! » Ce cri résonne dans ma tête comme dans celle de milliers de fourmis. Notre reine a disparu dans l'épaisse forêt tropicale qui nous entoure. Et c'est moi, Mandibule de Savon, qui suis chargé de l'enquête. Ma mission: mettre la patte sur celui ou celle qui a enlevé notre très chère reine pendant la nuit. Un indice m'a déjà mis la puce à l'oreille. Il s'agit d'un poil, un poil perdu par l'agresseur, sans nul doute. Mais à qui peut appartenir ce fameux poil?

Fig. 20 : Textes utilisés pour rechercher les catégories de mots présents dans un roman policier

À l'issue de la séance, l'enseignante dépose sur le cahier multimédia la trace de ce qui a été réalisé au tableau (photo prise du tableau) et elle ajoute un document de synthèse du vocabulaire qui sera aussi distribué sous forme papier (Fig. 21). Ces documents ont pour but d'aider les élèves à trouver des idées et les mots adaptés pendant leurs travaux de groupe consacrés à l'élaboration du récit.

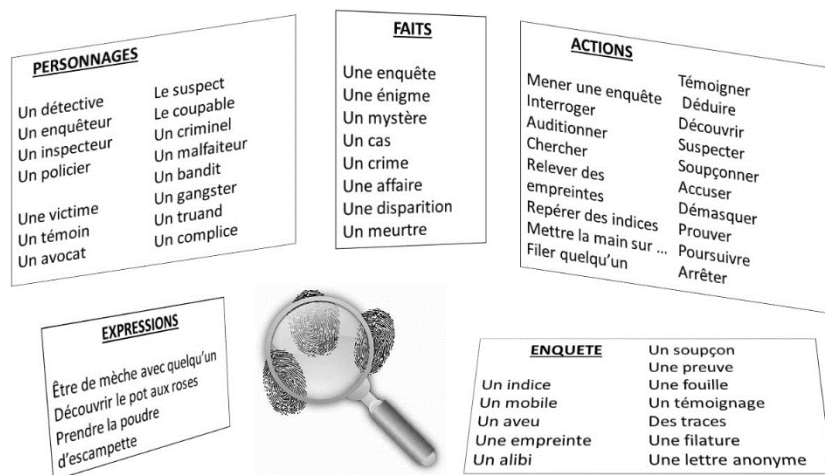


Fig. 21 : Fiche synthèse du vocabulaire de l'enquête

Le tableau de synthèse des étapes et des composants d'un récit policier reprend les éléments pointés par les élèves et les complète. La fiche de synthèse du vocabulaire apporte du lexique complémentaire. Ces deux documents ont pour but d'enrichir ce qui a été trouvé par les élèves pour les doter d'éléments de réflexion et de ressources langagières afin de les aider dans leur écriture.

Ce chapitre nous permet de mettre en évidence le corpus dont nous disposons. Il est composé des supports écrits qui ont permis de mettre en place le dispositif didactique et des traces d'activité des élèves lors des enseignements. Ces dernières sont à la fois des productions écrites d'élèves et des transcriptions de leurs échanges oraux entre eux et avec l'enseignante, lors des séances de classe. Le corpus est aussi constitué des transcriptions d'entretiens, menés avec des élèves, destinés à analyser leur perception d'un tel dispositif, en particulier relativement à la mobilisation et la construction de savoirs scientifiques. Il s'agit à présent d'indiquer, dans le chapitre suivant, comment nous avons pensé l'analyse de ce corpus.

CHAPITRE 2 : LES MODALITES D'ANALYSE DE LA MISE EN RECIT

À partir du corpus constitué lors de la mise en œuvre du dispositif où s'articulent une séquence de sciences sur la fécondation et la construction d'un récit policier (chapitre 1 de la partie 2), nous cherchons à comprendre par quel fonctionnement la mise en récit permet de mettre en relation le sens des contenus scientifiques et leurs apprentissages. À cette fin, nous analysons dans un premier temps comment la mise en récit peut stimuler un processus permettant de construire ou consolider certains concepts, si elle peut permettre de dépasser certains obstacles. Dans un deuxième temps, nous recherchons si la mise en récit peut susciter la motivation des élèves à s'engager dans l'activité, en fonction du sens qu'elle prend pour eux et de la capacité qu'ils ont à s'y projeter personnellement (selon les critères du plaisir, de l'autonomie, du sentiment de compétence).

2.1 Analyse des processus de conceptualisation et des effets produits sur les apprentissages scientifiques.

2.1.1 La démarche d'analyse de la construction de savoirs et de la conduite de démarches scientifiques

a- Choix de l'analyse longitudinale

Pour interroger le processus de conceptualisation qui mobilise des démarches et des savoirs scientifiques nous recherchons au cours de la mise en récit des élèves, de quelle manière ils traitent des problèmes scientifiques (mécanisme de fécondation, conservation des caractéristiques spécifiques), comment ils se saisissent des apports des enseignements pour acquérir finalement des savoirs scientifiques. Nous menons donc une analyse longitudinale, s'étendant dans le temps des séquences de classe, depuis les représentations des élèves concernant le sujet d'étude avant les séances qui y sont dédiées, en passant par les moments d'enseignement, de productions d'élèves jusqu'à l'évaluation des savoirs.

Nous abordons dans un premier temps les processus activés lors de la mise en récit qui aboutissent à la caractérisation par les élèves des mécanismes biologiques, en particulier celui de la fécondation. Ce choix de traiter en premier lieu de la fonction biologique et du fonctionnement de la fécondation est motivé par le fait que, pour construire leur intrigue, les élèves vont convoquer des explications de fonctionnements à l'intérieur desquels certaines structures anatomiques seront nommées sans être pour autant le cœur de la discussion à ce

moment-là. Nous centrons tout d'abord cette analyse sur les élèves d'un groupe pour lequel nous avons pu recueillir la totalité des données en raison de la présence constante des élèves de ce groupe à chaque étape du dispositif et de son analyse. Nous présentons un document de synthèse de l'analyse des résultats pour ce corpus spécifique à la fin du chapitre qui lui est consacré afin qu'il nous serve de référence pour l'analyse des données des autres groupes. Nous traitons ainsi les résultats des autres groupes en y cherchant des récurrences et des singularités significatives des modes de raisonnements. Il s'agit alors de repérer s'il existe des problèmes auxquels plusieurs élèves sont sensibles mais qui ne sont pas forcément appropriés de la même façon selon les groupes. Dans un deuxième temps, nous examinons si ce dispositif de mise en récit a produit des effets sur la mémorisation de structures anatomiques d'une fleur bisexuée, en tant qu'éléments constitutifs de l'appareil reproducteur.

b- Méthodologie d'analyse et chronologie d'exposition choisie concernant la conceptualisation de mécanismes biologiques.

Nous nous focalisons dans un premier temps sur l'analyse du groupe A (composé des élèves Nei, Aya, Vad, Adi) dont les données sont les plus complètes. Au regard des axes forts identifiés dans ce groupe, les travaux des autres groupes sont ensuite analysés. Pour chaque groupe, en détaillant ce qui relève de chaque élève, les étapes suivantes ont été menées.

- Identification des obstacles émergents des évaluations pré-récits

À l'issue de la séquence d'enseignement, l'enseignante procède à une évaluation portant en particulier sur le mécanisme de la fécondation sous la forme d'un texte à trous (Annexe 6). Les attentes de l'enseignante sont donc très précises. Il s'agit pour les élèves de compléter les phrases avec les mots de vocabulaire appris en classe, selon la logique d'énonciation de l'enseignante. Les réponses des élèves sont analysées en tenant compte des difficultés liées à ces contraintes. Nous identifions par exemple les confusions entre termes (pollinisation/fécondation), les erreurs de définitions (reproduction sexuée/ du fruit), les ambiguïtés entre causes et effets (« un nouvel ovule contenant des graines se forme »).

- Caractérisation du processus qui met en lien le sens des savoirs et l'intrigue lors de la mise en récit intégrant des contenus scientifiques

Il s'agit de rechercher si la contextualisation dans l'intrigue permet l'intégration des connaissances et des éléments de savoirs. Dans les échanges entre élèves, lors de la construction du récit, nous identifions ce qui relève des compétences de narration, des obstacles épistémologiques, de la mobilisation de contenus scientifiques en particulier à travers les

conduites argumentatives, la sollicitation d'expériences contrôlées, l'appui sur des données empiriques. Nous cherchons si les élèves font appel à des traces écrites issues du cours de l'enseignant, s'ils décalent leur réflexion vers des problèmes autres que ceux visés par l'enseignement.

Nous interrogeons donc l'opération de configuration susceptible d'être conduite à travers la mise en récit à partir d'extraits significatifs en repérant comment la construction de l'intrigue fait intervenir des apports scientifiques. Nous adoptons ce schéma d'analyse des interactions entre les interlocuteurs, élèves et enseignants :

Énoncé d'éléments de l'intrigue (contextualisation)	Sollicitation et intégration de contenus scientifiques associés à un fonctionnement biologiquepour répondre à un problème lié à l'intrigue.
---	--	--

Plus précisément, nous relevons les types de savoirs, les problèmes abordés, le lexique qui y est associé et les argumentations conduites selon certains raisonnements. Nous identifions en particulier les fondements scientifiques convoqués pour asseoir les raisonnements.

- Identification des savoirs construits émergeant des évaluations post-récit et pistes d'explication des effets sur l'apprentissage

Nous cherchons à comprendre comment les savoirs mobilisés, dans une autre situation que celle de la séance d'enseignement dédiée aux sciences, prennent sens et sont mémorisés. L'évaluation post-récit a laissé plus d'autonomie aux élèves. Ils ont été amenés à formuler par eux même une explication de la fécondation. Nous menons une analyse précise, des formulations pour accéder à leur compréhension du mécanisme de fécondation. Nous la mettons au regard des obstacles identifiés dans l'évaluation pré-récit afin de mettre en évidence ce qui a évolué après la mise en récit. Nous l'avons également éclairée avec ce que disent les élèves lors des entretiens de ce qu'ils ont perçu de cette situation et de ce qui s'est joué dans les échanges de groupe. Nous cherchons alors à comprendre comment les connaissances ont circulé et ce qui s'est construit. Le guide d'entretien (Annexe 12) comporte une partie portant sur les apprentissages scientifiques qui a été construite à partir des questions et de leurs reformulations de relance énoncées ci-après :

- *Est-ce que, de chercher les connaissances scientifiques à intégrer dans l'histoire, ça t'a aidé à comprendre certains principes scientifiques abordés en classe ? Lesquels par exemple ?*
- *Est-ce que, de le [le savoir] mettre dans une histoire, ça t'a aidé à comprendre ce principe, ce système ? Pour quoi par exemple ?*
- *Est-ce que ça vous a permis de mieux comprendre des choses ? Lesquelles par exemple ?*
- *Quand tu as eu l'idée d'un élément scientifique, est-ce que tu l'as expliqué aux copains du groupe ?*
- *Est-ce que l'expliquer ça t'a permis de mieux comprendre ?*
- *Et quand vous avez eu les idées scientifiques, est-ce que vous vous les êtes expliquées dans le groupe ?*
- *Penses-tu que de réfléchir à utiliser les connaissances pour raconter une enquête policière ça a aidé les autres dans le groupe à comprendre des choses ? À quoi tu as repéré cela ?*
- *Et justement, pour trouver les connaissances scientifiques qui avaient du sens, est-ce que ça a été difficile de s'en souvenir, à propos des fleurs, des fruits ... ?*
- *Qu'est-ce que vous avez utilisé en fait comme connaissances scientifiques ?*
- *Quand vous avez utilisé les connaissances scientifiques, c'était pour quoi faire dans l'histoire ?*
- *Qu'est-ce que tu comprends mieux, maintenant sur les fruits par exemple ?*
- *Après tout le travail de la séquence de sciences et la réalisation de l'enquête, qu'est-ce que tu retiendrais concernant les fleurs, les fruits, les graines, la fécondation ?*

Fig. 22 : Questions du guide d'entretien portant sur la mobilisation des savoirs scientifiques et reformulations de relance.

Les interactions qui se sont étoffées en fonction des premières réponses des élèves, sont retranscrites en annexe 13 A à D selon les groupes. Les propos concernant les savoirs sont identifiés en rouge dans la transcription.

- Caractérisation des récits produits.

L'attente du texte final du récit est une histoire cohérente qui utilise des savoirs et des démarches scientifiques. Nous recherchons ce qui apparaît de l'ordre des sciences, émergent du processus de mise en récit, ou qui disparaît par rapport aux discussions. Nous cherchons s'il y a réutilisation visible de connaissances discutées, de raisonnements, de pratiques (par exemple la dissection ou l'expérimentation), de lexique.

c- Méthodologie d'analyse de la mémorisation des structures anatomiques

Cette analyse s'appuie sur les évaluations pré-récit (Annexe 6) et post-récit (Annexe 11). La première évaluation, réalisée après les enseignements scientifiques mais avant la mise en récit, comporte une partie portant sur les structures anatomiques de la fleur. Il s'agit pour les élèves de légender les structures représentées sur un schéma, analogue à celui du cours, avec le

lexique scientifique appris en classe. La deuxième évaluation laisse plus d'autonomie aux élèves dans le sens où un schéma déjà tracé ne leur était pas soumis. En effet, la représentation graphique des structures anatomiques est à leur charge. Elle constitue un préalable à l'annotation. Une difficulté repose donc sur le fait que, pour certains élèves, il n'est pas possible d'annoter des structures non représentées.

Nous avons donc, sur la première évaluation, pour chaque élève, identifié le nombre de mots exacts fléchant les structures adéquates ainsi que le lexique global retenu. Pour la deuxième évaluation nous avons identifié les structures représentées et le lexique qui lui est associé. Nous avons rassemblé ces résultats dans un tableau récapitulatif (Tableau 36 présenté p 210, dans la partie 3, chapitre 2, en section 2.2), de façon à comparer l'évolution des acquisitions entre les deux évaluations. Le tableau indique les résultats pour chaque élève de chaque groupe. À titre d'exemple, voici le résultat de la comparaison des évaluations pour Aya du groupe A.

	Évaluation pré-récit				Évaluation post-récit		
Groupe A	Nombre de mots retenus sur 8	Nombre de mots bien placés	Mots manquants ou mal placés :	Mots fondamentaux pour la fécondation :	Nombre de mots bien placés	Mots bien placés dont, en rouge, les fondamentaux pour la fécondation et en gras ceux nouvellement acquis :	Nombre de mots retenus sur 8
Aya	8	7	étamines	pollen, ovule, ovaire,	7	pollen, pétale, étamines, ovule ovaire, style, pistil	Acquisition d'un nouveau mot fondamental

Extrait du tableau 36, p 210

Nous avons alors mis en lien les résultats de ces comparaisons avec le contenu des discussions dans les groupes d'élèves (Annexes 9 A à E selon les groupes, voir annexe 9-A pour Aya) pour repérer si les éléments mémorisés peuvent être reliés aux contenus discutés.

Les critères d'analyse concernant la mémorisation des structures anatomiques sont donc le lexique employé et les représentations graphiques réalisées par les élèves.

2.1.2 Critères d'analyse de la mise en récit et de ses effets concernant la conceptualisation de mécanismes biologiques

À partir de l'identification de la nature des problèmes traités, anatomiques ou fonctionnalistes (de l'ordre du fonctionnement et du rôle), nous recherchons de quelle manière la signification se construit et comment la conceptualisation est conduite.

Différents concepts travaillés dans la séquence de sciences sont convoqués par les élèves, selon les groupes, dans leur mise en récit. C'est pourquoi, pour chaque élève de chaque groupe, nous identifions dans les évaluations qui précèdent la mise en récit si des obstacles épistémologiques particuliers apparaissent en lien avec les concepts convoqués, afin de repérer, le cas échéant, s'il existe des évolutions notables, dans les évaluations post-récit, portant sur ces concepts, après la réalisation des intrigues. Nous recherchons donc dans les évaluations et les entretiens avec les élèves de chaque groupe ce qui fait écho aux contenus traités lors de la mise en récit.

En observant le glissement du vocabulaire de genre 1^{er} (ordinaire, de sens commun) vers un genre 2nd (secondarisation vers un lexique scientifique), nous pouvons accéder à la mobilisation des savoirs. Entre l'ordinaire et le scientifique, ce qui est dit ou écrit se comprend-il ici et maintenant ou peut-il être compris par quelqu'un d'autre, ailleurs (universalisation) ? Un même vocabulaire a-t-il le même sens quand il passe d'une verbalisation à l'autre (échanges oraux ou écrits). Les champs scientifiques investis dans les séances que nous analysons se rattachent à la reproduction sexuée des plantes à fleurs. L'enseignement vise en priorité la compréhension du mécanisme de fécondation qui est à l'œuvre et ses liens avec la transformation de la fleur en fruit. Nous sommes donc attentive à l'évolution du vocabulaire attaché à ces concepts. Mais la construction de ceux-ci ne se réduit pas qu'à la mobilisation du lexique scientifique. Le genre second active aussi des raisonnements extra-ordinaires et leurs argumentations.

Nous analysons les argumentations utilisées par les élèves pour mener leurs investigations en appui sur des connaissances scientifiques. Nous faisons appel pour cela aux deux registres mobilisés dans les travaux de l'HDR de Orange Ravachol (2010) : le registre empirique et le registre des modèles. Les élèves convoquent-ils des contraintes empiriques (des constats, des faits) considérées comme pertinentes dans leur mise en intrigue, ou des modèles explicatifs en appui sur des savoirs théoriques, mettant en évidence des nécessités ?

Nous recherchons, les types de raisonnements convoqués au cours de l'argumentation des élèves : les élèves procèdent-ils par des raisonnements analogiques, hypothético-déductifs, inductifs et abductifs, décrits par Lecointre (2009) ?

Nous examinons les types de problèmes identifiés par les élèves : s'agit-il de problèmes anatomiques appelant des descriptions ou de problèmes fonctionnalistes concernant le rôle ou la fonction du système, et s'adressant au fonctionnement ou au mécanisme en jeu dans le système, appelant des explications. Nous analysons comment les élèves les traitent dans le processus de mise en récit (en amont, pendant, en aval).

Nous cherchons alors quels sont les types de savoirs construits par les élèves. Sont-ils assertoriques, prenant la forme d'affirmations, considérés comme un état de fait, tenus pour vrais ? Sont-ils apodictiques ? C'est à dire élaborés par le raisonnement, leur construction résultant de la mise en tension de contraintes empiriques et théoriques, avec une « *mise en avant du possible et du nécessaire* (savoir c'est aussi *savoir pourquoi cela ne peut pas être autrement*) » (Orange-Ravachol, 2010, p 100).

Nous proposons donc que contraindre les élèves à réaliser des récits comportant des éléments scientifiques les oblige à rendre explicites les problèmes scientifiques en question et ainsi à mieux dégager le sens de la résolution qu'ils vont y apporter. La mise en intrigue donne ainsi la possibilité d'explorer les problèmes, de discuter des possibilités et des nécessités afin de mieux construire les savoirs et de gagner en apodicticité.

Notre deuxième hypothèse repose sur les potentialités engageantes de la mise en récit, sachant que l'engagement cognitif actif a un rôle déterminant dans les apprentissages (Freeman, 2014). Nous allons donc rechercher ce qui, dans notre dispositif, a pu motiver les élèves à s'impliquer dans les activités proposées et à s'engager cognitivement.

2.2 Les critères d'engagement et leur analyse

Les critères d'engagement des élèves sont recherchés au travers d'entretiens individuels avec des élèves des différents groupes. Les questions qui sont posées sont formulées de manière à ce que leurs réponses puissent nous éclairer sur l'activation ou non de ces critères au cours des activités liées à la mise en récit et la conceptualisation. Nous indiquons tout d'abord les raisons qui nous ont amenée à définir les critères, puis nous présentons les questions en lien avec l'engagement formulées dans le guide d'entretien ainsi que les indicateurs significatifs

possibles dans les réponses. Nous ajoutons à ces critères, celui de la perception du sens de la situation, dont nous avons vu qu'il permet aux élèves de mieux entrer dans les apprentissages.

2.2.1 Identification des critères d'engagement

Rappelons que pour Triquet (2005), tel que nous l'avons développé dans la partie 1, chapitre 2, section 2.1, les situations qui conduisent à la motivation et l'engagement des élèves comportent à la fois un « espace de perception » et un « espace de sens » où les dimensions sensibles et cognitives sont étroitement liées. De la même manière, pour Reuter (2007), la fonction dynamisante du récit permet d'engager l'élève dans le travail, en connectant cognition et affects, en particulier par l'attachement aux personnages. Parallèlement, des travaux en psychologie cognitive ont pu mettre en évidence que l'activation d'un *affect positif* est stimulatrice de motivation et d'apprentissages (Montpied, Damasio 2010). Cet affect positif, ou plaisir, ressenti par les élèves, constitue donc un critère d'engagement à rechercher dans les propos des élèves.

De plus, il a été montré que le *sentiment de compétence*, jugement que des personnes portent sur leurs propres capacités à organiser et à exécuter les actions requises pour atteindre un but ou une performance, influence leur motivation, les efforts qu'ils font et leur persévérance face aux défis (Bandura, 1986). C'est pourquoi nous cherchons les indices de ce sentiment de compétence dans les entretiens avec les élèves.

De nombreuses études ont été menées sur les conséquences du niveau *d'auto-détermination* d'apprenants, c'est-à-dire du degré de régulation personnelle et de gestion de ses propres choix (Deci et Ryan, 1985, 2002). Il ressort que plus les élèves ont la possibilité de s'autodéterminer, plus ils font preuve d'une grande persévérance et d'une meilleure concentration.

2.2.2 Questions initiales prévues dans le guide d'entretien et formulations possibles des élèves jouant le rôle d'indicateurs

Pour repérer les trois critères d'engagement identifiés ci-dessus (affect positif, sentiment de compétences, auto-détermination), des questions spécifiques sont prévues dans le guide d'entretien (Annexe 12). Elles sont parfois reformulées au moment de l'entretien pour être plus en phase avec le langage des élèves. Le tableau 3 ci-après présente, à titre d'exemple, des questions du chercheur et des éléments de réponses d'élèves qui sont des indices des critères

permettant d'identifier l'expression de leur affect, en particulier positif, de leur sentiment de compétence, de leur sentiment d'autonomie.

Affect positif	
Chercheur	<i>Je voulais d'abord savoir si tu avais aimé écrire une histoire en utilisant les connaissances scientifiques ? Peux-tu, me dire un peu pourquoi tu as aimé ou pas aimé.</i>
Élèves	<i>J'ai bien aimé parce que ; C'était chouette ; J'aime bien quand.... ; Ça nous plaisait bien ; On était content ... ; C'était agréable</i>
Sentiment de compétence	
Chercheur	<i>Est-ce qu'il y a des moments où tu t'es (où vous vous êtes) dit, « c'est chouette, j'ai réussi à faire un truc » ? Un moment où tu t'es senti en réussite ? Est-ce qu'il y a des moments où tu t'es senti en train de réussir vraiment quelque chose? Est-ce que maintenant t'arrives à te dire, « oui, je comprends mieux, ça ou ça... » Est-ce qu'il y a un moment où tu t'es dit, « chouette, on a trouvé quelque chose, c'est bien, on avance » ? Est-ce qu'il y a eu des moments comme ça où tu étais content de toi?</i>
Élèves	<i>J'avais réussi à... ; On était le premier groupe ... ; Ça allait bien ... ; J'ai vite trouvé ; On était capable de... ; On est arrivé à ... ; On a fait une bonne histoire ...</i>
Sentiment d'autonomie (Autodétermination)	
Chercheur	<i>Alors on vous a laissé pas mal de liberté, pour vous organiser, pour trouver des idées. Qu'est-ce que tu en as pensé de ça, d'avoir un peu le choix dans cette histoire ? Vous aviez la possibilité de chercher, de vous organiser entre vous. Qu'est-ce que t'en as pensé en fait, d'être un petit peu libre ? Cet après-midi on vous a laissé la possibilité de vous organiser tout seul, de chercher des idées librement. Qu'est-ce que tu en as pensé de cette façon de faire ? Tu aimes bien cette façon de fonctionner, où vous pouvez trouver cette idée par vous-même ?</i>
Élèves	<i>C'est bien quand qu'on peut dire ce qu'on veut ... ; C'était sympa de choisir ... ; On peut soi-même ; On était libre .. ; On pouvait faire ce qu'on voulait</i>

Tableau 3 : Questions destinées à mettre en évidence les indicateurs d'engagement dans les éléments de réponse des élèves

2.2.3 Les traces du sens donné à la situation, dans ses dimensions de manifestation et de référence

La question du sens (développée dans le chapitre 2 de la partie 1) que nous abordons sous l'angle de la signification dans l'analyse des résultats qui porte sur la construction des savoirs scientifiques (plus loin dans le chapitre 1 de la partie 3), est aussi sous-jacente à la notion d'engagement. Sa dimension de manifestation, pour Fabre (1997), convoque le comportement de l'élève. Pour que ce dernier entre en activité, il faut que celle-ci devienne son projet et qu'il le manifeste. Pour Léontiev (1975), la dimension cognitive de l'action donne un sens à l'activité opératoire, l'oriente en fonction d'un but à atteindre, selon le projet donné à l'activité. Aussi, nous avons choisi de ne pas poser de questions interrogeant explicitement le sens de la mise en récit car les élèves n'interrogent pas forcément consciemment l'activité par cette approche.

Nous lançons des pistes à travers des questions qui peuvent éventuellement relier le travail de classe au vécu des élèves mais nous les laissons libres de s'exprimer. Pour autant, nous examinons avec attention leurs formulations pour y déceler les traces du sens qu'ils confèrent à la situation de mise en récit.

À l'issue de cette partie, nous disposons d'une méthodologie qui nous permet d'analyser les processus de construction de savoir tout au long des étapes d'enseignement qui articulent des temps d'apprentissage scientifiques avec une mise en récit. Pour examiner le traitement des problèmes scientifiques fonctionnalistes comme anatomiques, nous procédons par l'identification des obstacles épistémologiques qui se posent dès le début de l'apprentissage pour analyser leur prise en charge à travers les concepts traités lors de l'élaboration des récits. Les types de raisonnements conduits, l'évolution du lexique, le type de savoirs construits sont étudiés à travers les productions écrites et les discussions orales afin de caractériser les processus cognitifs en jeu. L'analyse d'entretien avec les élèves grâce aux critères que sont l'affect positif, le sentiment de compétences et l'auto-détermination permettent de comprendre comment ce dispositif peut stimuler l'engagement cognitif des élèves.

PARTIE 3 : ANALYSES LONGITUDINALES DE L'EFFET DE LA MISE EN RECIT SUR LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES

Après avoir délimité, dans la partie 1, les cadres théoriques dans lesquels nous nous situons, et suite à la présentation de notre méthodologie de recherche, dans la partie 2, il s'agit de chercher, dans cette partie 3, en quoi une situation didactique mise en place dans une classe de CM1(18 élèves) et intégrant la mise en récit peut favoriser des apprentissages scientifiques portant sur la reproduction des plantes à fleurs. Nous inscrivons la mise en récit dans le moment de travail de groupe destiné à élaborer la fiction policière. Comment le processus de mise en récit peut être opérant dans la construction des savoirs, démarches, pratiques scientifiques ? Dans cette étude de cas, nous nous intéressons d'abord aux apprentissages scientifiques concernant la compréhension de concepts relatifs à la fécondation ou au développement des graines et des fruits, traités en classe de CM1. Puis nous portons notre analyse sur l'identification des structures anatomiques de fleurs bisexuées.

CHAPITRE 1 : ANALYSES LONGITUDINALES DE L'EFFET DE LA MISE EN RÉCIT SUR LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES PORTANT SUR DES PROBLÈMES FONCTIONNALISTES LIÉS À LA REPRODUCTION DES PLANTES À FLEURS

Il s'agit de repérer, dans ce chapitre, comment les élèves, pendant le moment de mise en récit en groupe, s'approprient les apports du cours, les discutent, les transforment, réalisent des allers-retours entre sciences et récit en articulant une part d'invention avec la mobilisation des concepts scientifiques.

Les productions orales et écrites des élèves du groupe A (constitué par l'enseignante selon ses critères : Nei et Vad plutôt en réussite, Aya sans difficultés particulières, Adi plutôt en difficulté langagière) constituent le corpus sur lequel nous prenons appui en premier lieu dans notre recherche. Elles sont analysées dans le paragraphe 1.1. Les élèves de ce groupe, présents du début à la fin de la mise en œuvre du dispositif, ont en effet apporté beaucoup d'éléments de réflexion au cours des interactions lors des moments consacrés à la mise en récit, comme lors des entretiens, ainsi qu'à travers leurs écrits initiaux et leurs évaluations. Nous explorons ensuite les axes forts pointés dans ce groupe (portant sur l'argumentation et les raisonnements menés, les types de savoirs construits, la mémorisation des mécanismes, des structures et du lexique) dans les interactions orales et écrites des autres groupes. Ainsi, les analyses des résultats concernant les groupes B à E sont conduites, respectivement, dans les paragraphes 1.2 à 1.5.

Pour tous les groupes, nous commençons par étudier les productions écrites initiales des élèves qui font émerger leurs représentations concernant les fruits, avant la séquence de sciences. Ces écrits qui répondent à la question « Que savez-vous sur les fruits ? » sont rassemblés dans l'annexe 1. Leurs transcriptions présentées dans les analyses sont écrites en italique avec l'orthographe correcte rétablie pour une meilleure compréhension. Puis, nous identifions les difficultés et les acquisitions des élèves mis en évidence par les évaluations réalisées après la séquence de sciences et avant la mise en récit (Annexe 6). Nous analysons ensuite les discussions orales lors du travail de groupe où se réalise la mise en récit destinée à élaborer l'enquête policière (Annexe 9). Les extraits des transcriptions de ces discussions sont présentés lors des analyses dans des tableaux qui visualisent les différents interlocuteurs. Nous

y repérons les éléments de savoir et démarches scientifiques mobilisés et discutés par les élèves et qui leur permettent de préciser leur pensée, de traiter de problèmes scientifiques, de s'appropriier des contenus scientifiques pour qu'ils rentrent en pertinence avec leur récit. Nous comparons alors les évaluations menées avant (Annexe 6) et après les mises en récit (Annexe 11) afin d'apprécier comment les processus d'apprentissage activés ont pu déboucher sur des acquisitions scientifiques portant sur des problèmes fonctionnalistes. Nous cherchons, dans les entretiens avec les élèves (Annexe 13), les éclairages de ce que nous avons constaté et de nos propositions d'interprétation de ce qui s'est joué. La synthèse de ces résultats est présentée dans le paragraphe 1.6 de ce chapitre, dans les tableaux 31 à 35 rapportés à chaque groupe, pages 191 à 197. Ces tableaux visualisent le suivi des élèves de bout en bout du dispositif.

Pour pouvoir comprendre comment les élèves se saisissent des apports de cours, et comment ils les ont transformés tout au long de leur réflexion, nous rappelons les éléments de savoir et les démarches dont ils disposent et qu'ils sont susceptibles d'activer dans travaux de groupes. Concernant la reproduction des plantes à fleurs, une séquence d'enseignement (décrite dans le paragraphe 1.2, chapitre 1 de la partie 2, pages 103 à 115) a permis de caractériser les organes d'une fleur impliqués dans la reproduction, d'identifier le phénomène de pollinisation, d'expliquer le mécanisme de fécondation, en particulier grâce à une expérimentation, et en conséquence le développement des fruits contenant des graines. Une séance portant sur le récit policier (décrite dans le paragraphe 1.3 du chapitre 1 de la partie 2, pages 116 à 119) a fait mettre en évidence par les élèves les composants, la chronologie, le vocabulaire de ce type de récit. Les élèves peuvent prendre appui sur l'ensemble de ces éléments pour construire leur histoire. Au fur et à mesure de leur mise en récit, l'enseignante passe dans les groupes pour s'assurer que des contenus scientifiques sont convoqués dans leur intrigue.

1.1 La compréhension du concept biologique de fécondation à travers la mise en récit du groupe A

1.1.1 Les représentations individuelles des élèves avant l'enseignement de sciences

Pour rappel, avant les séances de sciences portant sur la reproduction des plantes à fleurs, les élèves ont rencontré le cuisinier de l'école qui leur a apporté des éléments sur les qualités nutritives et gustatives des fruits. Après cette rencontre, l'enseignante, en guise d'introduction aux séances de sciences pose la question « Que savez-vous sur les fruits ? »

Les productions, sous forme de textes et de dessins illustrant les textes, sont rassemblées en annexe 1 (n° 1 à 4). Les élèves de ce groupe énoncent, dans le texte, les éléments suivants :

Nei :

Les fruits sont des vitamines (vitamine C). ça nous apporte de l'énergie.

Les fruits viennent de plusieurs pays différents : La pomme peut pousser ici, les oranges et les melons poussent dans les pays chauds.

Des fruits, il y en a des toutes sortes : il y en a qui se mangent avec l'épluchure, d'autres non. Il y en a aussi qui sont remplis de sucre. Mais aussi les fruits se mangent par saison : les fraises et les melons se mangent au printemps.

Aya :

Ce que je sais c'est que ce sont des fruits du soleil. Plus exactement, les fruits du soleil poussent avec le soleil qui leur donne des vitamines vit A, vit C (la plus importante) et vit B. La vitamine C nous permet de régler la température de notre corps. Quand il fait [froid], elle règle notre température aussi quand il fait chaud. Il y a aussi des fruits qui sont des fleurs avant de devenir des fruits.

Vad :

Comment les graines des fruits se créent ? Est-ce que les tomates sont des fruits ?

Pourquoi il n'y a pas de vitamines plutôt E ? Dans les fruits y a-t-il du sucre ?

Comment les fruits restent intacts quand on les amène dans d'autres pays ? (France)

Adi :

Il y a des vitamines C, de l'énergie. Il y a du sucre dans les pommes.

Le tableau ci-dessous met en évidence les contenus sous-jacents aux propositions des élèves, dont les axes susceptibles d'être des appuis pour la séquence de sciences (**en gras**)

<i>Contenus sous-jacents</i>	<i>Nei</i>	<i>Aya</i>	<i>Vad</i>	<i>Adi</i>
Apports nutritifs, bienfaits pour le corps	x	x	x	x
Présence de sucre			x	x
Façon de les manger/ cuisiner	x			
Conditions et période de croissance	x	x		
Condition de conservation			x	
Origine géographique	x			
Relation aux fleurs		x		
Relation aux graines			x	
Distinction fruits/légumes			x	

Tableau 4 : Catégories de contenus sous-jacents dans les représentations des élèves du groupe A

Nous pouvons remarquer que l'ensemble des élèves apporte des réponses sur les apports nutritifs, en particulier les vitamines, et les apports pour le corps qui ont été évoqués par le cuisinier.

Adi signale et Vad questionne la caractéristique sucrée des fruits qui correspond à une représentation commune relevée par Quinte (2016) et Boyer (2000).

La façon de manger ou de cuisiner les fruits, abordée par Nei, est liée aux apports du cuisinier, en lien avec son métier. Les conditions et périodes de croissance, les conditions de

conservation, l'origine géographique des fruits qui sont des points d'attention pour le cuisinier, ont été relevées, selon les cas, par Nei, Aya, Vad.

Sur le plan scientifique, Aya indique, sous la forme de cas particuliers, la possibilité que « *des fruits* » proviennent de fleurs. Mais elle ne généralise pas le phénomène de développement de la fleur en fruit. Vad choisit de poser des questions sur des aspects qui l'intéressent. Il pointe des problèmes scientifiques en questionnant la nature des fruits et l'origine des graines. Les éléments apportés par ces deux derniers élèves serviront d'appui à l'enseignante pour enclencher les séances de sciences.

1.1.2 Les difficultés identifiées dans les évaluations antérieures à la mise en récit

Dans l'évaluation réalisée après la séquence sur la reproduction des plantes à fleurs et avant la mise en récit (Annexe 6-A), les élèves doivent replacer le lexique appris dans un texte à trous (exercice 3). Le paragraphe correspond à un résumé des notions apprises entrant en jeu dans le concept de fécondation. Nous cherchons dans un premier temps si les mots directement liés au mécanisme de fécondation sont employés de façon pertinente, puis, nous intégrons ces données à l'analyse de l'ensemble de la reconstitution du texte pour identifier à quel niveau peuvent intervenir les confusions, le cas échéant.

Repérage de l'usage des mots directement liés au mécanisme de fécondation.

Le tableau ci-dessous fait apparaître l'usage correct ou erroné de ces mots.

Mots	Nei (Annexe 6- 1)	Aya (Annexe 6- 2)	Vad (Annexe 6- 3)	Adi (Annexe 6- 4)
Pollinisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fécondation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Graine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tableau 5 : Usage des mots liés au problème fonctionnaliste de fécondation dans le texte à trous de l'évaluation pré-récit pour le groupe A

Pour ce groupe, le concept de fécondation n'a pas été exprimé correctement. De plus, il existe des difficultés à cerner que le développement du fruit (pour les quatre élèves) et des graines qu'il contient (pour deux élèves), est une conséquence de la fécondation. Nous pouvons nous demander si ces difficultés sont dues au cadrage strict du texte à trous ou si elles sont liées à des difficultés d'appropriation du concept de fécondation de la part des élèves. Aussi, nous examinons dans le paragraphe suivant le sens des phrases reconstituées.

Analyse de l'usage des mots dans le contexte global de la reconstitution du texte

Les élèves de ce groupe n'utilisent avec pertinence, dans l'ensemble du texte à compléter, que 3 à 6 mots sur un total de 10 mots.

Mots	Nei (Annexe 6- 1)	Aya (Annexe 6- 2)	Vad (Annexe 6- 3)	Adi (Annexe 6- 4)
Nombre/10	5	6	3	3
Mots utilisés avec pertinences	étamines, femelle, ovule, graines pollinisation,	étamines, pollen, femelle, ovules, graine, sexuée	pollen, femelle, sexuée	étamines, pollen, ovules

Tableau 6 : Nombre et nature des mots utilisés avec pertinence dans le texte à trous par les élèves du groupe A

Les mots indiqués en gras dans les extraits ci-dessous, sont ceux complétés par les élèves. Le mot fécondation, qui n'est jamais mobilisé correctement, est utilisé de différentes manières par les élèves.

Pour Nei, « *La reproduction de la plante à fleur est une reproduction **fécondation*** ». Elle montre ainsi qu'elle a relié la nécessité d'une fécondation pour que la reproduction de la plante se réalise. Mais cette phrase ne permet pas de développer le mécanisme. Á la place du mot « fécondation », dans la phrase « *Si un grain de pollen rencontre un ovule, il a y **fécondation** et formation de la graine* », Nei place le mot « sexuée ». Ainsi, nous pourrions comprendre ici que cette élève en identifiant le cadre d'une reproduction sexuée, a peut-être conscience du rôle des gamètes mâle et femelle. Cependant, la confusion entre le terme qui relève du fonctionnement même de fécondation et celui qui renvoie au type de reproduction ne pourrait constituer un obstacle à la construction du concept de fécondation qui n'apparaît pas clairement ici.

Pour Aya, « *Avec la **fécondation**, les grains de pollen descendent dans le pistil.* » La réponse attendue était « pollinisation ». Nous pouvons suggérer que, si Aya se place spécifiquement dans le contexte de fécondation, elle décrit dans cette phrase la descente du noyau du grain de pollen dans le pistil. Si c'est le cas, elle a probablement identifié le rôle du pollen dans la fécondation, sans pouvoir l'exprimer plus précisément dans ce texte qui est propositionnel. Cependant, Aya place « pollinisation » à la place de fécondation, ce qui suggère une confusion entre les termes pollinisation et fécondation qui peut représenter une difficulté pour la construction de ces concepts distincts. Le principe de pollinisation, déplacement du pollen à l'extérieur de la fleur jusqu'au stigmate, n'est pas distingué clairement de la fécondation qui se produit au niveau de l'ovule.

Pour Vad, « *Les fécondations sont les organes reproducteurs mâles de la plante, elles portent les grains de pollen* ». Cet élève associe donc la fécondation aux organes sexuels mâles et à la présence de pollen, mais l'insertion du mot « fécondation » dans la phrase choisie ne permet pas de rendre compte de la rencontre entre le pollen et les ovules. La fécondation apparaît comme un organe, non comme un mécanisme, ce qui peut représenter un obstacle à la construction de ce concept. De plus, la graine n'est pas identifiée comme le résultat de la fécondation d'un ovule par un grain de pollen.

« Avec la **graine**, les grains de pollen descendent dans le pistil. »

Une possibilité est que cet élève ait fait une analogie entre la graine et le grain de pollen. Il s'agirait dans ce cas d'un obstacle lié au lexique. On pourrait aussi y déceler une tentative de mise en relation entre le pollen et l'obtention de la graine, sans que la cause et la conséquence ne soient identifiées.

Pour Adi, « *Si le grain de pollen rencontre un ovule, il y a **sexuée** et formation d'une fécondation* ». Si le mot fécondation n'est pas reporté à l'emplacement prévu, il est quand-même associé à la rencontre du pollen et de l'ovule. Comme pour Vad, à partir de la phrase « Avec la **graine**, les grains de pollen descendent dans le pistil », il est difficile de savoir si la graine est comprise ici comme le résultat de la fécondation ou si l'élève identifie graine et grain de pollen à cause d'une proximité lexicale. Épistémologiquement la confusion entre grain de pollen et graine constitue un obstacle.

1.1.3 Des processus de conceptualisation au cours des discussions menées lors de la mise en récit du groupe A

Nous analysons les discussions menées (Annexe 9 A) en cherchant à caractériser l'opération de reconfiguration susceptible d'être conduite à travers la mise en récit à partir d'un premier extrait significatif. Il s'agit de repérer comment la construction de l'intrigue fait intervenir des contenus scientifiques, des raisonnements, une argumentation dans l'identification de problèmes scientifiques et la construction de savoirs. Ce groupe met en jeu la mort suspecte d'une victime. Dans les extraits de transcription ci-dessous, nous indiquons en *italique* les propos portant sur les *contenus scientifiques*. Nous soulignons les éléments portant sur les constituants du récit.

Tour de parole	Interlocuteurs	Énoncé de la prise de parole
----------------	----------------	------------------------------

31.	Enseignante	D'accord. Est-ce que vous avez une idée des <u>indices</u> ?
32.	Nei	Moi je voulais faire... imaginons, il savait qu'il allait mourir, et il avait laissé une fleur <u>avec une lettre</u> . Et ben s'il y a 6 <i>étamines</i> , ça veut dire que c'est celui-là qui l'a tué et s'il y en a huit c'est que c'est un autre.
33.	Enseignante	Enseignante : Ah, c'est une lettre avec un <u>code</u> , selon les parties de la fleur...
34.	Nei	Oui, c'est ça.
35.	Adi	Alors les <u>traces</u> qui sont laissées ...
36.	Aya	Le <i>pollen</i> !
37.	Nei	Les <i>étamines</i> ...
38.	Enseignante	OK. Qu'est-ce qu'on peut faire avec le <i>pollen</i> ?
39.	Vad	Si on en met sur les mains, ça va faire des <u>traces</u> .
40.	Enseignante	L'enseignante : Oui, autre chose ?
41.	Adi	Avec des <u>empreintes</u> digitales du <i>pollen</i>
42.	Enseignante	D'accord. Et, si on a retrouvé du <i>pollen</i> , qu'est-ce qu'on peut faire pour savoir de quelle fleur vient ce pollen ?
43.	Nei	Ben avec le <i>botaniste</i> .
44.	Enseignante	Alors, ça veut dire qu'avec tous les <u>indices</u> on doit remonter jusqu'au <i>botaniste</i> qui a tué son adversaire.
45.	Vad	Alors, comment découvrir la vérité ?
46.	Nei	Le voisin, il va dire qu'il a vu une personne rentrer dans le hangar du <i>botaniste</i> .
47.	Adil	C'était une <u>silhouette</u>
48.	Nei	Avec le <i>pollen</i>
49.	Enseignante	Vous avez appris des choses sur le <i>pollen</i>
50.	Vad	Il fait la <i>fécondation</i> ...
51.	Aya	Par exemple on a trois fleurs, on va mettre du <i>pollen</i> sur les trois et s'il y en a une qui fait des <i>graines</i> , ça veut dire que c'est cette fleur d'origine qui a donné le <i>pollen</i>
52.	Enseignante	Exactement, d'où coup tu sais d'où vient le pollen qui a peut-être été rapporté là par <u>quelqu'un qui était près de la fleur</u> .
53.	Nei	Ouais. Le suspect il avait <u>des traces de pollen sur sa veste</u> . On a fait une expérience de <i>fécondation</i> pour identifier la fleur pour savoir d'où vient le grain de <i>pollen</i> : On va éparpiller le pollen sur des fleurs pour voir si ça fait des <i>graines</i> et quelle fleur le suspect a touché. Et si c'est une fleur qui était près du <i>botaniste</i> , ça veut dire <u>qu'il était là</u> .

Dans le développement de notre analyse ci-dessous nous notons entre parenthèses les tours de parole.

Nous pouvons repérer que, pour les besoins de l'enquête, l'élève Vad (39) réactive le fait, constaté lors de la dissection d'une fleur, que le pollen peut laisser des traces. C'est à ce titre que le pollen peut tenir lieu d'indice. Il se souvient aussi du rôle du pollen dans la fécondation (tour de parole 50). En cours de sciences, ce concept a été travaillé en recherchant un protocole pour savoir quelles parties de la fleur sont nécessaires pour obtenir des graines. Un compte-rendu d'expérience analysé par les élèves leur a permis de conduire un raisonnement hypothético-déductif pour construire un savoir apodictique mettant en évidence la nécessité de la rencontre entre un grain de pollen et un ovule du pistil pour obtenir une graine (Fig. 13 du cours, partie 2, chapitre 1, p. 111). Une trace écrite a conclu sur le mécanisme de fécondation (Fig. 14 du cours, partie 2, chapitre 1, p. 112). Vad (50) associe et mobilise ces savoirs qui orientent le choix des indices et qui donnent lieu à l'argumentation scientifique de ses camarades.

L'élève Aya (51) se saisit en effet de ces savoirs et mobilise en plus, de manière implicite, le fait qu'une graine ne pourra se former que si ovule et pollen appartiennent à la même espèce de fleur. Si, sur la figure 13, la nécessité de pollen et d'un ovule de la même espèce n'a pas été énoncé formellement, le schéma montre l'origine des gamètes dans des fleurs identiques. Implicitement, une fécondation intraspécifique est montrée dans ce compte-rendu. Grâce à cette règle non dite, mais qu'elle a intégrée à partir des apports des séances de classe, Aya construit un savoir apodictique, qui ne peut être autrement, en portant sur un problème de l'intrigue « comment identifier l'origine du pollen ? » Elle reconfigure ici plusieurs éléments distincts qui aboutissent à sa proposition. Nous pouvons faire l'hypothèse de la mise en lien et de l'articulation, dans ce contexte de mise en récit, de trois apports distincts qui prennent sens entre eux pour ériger la règle biologique qui n'a pas été exprimée explicitement dans les séances d'enseignement. Un premier apport se situe dans le compte-rendu de fécondation artificielle, précisant que le résultat de la fécondation, c'est à dire l'obtention d'une ou plusieurs graines, peut être différent « selon les espèces », en fonction du nombre d'ovules présents dans le pistil. Cet élément permet d'identifier que toutes les fleurs ne sont pas équivalentes, qu'elles appartiennent à des espèces différentes. Deuxièmement, la représentation de fleurs identiques produisant des gamètes mâles et femelles montre, sans le dire, une fécondation entre fleurs de même type. Enfin, pendant le cours, l'apport oral de l'enseignante ayant précisé que tous les pollens n'ont pas tous la même forme, la même taille, la même couleur, vient s'articuler aux apports précédents pour faire naître l'idée de la nécessité d'un pollen et d'un ovule issus d'une même espèce pour obtenir une graine.

Aya, prend vraisemblablement en compte, dans la discussion, des résultats du travail de problèmes fonctionnalistes en biologie (rencontre des gamètes lors de la fécondation et genèse d'une graine quand les gamètes sont de la même espèce), pour traiter son problème policier. En effet, lors de sa prise de parole, elle résout le problème implicite « Comment identifier, grâce au mécanisme de fécondation, l'espèce de fleur d'où provient un pollen ? ». Elle convoque une pratique expérimentale et l'explique dans le cadre d'un mécanisme biologique général : elle énonce des conditions de possibilité. Elle conduit un **raisonnement hypothético-déductif** que l'on pourrait traduire par la relation suivante :

Sachant ce qu'est la fécondation,
considérant trois fleurs d'espèces différentes sur lesquelles on applique le même pollen,
si une des fleurs développe des graines,
alors cela indique que le pollen provient du même type (espèce) de fleur que celle qui a développé les graines.

Ainsi, Aya, pour élaborer son intrigue, met au jour un problème scientifique fonctionnaliste qui n'avait pas été énoncé en classe (fécondation intraspécifique) en le traitant par un raisonnement hypothético-déductif qu'elle s'est approprié, analogue à celui pratiqué dans l'analyse du compte rendu d'expérience.

Une autre élève Nei (53) approfondit la proposition faite par sa camarade à la fois sur le plan de l'intrigue et sur le plan scientifique. Elle explique au groupe comment les enquêteurs vont procéder, selon un protocole expérimental scientifique inspiré de ce qui a été appris en classe de sciences à partir du compte-rendu, pour réaliser cette fécondation et confondre le coupable. Elle va, elle aussi, reconfigurer des éléments de savoirs en sélectionnant des apports scientifiques pertinents pour l'enquête : le mécanisme de fécondation qui a fait l'objet d'une trace écrite et la notion, implicite, du besoin de gamètes de même espèce pour obtenir une graine. Ce dernier aspect n'avait pas été rédigé explicitement en classe de sciences en tant que trace dans le cahier, il émerge ici à l'occasion d'une contextualisation dans le récit. Lorsque Nei indique « *on va éparpiller le pollen sur des fleurs* » cela signifie implicitement des fleurs d'espèces différentes. En poursuivant « *pour voir si ça fait des graines et quelle fleur le suspect a touché* », l'élève identifie que la fécondation d'une fleur se fait par le pollen provenant d'une fleur de même type. Même si la réalité génétique est complexe et non abordée à l'école primaire, la compréhension du mécanisme fondamental a été construite en prenant sens dans l'histoire.

Nei (53) pose donc un problème lié à l'énigme « d'où vient le grain de pollen ? ». Pour le résoudre, elle passe par un raisonnement scientifique qui mobilise le fonctionnement de la fécondation. Dans son explication de l'expérience, nous identifions un cheminement de

pensée qui alterne les sollicitations de contenus scientifiques et d'éléments de l'énigme et qui met en lien des éléments de savoirs entre eux. Le tableau ci-dessous retrace ce cheminement.

Énoncé d'éléments de l'intrigue (contextualisation)	Sollicitation et intégration de contenus scientifiques associés au fonctionnement de la fécondationpour répondre à un problème lié à l'énigme
<i>Le suspect il avait des traces de pollen sur sa veste</i>	<i>On a fait une expérience de fécondation pour identifier la fleur pour savoir...</i>	<i>... d'où vient le grain de pollen (de même espèce que la fleur).</i>
	<i>On va éparpiller le pollen sur des fleurs (différentes) pour voir si ça fait des graines et...</i>	<i>...quelle fleur (de même espèce que le pollen) le suspect a touché. Et si c'est une fleur qui était près du botaniste, ça veut dire qu'il était là.</i>

Tableau 7 : Cheminement de pensée de Nei au cours de la construction de l'intrigue

Le raisonnement scientifique inséré dans la construction de l'intrigue, partant de l'énigme et revenant à l'énigme, mobilise un savoir apodictique construit en classe de sciences lors du travail du problème fonctionnaliste explicatif impliqué dans la reproduction des plantes à fleurs (la fécondation nécessite la rencontre des deux gamètes) mais pris ici comme « un fait » dans le cadre du travail du problème policier. Ce raisonnement hypothético-déductif, qui intègre de plus un savoir implicite (nécessité de gamètes de même espèce) a été transposé dans le contexte de l'intrigue et peut être formalisé ainsi :

Du pollen est récupéré sur le suspect.

Sachant que du pollen appliqué sur une fleur donne des graines grâce à la fécondation quand le pollen est issu du même type (espèce) de fleur,

s'il y a apparition de graines quand le pollen est appliqué sur une fleur,

alors la fleur est de même type (espèce) que celle qui a donné le pollen.

De plus, si ce type de fleur était présent près de la victime, alors le suspect était présent près de la victime.

Un peu plus tard dans la mise en récit, au moment de passer à la rédaction de l'enquête, Nei (67) reprend l'explication pour la préciser auprès du groupe, et répondre au problème d'identification du pollen attaché à l'intrigue. Le raisonnement est que s'il y a apparition de graines dans une des fleurs soumises à l'expérience, c'est que le pollen découvert sur le suspect provient d'une fleur de cette espèce. On pourra donc en conclure que le suspect était dans un lieu où se trouvait cette fleur. Une de ses camarades, Aya (68), prend la parole pour expliquer techniquement la procédure. Dans cet échange, nous pouvons à nouveau repérer des éléments de contextualisation liés au récit qui s'articulent avec un raisonnement scientifique et reconfigurent les éléments de savoirs scientifiques. Le tableau ci-dessous met en évidence ces articulations.

Nous repérons à nouveau l'enchâssement des problèmes scientifiques et du problème du récit lors du traitement de ce dernier.

	Énoncé d'éléments initiaux de l'énigme	Sollicitation de contenus scientifiques associés au fonctionnement de la fécondationpour répondre à un problème lié à l'énigme
Nei (67)	<i>Donc, on a retrouvé le suspect qui était l'ami du botaniste. Il avait des traces de pollen d'une fleur du jardin du botaniste.</i>	<i>Donc, on a fait une fécondation et du coup on a trouvé quelle est la fleur ...</i>	<i>... et on a identifié d'où viennent les grains de pollen.</i>
Aya (68)		<i>ça veut dire qu'on a éparpillé le pollen sur des fleurs pour faire des graines</i>	

Tableau 8 : Raisonnement de Nei et Aya au cours de la construction de l'intrigue

Aya s'appuie sur la fin de la proposition précédente qui mobilise une fécondation, explique la manipulation envisagée et met ainsi en évidence que l'action du pollen sur la fleur génère une graine. Elle a pu faire par elle-même, ici, un lien que le texte à trous ne lui avait pas permis d'expliquer, en l'occurrence, indiquer que la graine est la conséquence de la fécondation par le pollen.

Son raisonnement peut être caractérisé ainsi :

Sachant que la fécondation d'une fleur par du pollen de même espèce aboutit à la formation de graines,
si le dépôt de pollen sur des fleurs données aboutit à la formation de graines,
alors les fleurs en question et le pollen appartiennent à la même espèce.

En cherchant à traiter le problème d'origine du pollen dans le contexte de l'intrigue ces deux élèves ont reconfiguré des éléments de savoir issus du cours : un savoir portant sur le rôle du pollen dans la fécondation dont l'apodicité a été construite par l'analyse d'une expérience scientifique en classe et un savoir non énoncé en classe, que le récit a rendu visible, portant sur la nécessité d'avoir des gamètes de même espèce. Les élèves s'en tiennent au pollen et à sa rencontre avec une fleur, sans énoncer précisément la rencontre avec l'ovule. Mais la formation de la graine est bien identifiée comme la conséquence de la fécondation.

⇒ Point d'étape sur l'analyse des processus menés lors de la mise en récit

Nos résultats montrent finalement qu'au cours de cette mise en récit, en cherchant à élaborer leur intrigue, les élèves ont remobilisé et rendu explicites le rôle du pollen dans la fécondation et la genèse de graines en expliquant une expérience de fécondation artificielle. Les évaluations précédant la séance d'élaboration du récit avaient mis en évidence que ces aspects n'étaient pas acquis par les élèves. De plus, les raisonnements menés par les élèves pour traiter des problèmes de l'intrigue sont conduits en analogie avec ceux utilisés en classe, selon une démarche hypothético-déductive. Ils font apparaître que les graines se développent quand le pollen féconde une fleur de son espèce, ce qui n'avait pas été pointé explicitement lors de la séquence de sciences. Même si le mécanisme physiologique de la fécondation n'est pas détaillé par les élèves, le compte-rendu d'expérience, la trace écrite et les apports complémentaires oraux de l'enseignante pendant les séances de sciences ont été convoqués dans un autre contexte problématique que celui d'une séance d'enseignement pour permettre aux élèves d'identifier la genèse de graines comme conséquence de la fécondation d'une fleur par le pollen. Une reconfiguration des savoirs scientifiques s'est bien opérée débouchant non seulement sur l'éclaircissement des concepts attendus mais aussi sur un dépassement des stricts apports du cours, en l'occurrence sur le principe de fécondation intraspécifique.

Il s'agit à présent de repérer si cette narration conceptualisante a pu mener à la consolidation des savoirs construits.

1.1.4 Quels savoirs construits ont-ils été mémorisés ? Quel rôle possible de la narration conceptualisante ?

En prenant en considération les confusions repérés lors des évaluations précédant la mise en récit (Annexe 6- 1 à 4) entre pollinisation/ fécondation ; grains de pollen/ graines ; organes/ fonctionnement ; type de reproduction/ mécanismes de fécondation), nous identifions dans les évaluations réalisées après la mise en récit (Annexe 11- 1 à 4) les contenus scientifiques construits portant sur le mécanisme de fécondation et la genèse des graines mais également les difficultés persistantes. Pour cette évaluation, post-récit les élèves formulent par eux-mêmes ce qu'ils ont compris de la fécondation d'une fleur, en répondant à cette consigne : « *Écris un petit texte (accompagné d'un schéma si tu le souhaites) pour expliquer la fécondation d'une fleur* ». Les résultats de ces évaluations sont mis au regard des entretiens avec deux élèves du groupe (Nei et Aya, Annexe 13 A) qui font émerger ce qui, pendant la mise en récit, a été facilitateur ou à l'inverse a rendu difficile leur compréhension de ces contenus scientifiques.

À la comparaison des évaluations menées avant et après la mise en récit, nous observons que trois élèves de ce groupe sur quatre montrent des indices de progrès.

Le tableau suivant présente les acquisitions et les difficultés persistantes mises en évidence dans les évaluations pré-récit et post-récit, et propose le rôle qu'a pu jouer la narration conceptualisante.

	Nei	Aya	Vad	Adi
Difficultés repérées dans les évaluations pré-récit (Annexe 6-1 à 6-4)	Confusion mode de reproduction (sexuée) et mécanisme de fécondation.	Confusion entre pollinisation et mécanisme de fécondation.	Pas d'identification claire du mécanisme de fécondation ni du lien entre pollen et graine : la fécondation est assimilée aux organes sexuels mâles et n'apparaît pas comme un mécanisme biologique.	Pas d'identification claire du mécanisme de fécondation : les organes sont évoqués mais la rencontre des gamètes lors de la fécondation n'est pas formulée.
Acquisitions et difficultés persistantes repérées dans les évaluations post-récit (Annexe 11-1 à 11-4)	Fécondation expliquée correctement dans une formulation personnelle. « <i>On dit fécondation quand on met du pollen sur l'ovule</i> ».	Fécondation expliquée précisément dans une formulation personnelle. « <i>Quand un grain de pollen va sur le pistil, dans le style, il crée un tuyau et va jusqu'à l'ovule. Et fait une graine : la fécondation</i> ».	Formulation d'une phrase montrant qu'il a compris que la fécondation implique un organe mâle et un organe femelle et génère une graine. « <i>Pour faire une fécondation, il faut l'organe femelle et l'organe mâle pour faire une graine</i> ».	Formulation qui relie la fécondation aux organes de deux sexes différents, mais sans lien avec la genèse d'une graine. « <i>La fécondation, c'est quand l'organe mâle et l'organe femelle, et ça fait une fécondation.</i> »
Rôle de la narration conceptuelle et limites	Cette élève formule une phrase qui montre sa compréhension de la nécessité de la rencontre pollen-ovule. Cependant, elle se focalise sur la manipulation artificielle présentée dans le compte-rendu d'expérience. C'est cet aspect, discuté avec cet élève dans les échanges d'élaboration du récit qui a été retenu.	Cette élève réactive les contenus du schéma de cours montrant le développement du tube pollinique (Fig. 14, partie 2, chap 1) ainsi que le texte du résumé de fin de séquence. La rencontre ovule-pollen avait été rediscutée dans la mise en récit. Aya avait pris en charge l'explication du mécanisme pour le groupe.	Même si tout le lexique associé à la fécondation n'apparaît pas dans l'explication, le concept de graine est convoqué comme résultat de la fécondation, tel que cela a été discuté dans l'élaboration du récit, qui mobilise des organes mâles et femelles. Cet élève a pu reconfigurer les différents aspects du cours pour s'approprier le concept de fécondation.	Cet élève, lors du travail de groupe, n'est rentré que très peu en discussion avec ses camarades sur le propos de la fécondation. Il n'a pas confronté ses connaissances à ce propos avec celles des autres lors de la construction de l'intrigue. La conceptualisation a été limitée.

Tableau 9 : Acquisitions scientifiques, difficultés persistantes postérieures à la mise en récit, et rôle possible de la narration conceptualisante pour le groupe A

Nous pouvons remarquer que les trois élèves (Nei, Aya, Vad) qui ont progressé dans la compréhension du concept de fécondation ont pris la parole dans le groupe pour discuter de la fécondation comme élément d'appui à leur enquête, en connectant ce mécanisme au rôle du pollen et à l'apparition de graines. Ainsi, nous pouvons proposer que, grâce à la nécessité de choisir avec pertinence un mécanisme biologique pour servir leur énigme, ces élèves ont développé leur explication de ces phénomènes, ce qui leur a permis de conceptualiser le principe de fécondation, en précisant leurs apprentissages scientifiques en termes de connaissances et de démarche.

Adil, quant à lui est resté fixé sur les paramètres constitutifs d'un récit. Les extraits ci-dessous de ses prises de parole lors de la séance de mise en récit montrent une centration sur les moments, les personnages ou les faits qui sont rappelés dans le tableau guide de l'écriture d'un récit policier (Fig. 18, partie 2, chap 1, p 117).

2 : *Quand cela s'est-il passé ?*

5 : *Inspecteur la Fouine*

24 : *...on marque aux flics*

35 : *Alors les traces qui sont laissées...*

41 : *Avec les empreintes digitales du pollen*

56 : *Qui est le coupable ?*

60 : *Bernie*

Pour cet élève, la recherche des composants n'a permis de réassocier que peu d'éléments de savoir à la faveur de la construction de l'intrigue.

Dans un tel dispositif, un des risques serait donc de se focaliser sur le pôle récit. Nous pouvons nous demander ce qui permettrait aux élèves d'articuler efficacement le pôle récit et le pôle scientifique. De même, nous pouvons questionner les conditions grâce auxquelles certains élèves, par l'écoute de leurs camarades, pourraient se saisir des contenus scientifiques. Nous cherchons à présent plus précisément, à travers les entretiens, en quoi la mise en récit a pu favoriser la conceptualisation pour certains.

Les entretiens individuels avec Nei et Aya (Annexe 13 A-1 et 2) précisent comment les discussions entre élèves ont contribué à la conceptualisation.

Nei exprime le fait que les aspects scientifiques qui ont été partagés et expliqués (texte mis en gras dans l'extrait ci-dessous) entre élèves afin de devenir des appuis pour l'enquête, ont permis à ceux qui participent à la discussion de mieux comprendre le concept.

- 27 Chercheur : *Et quand vous avez eu les idées scientifiques, est-ce que vous vous les êtes expliquées dans le groupe ?*
- 28 Neila : *Ben, la mienne, tout le monde avait compris.*
- 29 Chercheur : *Quelle idée tu avais proposée ?*
- 30 Neila : *Bah le nombre d'étamines qui font un code. Et après il y eu d'autres idées ...*
- 31 Chercheur : *Par exemple...*
- 32 Neila : *Comme la reproduction. Au début, j'avais pas trop compris, du coup **Aya elle a réexpliqué.** [dans la séance de mise en récit, Annexe 9-A, Aya au tour de parole 51 explique l'expérience de fécondation artificielle]. **Et les autres ils avaient déjà un peu compris.***
- 33 Chercheur : *D'accord, Aya elle avait compris, du coup elle a réexpliqué aux autres.*
- 34 Neila : *Ouais mais les autres, c'était pas trop difficile à leur expliquer, vu qu'ils avaient déjà un peu compris, eux.*
- 35 Chercheur : *Et de ce fait, quand elle, elle l'a expliqué, ça t'a aidé à remettre en place toutes les idées*
- 36 Neila : *Ouais puisqu'**au début, ça m'embrouillait un peu en fait. Après quand elle a réexpliqué, Vadim il a dit ses idées et du coup, bah on a trouvé un arrangement et c'était bon.*** [dans la séance de mise en récit, Annexe 9-A, Vad au tour de parole 39 indique : « si on en met sur les main [du pollen], ça va faire des traces »]
- 37 Chercheur : *Et tout était possible, d'accord. Et au final, sur cette histoire de fécondation, ça vous a permis d'en rediscuter entre vous un petit peu entre vous ?*
- 38 Neila : *Ouais*

Interrogée sur les apports scientifiques qu'elle a mémorisés et compris, Aya indique que la mise en récit a été l'occasion de « reprendre » ces éléments, ce qui a permis de mieux comprendre (en gras).

- 43 Chercheur : *Et si tu avais quelque chose à retenir concernant les fleurs, les fruits, les graines, la fécondation, qu'est-ce que tu retiendrais après tout le travail de la séquence de sciences et la réalisation de l'histoire ?*
- 44 Aya ; *Moi je dirais que ce serait la pollinisation et la fécondation après, quand le pollen rencontre l'ovule.*
- 45 Chercheur : *D'accord. Quelque chose de nouveau que tu as compris ?*
- 46 Aya : ***Au début de l'évaluation je ne comprenais pas vraiment les mots. Et après madame elle nous a tout expliqué et puis on a tout repris dans l'histoire. Alors j'ai bien compris.***

Nous avons en particulier perçu la bonne compréhension de cette élève Aya lors des explications de fécondation artificielle qu'elle a menées à deux reprises (tours de parole 51 et 68 dans l'annexe 9-A). C'est l'échange 51-53 qui permet à l'autre élève, Nei, de reformuler la procédure en activant connaissances et compétences scientifiques.

De même, Neila indique lors de son entretien comment la re-sollicitation des connaissances à l'occasion de la mise en récit a contribué à mémoriser et éclaircir des contenus.

- 45 Chercheur : *Si tu avais quelque chose à retenir sur les fleurs, les fruits, la fécondation, les graines, qu'est-ce que tu retiendrais des séances de sciences ? Tu peux repenser aussi à ce qui s'est fait dans le récit, qu'est-ce que t'aurais envie de partager ?*

46 Neila : *Je pense que ce serait tout ce qui est fécondation tout ça, je connaissais pas la partie mâle et la partie femelle. Tout ce que je savais c'est qu'une fleur, peut devenir un fruit, mais je ne savais pas trop comment. Ensuite madame, elle nous avait parlé de la partie mâle et la partie femelle. Et en fait, quand on a corrigé ça m'a permis de comprendre plein de choses que j'avais raté. Et puis on a utilisé ce qu'on a appris dans l'histoire, alors en expliquant c'était plus clair.*

Nei et Aya précisent encore en quoi la nécessité de construction de l'intrigue va les inciter à convoquer les savoirs scientifiques :

Aya (Annexe 13 A-2)

39 Chercheur : *Et, donc les éléments scientifiques, vous les utilisez pour quoi dans l'histoire ?*

40 Aya : *C'est pour les indices, c'est pour trouver le suspect.*

Nei (Annexe 13-A1)

39 Chercheur : *Et donc quand vous l'avez utilisé cette idée scientifique, ça vous a servi à quoi en fait ?*

40 Neila : *L'idée scientifique ?*

41 Chercheur : *Oui les deux, la tienne, puis l'autre aussi.*

42 Neila : *Ça sert d'indice pour trouver le coupable, et en fait la première avec les étamines ça sert d'indice, et la deuxième c'est plutôt pour trouver le coupable. Plus le témoin.*

La genèse d'indices pour le récit évoquée par Neila consiste à établir un codage à partir des éléments anatomiques de la fleur (décrit en annexe 9-A, au cours de la mise en récit, dans le tour de parole 32). La deuxième idée qu'elle évoque est celle de la fécondation artificielle pour retrouver l'origine du pollen (tours de paroles 53 et 67 de l'annexe 9-A). C'est à cette occasion qu'elle mobilise implicitement un raisonnement hypothético-déductif, que nous avons reconstruit en page 130 du chapitre 1 de cette partie, de cette manière :

- Sachant que du pollen appliqué sur une fleur donne des graines grâce à la fécondation quand le pollen est issu du même type (espèce) de fleur (*savoir apodictique : C'est ainsi et cela ne peut pas être autrement*),
- S'il y a apparition de graines quand le pollen est appliqué sur une fleur
- Alors la fleur est de même type (espèce) que celle qui a donné le pollen.
- De plus, si ce type de fleur était présent près de la victime, alors le suspect était présent près de la victime

Nous pouvons donc repérer que les élèves qui ont pu alterner au cours de l'élaboration de leur récit, des phases de contextualisation où ils intègrent les éléments de savoirs scientifiques à leur histoire avec des phases de décontextualisation qui mobilisent un raisonnement scientifique objectif pour traiter de problèmes fonctionnalistes liés à la fécondation, ont pu construire ou consolider ce concept. Dans la discussion, ces élèves ont

sollicité un savoir apodictique pour mener leur raisonnement qui est mis au service de l'intrigue. Les savoirs scientifiques stabilisés ont alors pu être mémorisés. Nous pouvons de plus remarquer que si le mécanisme précis de la fécondation n'est pas explicitement développé dans la construction de l'intrigue et dans l'histoire policière, il semble être compris de certains élèves, comme le montre leur entretien.

À ce stade de notre recherche, nous réalisons un bilan de ce que nous avons pu mettre au jour pour le groupe A dans notre modèle de narration conceptualisante

Lors de la mise en récit, la résolution de problèmes liés au contexte de leur intrigue amène les élèves qui s'y impliquent à mobiliser des connaissances et des éléments de savoirs issus du cours, à **expliquer** les phénomènes scientifiques ce qui favorise l'**intégration de ces savoirs**. Cette intégration conduit, dans une phase **d'objectivation**, à la **faveur de raisonnements argumentés**, à la **reconfiguration** des savoirs associés à des problèmes fonctionnalistes liés à la compréhension du concept de fécondation (rôle du pollen dans la fécondation, nécessité de gamètes de même espèce). L'élève focalisé sur les aspects formels du récit a faiblement participé à la conduite des raisonnements. Il montre de nouvelles acquisitions plus limitées que celles de ses camarades. Une *limite* du dispositif pourrait résider dans la centration exclusive de cet élève sur le pôle « fiction » dans la mesure où l'orientation par les camarades et l'enseignante sur les raisonnements scientifiques n'a pas pu aboutir à l'implication de l'élève. Nous pouvons, à cette étape, repérer une relation entre l'aptitude à s'impliquer dans les raisonnements liés à l'intrigue et la conceptualisation. Nous notons de plus que les savoirs scientifiques reconfigurés ont favorisé d'une part la construction et la mémorisation des concepts visés par les enseignements et d'autre part l'approfondissement des apports du cours vers d'autres savoirs non travaillés en classe, en particulier le principe de fécondation intraspécifique.

Deux conditions favorables à la reconfiguration par les élèves des éléments de savoirs scientifiques peuvent être suggérées à ce stade.

Nous notons tout d'abord le **rôle de l'enseignante dans le questionnement, qui prend appui sur le pôle du récit**, pour orienter les réflexions vers des problèmes scientifiques (en l'occurrence celui de la fécondation en général et celui de la fécondation intraspécifique). C'est le cas, par exemple, pour son tour de parole 42 lors de la séance de mise en récit (Annexe 9 A).

« D'accord. Et, si on a retrouvé du pollen, qu'est-ce qu'on peut faire pour savoir de quelle fleur vient ce pollen ? »

Nous pouvons aussi repérer que les élèves qui ont progressé, Nei, Aya, et Vad, **prennent en compte mutuellement les propositions et réflexions de chacun**. Vad active le concept qui donnera lieu à l’argumentation scientifique et qui orientera vers le choix des indices (Annexe 9 A)

49	Enseignante	<i>Vous avez appris des choses sur le pollen ?</i>
50	Vad	<i>Il fait la fécondation...</i>

Nei et Aya développent, en écho l’une de l’autre, leur raisonnement scientifique au service de leur intrigue comme nous l’avons analysé dans les échanges 51 à 53 et 67 à 68 de l’annexe 9 A.

Nous pouvons noter les étapes de raisonnement conduites par les élèves et l’émergence d’un concept non énoncé explicitement en classe ne sont pas mises en évidence par l’enseignante au cours de la mise en récit. Un axe d’approfondissement de la recherche, que nous reprendrons dans la section consacrée aux nouvelles pistes de recherche, serait de pouvoir creuser la manière avec laquelle l’enseignante, sans aller vers un guidage trop serré, pourrait faire prendre conscience aux élèves de leur raisonnement et des savoirs implicites qui ont émergés.

Nous allons à présent chercher si ce que nous avons caractérisé dans le traitement de problèmes fonctionnalistes par les élèves du groupe A est également mis en évidence dans les autres groupes, à la fois pour les potentialités qu’offre la narration conceptualisante et pour les limites que nous avons repérées.

1.2 La compréhension du concept biologique de fécondation à travers la mise en récit du groupe B

Le groupe B est constitué par l’enseignante qui identifie les caractéristiques suivantes aux élèves : Mel, réfractaire aux sciences ; Ili, en difficulté ; Ser, en difficulté, n’a pas pu être présente les jours des évaluations ; Ade, plutôt en réussite. Le rôle du pollen dans la fécondation et la genèse de graines sont mobilisés dans la préparation du récit des élèves de ce groupe (Annexe 9 B). Nous portons donc prioritairement notre attention sur ces notions dans l’analyse des productions d’élèves. Dans un premier temps nous repérons leurs représentations à propos des fruits de façon à faire apparaître ce qu’ils soulèvent comme problèmes qui y sont attachés. Puis nous caractérisons les difficultés et obstacles épistémologiques qui se posent dans leur

évaluation pré-récit pour examiner comment leurs interactions durant l'élaboration de leur intrigue peuvent éventuellement faire évoluer les savoirs qui seront évalués ensuite.

1.2.1 Les représentations individuelles des élèves avant l'enseignement de sciences

Les écrits des élèves ci-après proviennent des productions d'élèves présentées en annexe 1- 5 à 7.

Mel (Annexe 1- 5) indique :

*Ce que je sais, c'est qu'il y a plus de vitamines dans la peau du fruit. Et je pense que dans les fruits, il peut y avoir 13 nutriscores, je ne me souviens plus trop.
[sur la poire] Il y a plus de vitamines sur sa peau que à l'intérieur. On peut aussi manger sa peau comme la pomme et aussi plein d'autres fruits. Mais sur la pastèque, la peau, je ne la mange pas, mais par contre, je mange les pépins, mais je n'aurai pas de pastèque dans le ventre.*

Ili (Annexe 1- 6) écrit dans sa production individuelle :

Dans les fruits il y a souvent des graines, des vitamines et même de la peau.

Ade (Annexe 1- 7) indique :

Les fruits sont bons pour la santé, pour le corps. C'est sucré, plein de vitamines, de glucides, de calcium, de bonnes bactéries et c'est bon.

Le tableau ci-dessous résume les catégories de contenus soulevés par les élèves, dont les appuis possibles pour la séquence de sciences (en gras)

<i>Contenus sous-jacents</i>	<i>Mel</i>	<i>Ili</i>	<i>Ade</i>
Apports nutritifs (vitamines), bienfait pour la santé	x	x	x
Présence de sucre			x
Bon au goût			x
Façon de les manger	x		
Présence de graines/pépins	x	x	
Croissance des pépins			x

Tableau 10 : Catégories de contenus sous-jacents dans les représentations des élèves du groupe B

Nous pouvons remarquer que les trois élèves mettent en évidence les apports nutritifs, en particulier les vitamines, et les bienfaits des fruits pour la santé. Quand Ade dit « c'est bon », cela peut s'entendre comme bon pour la santé ou comme un goût agréable. En effet, il fait apparaître la représentation courante du fruit sucré.

Sur le plan scientifique, Ili place sur le même plan les structures anatomiques que sont les graines et les apports nutritifs des vitamines. Scientifiquement, si elle mentionne la présence de graines, comme Aya dans le groupe précédent, elle ne la généralise pas à tous les fruits. Au

détour de sa façon de manger, Mel signale la présence de pépins dans les fruits et elle évoque, de manière implicite, leur capacité à générer une nouvelle plante, hors du corps humain.

Dans ce groupe, nous retrouvons l'émergence des apports nutritifs et du goût sucré déjà repérés dans le groupe précédent, en relation avec l'interview du cuisinier. Les graines sont identifiées par deux élèves comme composants des fruits mais leur relation au développement du fruit n'est pas pointée.

1.2.2 Les difficultés identifiées dans les évaluations antérieures à la mise en récit

Repérage de l'usage des mots directement liés au mécanisme de fécondation.

Le tableau ci-dessous fait apparaître l'usage correct ou erroné des mots liés au fonctionnement de la fécondation, dans le texte à trous de l'évaluation pré-récit.

Mots	Mel (Annexe 6- 5)	Ili (Annexe 6- 6)	Ade (Annexe 6- 7)
Pollinisation	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fécondation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Graine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tableau 11 : Usage des mots liés au problème de fécondation pour les élèves du groupe B

Nous pouvons repérer que, dans la logique de fonctionnement qui mène de la pollinisation au développement du fruit, Mel ne va pas jusqu'à identifier la formation du fruit et Ili ne repère pas la pollinisation. Ade utilise seulement le mot graine avec pertinence.

Pour mieux comprendre où se situent les difficultés, nous menons ci-dessous une analyse dans le contexte global du texte.

Analyse de l'usage des mots dans le contexte global de la reconstitution du texte

Les élèves de ce groupe B n'utilisent avec pertinence, dans l'ensemble du texte à compléter, que 4 à 7 mots sur un total de 10 mots.

	Mel (Annexe 6- 5)	Ili (Annexe 6- 6)	Ade (Annexe 6- 7)
Nombre /10	4	7	4
Mots utilisés avec pertinence	Pollen, pollinisation, fécondation, graines	étamines, pollen, pistil, ovule, fécondation, graine, fruit	étamines, pollen, ovules, graines

Tableau 12 : Nombre et nature des mots utilisés avec pertinence dans le texte à trous par les élèves du groupe B

Les mots indiqués en gras dans les extraits ci-après, sont ceux complétés par les élèves.

Pour Mel, on peut noter des confusions dans l'identification des organes mâles et femelles :

*L'ovaire qui contient les **étamines***

De plus, elle n'identifie pas la fécondation comme le déclenchement du développement du fruit :

*Après la fécondation, la graine grossit et la paroi de l'ovaire s'épaissit. : un nouveau **pistil** contenant des graines se forme.*

Ili ne complète pas le texte se rapportant à la pollinisation, mais utilise de façon attendue les mots dans la partie du texte explicatif portant spécifiquement sur le mécanisme de fécondation et le développement du fruit :

Si un grain de pollen rencontre un ovule, il y a fécondation et formation d'une graine. Après la fécondation, la graine grossit et la paroi de l'ovaire s'épaissit : un nouveau fruit contenant des graines se forme.

Ade, n'a pas reconstitué correctement la phrase relevant du mécanisme de fécondation :

*Si le grain de pollen rencontre un ovule, il y a **sexué**.*

Le mot pollinisation n'est pas employé de façon adéquate, indiquant que cette notion n'est pas comprise :

*Le pistil est l'organe reproducteur **pollinisation***

Ainsi dans ce groupe nous repérons des axes qui pourraient constituer des difficultés à la construction du concept de fécondation et qui nécessiteraient des approfondissements épistémologiques : la non identification de la pollinisation comme étape préalable à la fécondation (pour Ili et Ade), la non distinction entre organes reproducteurs mâles et femelles (Mel), des imprécisions dans les éléments constitutifs de organes reproducteurs femelles (Ili et Ade), la non identification du fruit comme résultat de la fécondation (Mel et Ade).

Nous examinons maintenant comment les discussions de groupe peuvent permettre de dépasser ces difficultés.

1.2.3 Des processus de conceptualisation au cours des discussions menées lors de la mise en récit

Les discussions du groupe B s'organisent à partir d'un meurtre dans un champ de maïs. La transcription complète des discussions du groupe est reportée en annexe 9-B. Dans les extraits de transcription ci-dessous, nous indiquons en *italique* les propos portant sur les *contenus scientifiques*. Nous soulignons les éléments portant sur les constituants du récit.

L'extrait ci-dessous montre que, comme pour le groupe A, le pollen y est convoqué sachant qu'il peut laisser des traces sur le coupable. C'est l'élève Ser, absente lors de la séance où sont développées les représentations et lors de l'évaluation pré-récit, qui lance cette idée. Une autre élève (Ili) propose une expérience de fécondation artificielle à partir du pollen recueilli afin d'identifier le type de fleur qui génère des graines, et donc la plante qui porte ces fleurs. Ainsi, les enquêteurs pourront connaître les plantes avec lesquelles le suspect a été en contact sur le lieu du méfait.

1.	Ser	Pour moi il y aura un <u>crime</u> . Dans la nuit, il y a quelqu'un qui roule et qui voit devant une personne qui rentre chez elle mais vraiment très tard. Et il fait il fait des appels de phares et il dit à la personne de tourner dans le champ. Et elle y va. Et il tue la personne et il brûle la voiture. Le lendemain, il fait genre qu'il est normal et tout. Mais en vrai il a commis un <u>crime</u> . Personne pour l'instant ne le sait. Et comme c'était dans un champ de maïs et que le <i>pollen</i> c'est facile à <u>tâcher</u> et que ça colle aux doigts quand on en touche, il va le garder sur lui.
2.	Enseignante	Alors s'il a du <i>pollen</i> de maïs sur lui, comment on peut faire pour savoir si c'était vraiment du <i>pollen</i> de maïs ? D'après ce que vous avez appris ?
3.	Ade	On fait une <i>analyse</i> avec un <i>botaniste</i> .
4.	Enseignante	C'est-à-dire ? Comment le <i>botaniste</i> comment il peut faire pour prouver que c'est le <i>pollen</i> de maïs ?
5.	Ser	Il peut <i>l'analyser</i>
6.	Enseignante	Oui, comment vous avez fait à la séance d'avant ? Vous avez vu que le <i>pollen</i> il est capable de faire quelque chose dans la fleur ?
7.	Ser	Ah, je sais plus ...
8.	Ili	Il y a l' <i>ovule</i> et l' <i>ovaire</i> . Il va rencontrer l' <i>ovule</i> et ça va fabriquer les <i>graines</i> .
9.	Enseignante	Alors écrivez ce que vous pouvez faire pour l' <u>enquête</u> . Alors, quel <u>indice</u> on découvre ?
10.	Ser	Le <i>pollen</i> .
11.	Ili	On peut faire <i>l'expérience</i> d'un <i>botaniste</i> qui <i>analyse</i> tout. Alors l' <u>enquêteur</u> , il va faire une <i>expérience</i> où le <i>pollen</i> il va rencontrer les <i>ovules</i> dans la fleur. S'il met du <i>pollen</i> sur le <i>pistil</i> de maïs et que ça fait des <i>graines</i> de maïs et ben c'est que c'était bien du <i>pollen</i> de maïs
12.	Enseignante	Alors allez-y je vous laisse écrire.
13.	Ade	Donc j'ai marqué en <u>indice</u> : <i>pollen</i> de maïs
14.	Ili	Alors l' <u>enquêteur</u> , on l'appelle Sherlock Holmes ?

Le problème que soulève l'intrigue énoncée par Ser (1) n'est pas formulé explicitement mais il revient à « comment savoir si le pollen retrouvé sur le suspect est du pollen de maïs ? », Ade (3) fait appel dans un premier temps au botaniste. Il ne mobilise pas les apports de cet expert sous forme de savoirs assertoriques qui auraient pu être délivrés de manière directe. Mais il sollicite l'autorité scientifique du botaniste relative aux démarches à utiliser. Le rôle du botaniste a été introduit en classe lors de l'exploitation du compte-rendu d'expérience comme le spécialiste des végétaux. (Fig. 13, Partie 3, p. 111). La mise en récit a permis aux élèves de se saisir de son rôle d'expert et de prendre appui sur les savoirs et pratiques dont il dispose concernant le pollen pour rechercher le coupable. C'est en réalité l'expertise de son raisonnement scientifique qui va être mobilisée.

En effet, Ili (8) se souvient dans un premier temps, comme indiqué dans la trace finale de la séquence de sciences (Fig. 14, partie 3, p. 112) que la fécondation des ovules par le pollen a pour conséquence la genèse de graines :

Il (le pollen) va rencontrer l'ovule et ça va fabriquer les graines

Puis, elle explique comment réaliser une expérimentation de fécondation artificielle, en analogie au compte-rendu réalisé en classe, selon un raisonnement de botaniste. Ce raisonnement lui permet de traiter un problème fonctionnaliste lié à fécondation, et qui sert l'investigation du récit. Des repères pour le raisonnement sont signalés en gras.

Énoncé d'un élément de l'intrigue (Ili, 11)	Sollicitation et intégration de contenus scientifiques associés au fonctionnement de la fécondationpour répondre à un problème lié à l'intrigue
<i>Alors l'enquêteur, il va faire une expérience où ...</i>	<i>... le pollen il va rencontrer les ovules dans la fleur. S'il met du pollen sur le pistil de maïs et que ça fait des graines de maïs et ben c'est que c'était bien du pollen de maïs.</i>	La conclusion de l'expérimentation prouve la présence du suspect dans un champ de maïs.

Tableau 13 : Cheminement de pensée d'Ili

Ili s'appuie ici sur une raison qui fonde le raisonnement, et qui amène à un savoir apodictique, qui ne peut pas être autre. Elle a en effet identifié, implicitement, la nécessité d'avoir un pollen correspondant à l'espèce de la fleur que l'on cherche à féconder pour obtenir des graines. Dans ce contexte, il ne peut pas en être autrement, le savoir est bien apodictique. Elle convoque une pratique scientifique, comme pour le groupe A, issue du compte-rendu, ainsi que de la trace écrite et l'apport complémentaire oral de l'enseignante pour les reconfigurer dans le contexte de la mise en récit et ainsi faire apparaître une caractéristique nouvelle, celle de fécondation intraspécifique : ici, l'espèce « maïs » est bien citée à la fois pour pistil, pollen

et graine. Cette notion qui n'avait pas été explicitée en classe apparaît clairement dans le contexte de la construction de l'intrigue. Même si cette dernière expression « intraspécifique » n'est pas nommée, le lexique n'ayant pas été apporté, la notion construite est bien sous-jacente.

Le raisonnement hypothético-déductif peut être identifié ainsi :

Sachant que lors de la fécondation (fondement), la rencontre pollen-ovule du pistil donne une graine,

si pollen testé + pistil de maïs donne une graine de maïs

(en vertu du fait que la fécondation se fait entre gamètes issus de la même espèce)

alors, le pollen testé est du pollen de maïs

Il est à noter que Mel, n'intervient que très peu dans les discussions de façon générale, et pas du tout dans les réflexions scientifiques. Ainsi, elle n'a pas l'occasion de s'inscrire oralement dans un raisonnement relatif au concept de fécondation. Mais elle prend la parole pour signifier son désaccord relativement aux composants du récits.

25	Ser	La victime j'ai mis Lana, c'est une ado et le meurtrier, j'ai mis Gérard. Pour la victime c'est bon ?
26	Mel	Non, ben moi je veux pas

Elle prend en main la rédaction de manière à faire avancer le récit. Elle va se saisir du protocole et des arguments pour rédiger les événements de l'histoire. C'est d'ailleurs elle qui résume en partie l'intrigue à l'enseignante.

34.	Ser	Allez, on écrit.
35.	Ili	Quelqu'un qui écrit bien
36.	Ade	C'est pas moi.
37.	Mel	Ben j'écris. C'est quoi le titre
38.	Ade	Un champ de maïs
39.	Ili	Le crime du champ de maïs.
40.	Enseignante	Alors vous en êtes où ?
41.	Ade	Alors dans un champ de maïs il y a un homme en voiture qui a tué quelqu'un.
42.	Ili	On peut commencer par un soir, très obscur ...
43.	Ade	Il y avait un homme en voiture, habillé tout en noir
44.	Mel	Il s'arrêta dans les champs

[...]

50.	Enseignante	Alors, ce qui est important c'est votre histoire. Qu'est-ce que s'est passé ?
51.	Mel	Alors c'est Gérard, le meurtrier, il va voir Hector Jack et Lana qui sont dans une voiture, en train de rentrer chez eux et il fait des appels de phares.

Mais cette écriture, uniquement centrée sur le pôle récit, ne lui permet pas de s'impliquer oralement dans une reconfiguration des éléments de savoir scientifique.

En tenant compte des prises de parole des élèves au cours de la mise en récit, nous analysons à présent ce que cette narration a pu avoir comme effet sur l'acquisition des savoirs des élèves de ce groupe B.

1.2.4 Quels savoirs construits ont-ils été mémorisés dans le groupe B ? Quel rôle possible de la narration conceptualisante ?

Nous avons repéré lors des évaluations précédant la mise en récit (Annexe 6- 5 à 7) des difficultés concernant la non identification de la pollinisation comme étape préalable à la fécondation (pour Ili et Ade), la non distinction entre organes reproducteurs mâles et femelles (Mel), des imprécisions dans les éléments constitutifs de organes reproducteurs femelles (Ili et Ade), la non identification du fruit comme résultat de la fécondation (Mel et Ade).

Nous cherchons dans les évaluations réalisées après la mise en récit (Annexe 11- 5 à 7) les savoirs construits et les aspects qui restent erronés. Nous nous focalisons sur la question qui demande clairement aux élèves « *Écris un petit texte (accompagné de schémas si tu le souhaites) pour expliquer la fécondation d'une fleur* ». Un entretien avec l'élève Mel (Annexe 13 B) nous permet d'éclairer notre interprétation de ce qui a pu faciliter ou non la construction de ces savoirs.

A la comparaison des évaluations menées avant et après la mise en récit, nous observons que deux élèves de ce groupe (Ili et Ade) montrent des progrès et que le dispositif a eu des effets très limités pour une élève (Mel)

Le tableau suivant présente les acquisitions et les difficultés persistantes mises en évidence par la comparaison des évaluations pré-récit et post-récit en lien avec le mécanisme de fécondation qui a été traité dans le récit. Des éléments portant sur le rôle de la narration conceptualisante y sont proposés.

	Mel	Ili	Ade
Difficultés repérées dans les évaluations pré-récit (Annexe 6-5 à 6-7)	Non identification du fruit comme résultat de la fécondation Pas de distinction claire des organes mâles et femelles	Concept de fécondation correctement identifié Imprécisions des éléments constitutifs de organes reproducteurs femelles	Non identification du mécanisme de fécondation Imprécisions des éléments constitutifs de organes reproducteurs femelles
Acquisitions et difficultés persistantes repérées dans les évaluations post-récit (Annexe 11-5 à 11-7)	Explication de la fécondation qui fait apparaître la graine : « <i>En premier, on a une graine, après on a une petite pousse ...</i> Un lien est fait entre fécondation et graine, mais c'est le développement de la graine qui est expliqué et non son origine. Le concept de fécondation lui-même n'est donc pas acquis. Des parties mâles et femelles sont distinguées mais représentées de la même manière et organisées en « côté droit et côté gauche » ce qui n'est pas une réalité scientifique. « <i>du côté gauche on a l'organe femelle et du côté droit l'organe mâle.</i> »	Définition de la fécondation correspondant à l'attendu : « <i>La fécondation d'une fleur, c'est quand le pollen rencontre l'ovule.</i> »	Caractérisation de la fécondation : <i>C'est quand un grain de pollen touche l'ovule de l'ovaire.</i>
Rôle de la narration conceptualisante et limites	Appropriation des termes de pollen et ovules mobilisés par les camarades, amenant à identifier leur appartenance à deux appareils reproducteurs différents, mâle et femelle. Mais la genèse de la graine par le mécanisme de fécondation n'a pas été construite.	Consolidation des acquis par la mobilisation et l'explication des contenus scientifiques dans le contexte fictif qui les donne à voir sous un autre angle pour cette élève et pour ses camarades.	Appropriation des contenus d'expériences expliquées par les camarades et reconfiguration des éléments de savoir permettant de progresser dans sa compréhension de fécondation.

Tableau 14 : Acquisitions scientifiques, difficultés persistantes postérieures à la mise en récit, et rôle possible de la narration conceptualisante pour le groupe B

Au regard des évaluations, nous observons que les bénéfices de la mise en récit sur la compréhension des mécanismes biologiques sont différents selon les élèves, en fonction de leur manière de s'impliquer dans la narration.

Les deux élèves pour lesquels nous observons un effet positif sur la construction du concept de fécondation ont participé à la discussion sur l'usage du pollen comme indice, en convoquant une fécondation pour identifier le lieu du méfait et se sont investis dans les réflexions scientifiques. Ade, propose une idée pour servir l'histoire en réactivant le rôle du botaniste abordé en cours. En retour, Ili mène une explication scientifique qui consolide son propre savoir et apporte des éclairages à ses camarades. Même si Ade prend surtout la parole pour pointer les éléments fictifs au moment de l'écriture, il se montre réactif au début de la discussion et tire profit des explications d'Ili. Cette situation fait donc apparaître une différence avec celle où Adi, dans le groupe A, se focalise uniquement sur les composants du récit et reste étranger à la mobilisation des contenus scientifiques.

La prise en charge par Mel, du groupe B, de la tâche d'écriture, uniquement centrée sur le pôle récit, ne lui permet pas de s'impliquer dans une reconfiguration des éléments de savoir scientifique.

Nous souhaitons à ce stade revenir sur les conditions facilitatrices que la narration conceptualisante est susceptible d'installer et que nous avons suggérées pour groupe A, au regard des élèves qui ont progressé.

Pour ce groupe B, nous avons remarqué, comme pour le groupe A, le rôle du questionnement de l'enseignant qui prend appui sur les propositions des élèves liées à l'intrigue pour orienter la réflexion vers un problème scientifique pour lequel des éléments de savoir ont été abordés en cours. Le tour de parole n°2 de l'enseignante en annexe 9 B illustre ce point :

Alors s'il a du pollen de maïs sur lui, comment on peut faire pour savoir si c'était vraiment du pollen de maïs ? D'après ce que vous avez appris ?

De plus, la prise en compte des propositions des élèves par leurs camarades paraît être un élément déterminant dans la mobilisation des raisonnements scientifiques qui sont nécessaires pour la construction de l'intrigue.

Nous citons ici les tours de parole en début de séance (Annexe 9B) qui ont enclenché l'implication scientifique de ces élèves dans la reconfiguration de façon différente comme l'analyse menée dans le paragraphe 1.2.3 de ce chapitre le montre :

3	Ade	On fait une analyse avec un botaniste.
4	Enseignante	C'est-à-dire ? Comment le botaniste comment il peut faire pour prouver que c'est le pollen de maïs ?
5	Ser	Il peut l'analyser
6	Enseignante	Oui, comment vous avez fait à la séance d'avant ? Vous avez vu que le pollen il est capable de faire quelque chose dans la fleur ?
7	Ser	Ah, je sais plus ...
8	Ili	Il y a l'ovule et l'ovaire. Il va rencontrer l'ovule et ça va fabriquer les graines.

A l'inverse, au cours des échanges de la mise en récit, Mel a l'impression que ses idées ne sont pas prises en compte, et elle reste en dehors des discussions et de l'investissement scientifique. Cette posture pourrait expliquer le faible bénéfice qu'elle tire de ce dispositif.

25	Ser	La victime j'ai mis Lana, c'est une ado et le meurtrier, j'ai mis Gérard. Pour la victime c'est bon ?
26	Mel	Non ben moi je veux pas
27	Ili	On s'en fout !
28	Mel	Ben non !

47	Ade	Mais pourquoi il tue ?
48	Ser	Ben on sait pas, mais c'est pas grave.
49	Mel	Ben si c'est grave !

59	Mel	Mais depuis tout à l'heure il y a que vous qui donnez des idées.
60	Ili	Ben t'as qu'à donner tes idées et on dit oui ou non.
61	Mel	Y a personne qui m'écoute
62	Ili	Si moi, je t'écoute. Alors, on écrit ...

De façon à bien comprendre comment la narration conceptualisante a pu contribuer ou non à la construction de savoirs, nous analysons maintenant ce que Mel exprime lors de son entretien.

L'entretien avec Mel, présenté en annexe 13 B, ouvre des pistes pour comprendre ce qui s'est joué au cours de la mise en récit du groupe B.

Mel, ordinairement réfractaire aux sciences, montre, dans son tout de parole n°2, que le récit lui a permis de s'intéresser au sujet traité grâce à la mise en histoire (les éléments s'y référant sont soulignés par nos soins).

Moi, la science c'est pas trop mon truc, mais en fait, le fait qu'on raconte une histoire, en groupe, même si dans mon groupe, il y a vraiment beaucoup de disputes, on n'arrive pas à se mettre d'accord, et que j'ai dû finir un peu le texte toute seule, eh ben ça m'a plu. Avant la science je l'ignorais un peu, donc j'étais pas du tout intéressée, puis après au fur et à mesure, la plante ça a commencé à m'intéresser parce qu'après on allait faire une histoire. Du coup l'histoire après, ... j'ai bien commencé, puis ouais ça me plait quand même.

Elle identifie une particularité dans cette approche, qui réside dans la construction d'un récit qui a du sens. Même si elle reconnaît que cet objectif est, en lui-même, difficile.

7 Chercheur : *Et au-delà des chamailleries ou des disputes, qu'est-ce qui était difficile à faire dans cette histoire ?*

8 Mélanie : *Bah une histoire qui a un sens. [...]*

On retrouve son attention à créer du sens à l'histoire dans l'échange suivant de la mise en récit (Annexe 9 B) :

46.	Ili	Ça ferait « Un soir très sombre, un jeune meurtrier dont le nom était Gérard, cherchait quelqu'un à tuer »
47.	Ade	Mais pourquoi il tue ?
48.	Ser	Ben on sait pas mais c'est pas grave.
49.	Mel	Ben si c'est grave !

Les propos de Mel, lors de son entretien (Annexe 13 B), montrent que la recherche de contenus scientifiques n'a pas posé soucis et que la mise en récit a donné l'occasion aux élèves de se saisir du concept de pollen abordé en classe pour le « reconfigurer » dans la préparation de l'histoire :

11 Chercheur : *Et justement, pour trouver les connaissances scientifiques qui avaient du sens, est-ce que ça a été difficile de s'en souvenir, à propos des fleurs, des fruits ... ?*

12 Mel : *Pas trop parce que, on avait fait une évaluation le jour d'avant donc ça a un peu été tout seul même si on n'a pas retravaillé sur la fleur, on a juste pris le mot pollen.*

Elle précise dans l'entretien que le pollen qui a été utilisé comme indice :

25 Chercheur : *Et ces connaissances sur le pollen, les fleurs et les fruits, vous les avez utilisées pour quoi dans l'histoire, pour faire des indices, des preuves, autre chose... ?*

26 Mel : *Des indices*

Deux élèves indiquent explicitement en effet, lors de la mise en récit, que le pollen sert d'indice

9.	Enseignante	Alors écrivez ce que vous pouvez faire pour l'enquête. Alors, quel indice on découvre ?
10.	Ser	Le pollen.

12.	Enseignante	Alors allez-y je vous laisse écrire.
13.	Ade	Donc j'ai marqué en indice : pollen de maïs

Mel indique que des explications ont pu être partagées, mais qu'elle est restée en retrait, ce que nous avons perçu dans notre analyse des discussions de la mise en récit :

21 Chercheur : *Et quand vous avez utilisé des connaissances scientifiques sur les fleurs et les fruits, vous vous êtes expliqué les connaissances entre vous, dans le groupe, sur la fécondation, sur le pollen ... ?*

22 Mel : *Les autres oui, moi pas trop. Parce qu'il y a vite des chamailleries dans le groupe.*

23 Chercheur : *Donc tu as préféré ne pas prendre la parole pour ne pas déraiper ?*

24 Mel : *Ouais.*

Les explications au sein du groupe évoquées par Mel sont celles présentées dans l'extrait analysé précédemment (Annexe 9 B, échanges 2 à 11) qui portent sur le rôle du pollen et des ovules dans la fécondation. Mel a pu en tirer un petit bénéfice puisque dans son évaluation post-récit, elle a pu distinguer les appareils reproducteurs mâle et femelle.

Cependant, les chamailleries dont parle Mel sont les raisons qui l'empêchent de s'investir dans les explications et raisonnements scientifiques que nous avons identifiés dans l'analyse de la mise en récit (paragraphe 1.2.3 de ce chapitre). Ces chamailleries portent sur le choix des prénoms des personnages, ce qui ne sert pas particulièrement la construction de connaissances ni l'intrigue. C'est d'ailleurs ce qu'elle fait remarquer (24) :

17.	Ade	Mais à chaque fois qu'on va dire un prénom, il y en a qui seront d'accord et d'autres qui seront pas d'accord ! Bon Alors ?
18.	Ili	Allez, David
19.	Ade	Ouais, ça va, allez.
20.	Ser	Alors les personnages, et ben on va prendre une ardoise et on va chacun écrire un nom pour les personnages. D'abord la victime
21.	Ade	Et les meurtriers. Et ça veut dire quoi suspects ?
22.	Ili	Ben c'est ceux qui ont vu ou entendu, qui sont là et on a des doutes sur eux. <i>Temps d'écriture</i>
23.	Ili	Alors Ser en victime elle a mis Romain, le premier suspect c'est Philippe, le deuxième c'est Lucas, le meurtrier c'est Gérard. Pour moi, le meurtrier c'est Mickaël, le premier suspect, c'est Monsieur Maggy, le deuxième suspect, c'est madame Loffe, et la victime j'ai mis Jack.
24.	Mel	On va perdre une demi-heure pour les noms ! On n'a même pas complété toute la feuille !
25.	Ser	La victime j'ai mis Lana, c'est une ado et le meurtrier, j'ai mis Gérard. Pour la victime c'est bon ?
26.	Mel	Non, ben moi je veux pas
27.	Ili	On s'en fout !
28.	Mel	Ben non !
29.	Ili	Ben si !
30.	Ade	Bon ! On va voter

À l'issue de l'analyse portant sur le groupe B, nous pouvons préciser ce qui se joue au cours de la narration conceptualisante.

Nous pouvons avancer qu'en participant aux discussions scientifiques collectives, et en cherchant personnellement à donner du sens à l'histoire, les élèves convoquent des éléments de savoirs scientifiques des cours pour construire l'intrigue, les associent avec leurs connaissances personnelles, les reconfigurent et les constituent en savoirs portant sur la fécondation. Dans le cas présent, la nécessité d'une rencontre pollen- ovule est identifiée pour déclencher la fécondation et l'obtention d'une graine en conséquence.

Nous confirmons ici le rôle essentiel de l'enseignant pour relier les éléments de l'intrigue avec les concepts scientifiques en jeu. De plus, la prise en compte par les élèves des composantes fictives du récit qu'ils proposent apparaît être une condition pour s'investir dans le traitement des problèmes, le raisonnement scientifique et la construction de savoirs argumentés qui y sont rattachés. En effet, l'élève dont les propos ne sont pas pris en compte par ses camarades, ne s'investit pas dans les raisonnements scientifiques et ne progresse que de façon limitée sur la compréhension du concept de fécondation. Ceci apparaît comme une limite au dispositif.

Ces points de bilan intermédiaire vont être examinés dans le groupe C qui a aussi traité du problème de fécondation et a orienté sa réflexion vers les étapes de développement.

1.3 La compréhension des concepts de transmission des caractères lors du développement de la graine et de fécondation à travers la mise en récit du groupe C

Ce groupe, constitué des élèves Kha, plutôt en réussite selon l'enseignante et Zel, en difficulté langagière, aborde la fécondation lors de la mise en récit pendant le travail de groupe (transcription en annexe 9 C), mais son intrigue s'organise surtout autour du développement d'une graine en plantule possédant les mêmes caractéristiques que la plante dont provient la graine. Nous cherchons donc, dans ce groupe, si les conditions de reconfiguration et les caractéristiques de l'intégration et de l'objectivation que nous avons repérées dans les précédents groupes se réalisent également pour un autre problème fonctionnaliste qu'est le maintien des caractères au cours du développement de la graine en plantule puis plante.

1.3.1 Les représentations individuelles des élèves du groupe C avant l'enseignement de sciences

Les élèves, après la rencontre avec le cuisinier de l'école, énoncent les propos suivants dans leur productions rassemblées en annexe 1- 8 à 9, en réponse à la question « Que savez-vous sur les fruits ? »

Kha :

Je sais que la peau contient plus de vitamines que l'intérieur. Ce sont des aliments qu'il faut manger tous les jours pour notre système immunitaire. C'est très, très, très bon pour la santé. Ça donne des muscles et de l'énergie.

Zel :

Je sais que les mandarines, les clémentines, et la pommes ça donne des vitamines. Ça dépend laquelle vitamine, comme la vitamine D, C. Je sais aussi que la peau des pommes se mange, pas la peau des kiwis.

Le tableau ci-dessous résume les contenus soulevés par les élèves :

<i>Contenus sous-jacents</i>	<i>Kha</i>	<i>Zel</i>
Apports de vitamines	x	x
Apports énergétiques et force musculaire	x	
Bienfait pour la santé (fonctionnement du système immunitaire)	x	
Façon de les manger		x

Tableau 15 : Catégories de contenus sous-jacents dans les représentations des élèves du groupe C

Les deux élèves font apparaître des contenus en lien avec le bon fonctionnement du corps sous l'angle des apports nutritifs (vitamines). Kha met en évidence les apports énergétiques liés à la force musculaire, et les effets sur le maintien en bonne santé, *via* l'entretien du système immunitaire. Zel précise les façons de manger. Dans les deux cas, les représentations font émerger des aspects alimentaires, qui sont en lien avec les propos du cuisinier. L'origine des fruits du point de vue scientifique n'est pas du tout abordée.

1.3.2 Les difficultés identifiées dans les évaluations antérieures à la mise en récit du groupe C

Ce groupe mobilise dans sa mise en récit (Annexe 9 C) les concepts de fécondation et la transmission des caractères au cours du développement de la graine en plantule puis en plante adulte. C'est pourquoi nous sommes attentive à ces deux aspects dans l'analyse des difficultés, puis des mises en récit des élèves et des évaluations finales.

Repérage de l'usage des mots directement liés au mécanisme de fécondation

Le tableau ci-dessous fait apparaître l'usage correct ou erroné des mots liés au fonctionnement de la fécondation dans le texte à trous de l'évaluation pré-récit.

Mots	Kha (Annexe 6- 8)	Zel (Annexe 6- 9)
Pollinisation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fécondation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Graine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tableau 16 : Usage des mots liés au problèmes de fécondation pour les élèves du groupe C

Nous pouvons repérer que les deux élèves ne définissent correctement ni la pollinisation ni la fécondation, ni le fruit. Seule Zel place le mot graine avec pertinence, mais sans le relier à la fécondation.

Pour mieux caractériser les difficultés, nous menons ci-dessous une analyse dans l'ensemble du texte à compléter.

Analyse de l'usage des mots dans le contexte global de la reconstitution du texte

Les élèves de ce groupe C n'utilisent avec pertinence, que 3 à 4 mots sur un total de 10 mots décrivant les organes, c'est-à-dire des aspects anatomiques, mais non associés à l'explication du fonctionnement de la fécondation.

	Kha (Annexe 6- 8)	Zel (Annexe 6- 9)
Nombre / 10	3	4
Mots utilisés avec pertinence	étamines, pollen, ovules	étamines, pistil, ovule, graine

Tableau 17 : Nombre et nature des mots utilisés avec pertinence dans le texte à trous par les élèves du groupe C

En examinant le sens des phrases reconstituées portant sur la notion de fécondation, nous observons que le mot pollinisation est, pour les deux élèves, utilisé à la place du mot fécondation, ce qui semble indiquer une confusion entre ces deux concepts. Même si Zel place correctement le mot graine, elle ne l'associe pas dans la phrase à la conséquence de la fécondation.

Dans les évaluations pré-récit (Annexe 6), la question 2 porte sur les **étapes de développement** d'une plante à fleur. Nous n'en n'avons pas analysé les réponses dans les deux groupes précédents dont les mise en en récit n'exploitent pas les étapes de développement. Ce groupe C prend appui sur le développement de la graine en plantule, c'est pourquoi nous

examinons les réponses des élèves à ce propos. Zel indique une succession qui n'est pas correcte : graine, fleur, plantule. En effet, dans sa proposition la plantule ne succède pas directement à la graine. Kha, quant à lui, identifie bien la succession, graine, puis plantule.

En appui sur ce repérage, nous examinons dans les discussions de la séance de mise en récit, si les difficultés identifiées (la confusion entre fécondation et pollinisation, la non identification de la graine comme conséquence de la fécondation et comme origine de la plantule) sont prises en charge par les élèves. Le cas échéant, ne cherchons de quelle manière la conceptualisation narrative permet ou non le dépassement de ces difficultés.

1.3.3 Des processus de conceptualisation au cours des discussions menées lors de la mise en récit du groupe C

Au cours de leur préparation de l'intrigue, dont la transcription est reportée en annexe 9 C), les élèves de ce groupe, abordent rapidement la fécondation et plus spécifiquement le maintien des caractéristiques d'une plante après germination de la graine. Dans les extraits de la transcription cités ci-dessous, les *éléments scientifiques sont indiqués en italique* et les composants d'un récit sont soulignés.

La **fécondation** est évoquée, avec le même raisonnement et la même expérience issue du cours que le groupe A.

19	Zel	Bon, et alors on fait quoi avec le <u>singe</u> ?
20	Kha	Ben quand il a <u>volé</u> le <i>fruit</i> , il marche dans du jus et on le suit.
21	Zel	Il vole une banane alors le singe. Mais bon. On peut pas <u>l'accuser</u> comme ça !
22	Kha	Et ben on n'a qu'à dire que quand il marche dans le jus de fruit, il se colle des <i>graines</i> ou du <i>pollen</i> du fruits sous les pattes.
23	Zel	Et alors ?
24	Kha	Ben le <i>pollen</i> , si on fait <i>l'expérience</i> de la <i>fécondation</i> avec des fleurs du jardin ça donnera une <i>graine</i> et le <i>fruit</i> qui a été écrasé.
25	Zel	Ouais. Des fraises. C'est bien rouge.
26	Kha	Et si c'est <i>déjà</i> une <i>graine</i> qui est <u>collée</u> , on n'a qu'à la <i>faire pousser</i> . Ça va faire une <i>plantule</i> qui <i>ressemblera</i> à la <i>plante</i> du <i>fruit</i> <i>écrasé</i> du jardin.

Mais l'idée de fécondation pour l'intrigue est abandonnée au profit d'une version jugée plus facile à mettre en place dans l'enquête. Le concept de ***graine est convoqué comme un stade de vie de la plante, qui génère une plantule***, sachant que les caractéristiques de l'espèce seront maintenues. Dans le cours, les élèves ont vu qu'un pépin de pomme générera un pommier. Ils font ici appel au contenu du schéma du cycle de vie qu'ils ont complété en classe (Fig. 16) et s'approprient donc la germination et la croissance pour trouver des preuves dans

leur enquête. Ils convoquent de manière implicite la notion de transmission et maintien des caractères.

28	Enseignante	Alors, qu'est-ce que vous avez choisi comme situation ?
29	Zel	C'est un vol de fruits et il y a du jus de fruits écrasé.
30	Kha	Des fraises écrasées, parce que c'est rouge et que ça se voit. Et le voleur il a marché dedans alors on suit ses <u>traces</u> .
31	Zel	Dans le jus, il y a des <i>graines</i> et du coup, sous les pieds, les graines elles restent collées.
32	Kha	Et si on fait pousser les <i>graines</i> , ça donnera une <i>plantule</i> . Et quand elle va pousser, on reconnaîtra la <i>plante</i> qui été écrasée à l'endroit du vol. Et en fait le voleur ce sera un singe qui s'était échappé du zoo.

Convoqués dans un contexte où ils vont servir à la résolution de l'intrigue, les aspects abordés dans le cours, en particulier la germination et la croissance vont être reconfigurés pour s'inscrire dans l'enquête. Les notions scientifiques s'articulent entre elles et prennent sens dans la dynamique du récit : les graines qui ont un statut d'indices retrouvés sur le suspect deviennent le support de preuves une fois devenues plantules, puis plantes caractérisables, attestant de la présence du suspect sur la scène du vol. Le tableau ci-dessous retrace le raisonnement de Kha.

Énoncé d'éléments initiaux de l'énigme	Sollicitation et intégration d'un savoir scientifique assertorique issu des apports des cours	Sollicitation et intégration d'un savoir scientifique apodictique (basée sur un raisonnement, qui ne peut être autrement)	...pour répondre à un problème lié à l'énigme
<i>...sous les pieds, les graines elles restent collées.</i>	<i>Et si on fait pousser les graines, ça donnera une plantule.</i>	<i>Et quand elle va pousser, on reconnaîtra la plante ...</i>	<i>... qui été écrasée à l'endroit du vol.</i>

Tableau 18 : Cheminement de pensée de Kha

Au-delà des connaissances portant sur une partie du cycle de vie qui apparaît comme un fondement de la réflexion, l'élève met en évidence, en formulant « *on reconnaîtra* », la notion de transmission des caractères de la plante d'une génération à l'autre grâce à la graine. Il s'agit ici d'un approfondissement des contenus implicites du cours. Le problème fonctionnaliste mobilisé contient à la fois un aspect de fonctionnement (germination et croissance) et un aspect de fonction (reproduction d'une plante avec conservation des caractéristiques). On peut caractériser le raisonnement causal de l'élève de cette manière :

Une graine qui pousse donne une plantule, or la plantule ressemble à la plante qui a généré la graine, donc en identifiant la plantule, on identifiera la plante qui a généré la graine. On peut remarquer que c'est à la fois un registre empirique qui est convoqué (observation d'un

fait) et le registre des modèles qui renvoie à l'explication ici sous-tendue par un raisonnement causal.

1.3.4 Quels savoirs construits ont-ils été mémorisés ? Quel rôle possible de la narration conceptualisante ?

Pour identifier les savoirs mémorisés, l'évaluation post-récit peut nous renseigner sur l'évolution des acquisitions pour ce qui concerne le mécanisme de fécondation mais pas sur les étapes de développement. En effet cette évaluation ne comporte pas de questions à ce propos. Mais pour les deux concepts, nous disposons d'éléments d'éclairages apportés par l'entretien. C'est pourquoi, pour analyser les apprentissages, nous organisons ce paragraphe directement à partir de ce que les élèves expriment dans leur entretien, en faisant des connexions selon les besoins avec les résultats de l'évaluation post-récit.

Les entretiens avec les deux élèves (Annexe 13 C 1 et 2) montrent que la reconfiguration d'éléments réactivés dans ce contexte aide à la compréhension. La sollicitation et l'intégration des savoirs scientifiques sont motivées par la perspective de créer du sens à leur histoire, en particulier en appui sur des indices plausibles.

Au cours de son entretien, Zel l'énonce simplement :

43 Chercheur : *Et, quand vous avez utilisé des éléments de sciences dans votre histoire, c'était pour quoi faire, est-ce que c'était pour lancer l'idée, au départ, lancer l'intrigue, pour faire des indices, pour conclure ?*

44 Zel : *Euh, pour faire des indices*

Dans l'échange auquel elle fait allusion, on identifie son attention de construire une intrigue cohérente :

3	Kha	On pourrait faire un vol de fruits. Dans un jardin.
4	Zel	Et comment on fait pour les retrouver ?
5	Kha	Ben faut faire des traces. Genre des fruits écrasés.
6	Zel	On ferait quelqu'un qui marche dedans et on suit les pas. Les fruits rouges ça fait du jus qui se voit fort.

Kha exprime aussi l'apport de contenus du cours pour créer des indices qu'il nomme des traces (souligné dans les tours de parole 16 et 30)

15 Chercheur : *Et par rapport aux connaissances que vous avez apprises dans les cours de sciences, est-ce que vous avez pu utiliser quelque chose en particulier, sur la fécondation, le pollen, les graines...*

16 Kha : *On avait utilisé des graines dans du jus de fruits pour faire le truc des traces. [...]*

29 Chercheur : *Ok. Alors vous les avez utilisés pour quoi faire en fait dans l'histoire, ces éléments sur les graines ?*

30 Kha : *Les traces*

31 Chercheur : *Les indices en fait ?*

32 Kha : *Oui, un peu les indices, parce que, on avait dit que c'était dans un potager.*

Il fait en particulier référence ici à l'échange suivant :

21	Zel	Il vole une banane alors le singe. Mais bon. On peut pas l'accuser comme ça !
22	Kha	Et ben on n'a qu'à dire que quand il marche dans le jus de fruit, il se colle des graines ou du pollen du fruits sous les pattes.

Les entretiens font également apparaître que la mise en place de l'intrigue appelle les explications de fonctionnements biologiques.

Dans l'intervention 21 de Zel, nous pouvons remarquer qu'elle insiste, au cours de la construction de l'intrigue, pour trouver un motif réaliste qui permette d'accuser le personnage du singe. C'est cette nécessité qui oblige Kha à faire appel à un élément de savoir du cours. Comme Zel ne voit pas le lien entre cet apport et l'intrigue, elle le fait expliquer :

23	Zel	Et alors ?
24	Kha	Ben le pollen, si on fait l'expérience de la fécondation avec des fleurs du jardin ça donnera une graine et le fruit qui a été écrasé.

Même si la réactivation de l'expérience de fécondation artificielle a été rapide, nous pouvons noter qu'elle permet de dépasser des difficultés repérées dans la première évaluation (Annexe 6- 8 et 9) : la confusion entre pollinisation et fécondation, la non caractérisation du mécanisme de la fécondation et la non identification des graines comme conséquence de la fécondation. De fait, après la séance de mise en récit, ces deux élèves produisent des évaluations (Annexe 11-8 et 9) montrant qu'ils associent, cette fois-ci, la graine au résultat de la fécondation. A la question « A ton avis, une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? » Kha répond oui, et Zel indique : « *Oui, pour donner des graines, la fleur doit être fécondée* ». Cette dernière précise encore : « *La fécondation d'une fleur est obligée d'avoir une étamine et l'ovaire* ». Ainsi, pour elle, cela ne peut pas être autrement, il s'agit d'une construction de savoir apodictique. L'échange de l'entretien ci-dessous, 64 à 72, avec Zel montre qu'elle a pu s'approprier le rôle du pollen dans le mécanisme de fécondation, en lien avec les explications de Kha lors de la construction de l'intrigue :

64 Zel : Je savais pas qu'il y avait du pollen dans les fleurs

65 Chercheur : D'accord, et maintenant tu sais à quoi ça sert ?

66 Zel : *Oui*

67 Chercheur : *Et si tu essaies de me le dire à quoi sert le pollen ?*

68 Zel : *Euh ça sert à faire pousser les fleurs. Les abeilles viennent le récupérer, pour euh...*

69 Chercheur : *Tu sais où il va après le pollen, tu te souviens où il va dans les fleurs ? Dans un endroit particulier ?*

70 Zel : *Euh il va dans l'ovule ...*

71 Chercheur : *Et là ça fait quoi, ça donne quelque chose ?*

72 Zel : *Il sert à faire une graine et la graine elle grossit dans le fruit.*

Kha est aussi amené à expliquer la succession de deux stades de développement au travers d'une autre expérience qu'il veut mettre en place pour la recherche de preuves, en faisant pousser une graine.

26	Kha	Et si c'est déjà une graine qui est collée, on n'a qu'à la faire pousser. Ça va faire une plantule qui ressemblera à la plante du fruit écrasé du jardin.
----	-----	---

Kha confirme dans son entretien qu'il a pu un peu mener des explications :

25 Chercheur : *Quand vous avez eu cette idée scientifique, en faisant pousser les graines par exemple, est-ce que vous vous êtes expliqué entre vous ces connaissances scientifiques ?*

26 Kha : *un peu*

Nous pouvons constater l'effet de ces explications en examinant les apprentissages au regard des évaluations pré-récit. Dans celles-ci, concernant les étapes de développement d'une plante à fleur, pour Kha, la plantule fait bien suite à la graine. Mais Zel intercale la fleur entre la graine et la plantule. Pour elle, la plantule ne succède pas à la graine. Lors de la mise en récit, dans son explication, Kha établit la succession correcte (graine, plantule). Nous proposons que Zel ait pu tirer profit de cette explication, même brève, qui, en contexte, lui a permis de mieux comprendre la succession de ces étapes qu'elle énonce clairement à la fin de l'entretien (42).

37 Chercheur : *Ok, très bien. Et vous vous êtes expliqué entre vous les choses ?*

38 Zel : *Ouais*

39 Chercheur : *D'accord. Est-ce que tu penses que tu as mieux compris cette fois-ci les choses de sciences, que dans les séances d'avant ?*

40 Zel : *Oui*

41 Chercheur : *Tu as un exemple ?*

42 Zel : *Kha, il a dit que la graine elle devient une plantule. Et après, ça devient la grande plante.*

Au cours de l'entretien, Zel (20) indique d'ailleurs clairement l'aide que lui a apportée l'explication de son camarade (signalé en gras)

17 Chercheur : ... *Et quand vous avez trouvé des éléments scientifiques pour l'histoire, est-ce qu'il y a des copains qui ont expliqué aux autres ? Par exemple, à propos des graines ?*

18 Zel : *Oui*

19 Chercheur : *Et est-ce que ça t'as permis de mieux comprendre certaines choses ?*

20 Zel : *Bah oui, parce que moi j'étais d'accord sur d'autres choses, alors que eux, quand ils m'ont expliqué, c'était mieux et du coup j'ai compris.*

Au cours de la mise en récit, Kha a donc fait appel au contenu du schéma du cycle de vie appris en cours, s'est approprié les concepts de germination et de croissance pour mettre en place des preuves dans leur enquête. Il convoque pour l'intrigue, de manière implicite, la notion de transmission des caractères non explicitée en classe et reconfigure les éléments de savoir pour les expliquer à Zel. Ces explications permettent à Kha de consolider ses savoirs et amènent Zel à construire la chronologie correcte des étapes de développement. Ces éléments sont synthétisés dans le tableau ci-dessous qui présente les acquisitions et les difficultés persistantes relativement aux évaluations pré-récit, et qui propose, au regard des entretiens, des pistes de ce qui se joue lors de la narration conceptualisante.

	Kha	Zel
Difficultés repérées dans les évaluations pré-récit (Annexe 6-8 à 9)	Confusion pollinisation / fécondation. Non identification de la graine comme résultat de la fécondation	Confusion pollinisation / fécondation. Non identification de la graine comme résultat de la fécondation Succession des étapes de développement non correcte
Acquisitions et difficultés persistantes repérées dans les évaluations post-récit (Annexe 11-8 à 11-9)	Identification de la graine comme conséquence de la fécondation : La réponse est « <i>oui</i> » à la question « une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? » Émergence du maintien des caractéristiques d'une génération à l'autre	Identification de la graine comme conséquence de la fécondation. <i>Oui, pour donner des graines, la fleur doit être fécondée</i>
Rôle de la narration conceptualisante et limites	Rappel de l'expérience de fécondation artificielle et explication de l'étape de développement de la graine en plantule favorisant pour lui-même et sa camarade la reconfiguration des éléments de savoir.	Prise en compte des explications du camarade : reconfiguration des éléments de savoir permettant de progresser un peu dans la compréhension de la fécondation et du développement de la graine

Tableau 19 : Acquisitions scientifiques, difficultés persistantes postérieures à la mise en récit, et rôle possible de la narration conceptualisante pour le groupe C

L'analyse des résultats obtenus pour le groupe C, apporte des éclairages complémentaires sur les effets de la narration conceptualisante et ses conditions de réalisation.

L'intégration des éléments scientifiques dans le contexte du récit a permis, d'une part, de dépasser les obstacles concernant la fécondation, en particulier d'identifier comme une de ses conséquences le développement des graines. D'autre part, elle a favorisé l'émergence d'un problème scientifique fonctionnaliste répondant aux besoins de l'intrigue, celui du développement de la graine en plantule puis en plante qui conserve les caractéristiques de la plante parent. Même s'il n'est pas formulé avec le lexique scientifique, ce concept de maintien des caractères est bien identifié. Il est rendu visible par la mise en récit et correspond à une ouverture et un approfondissement vers un savoir initialement non explicité au cours de l'enseignement.

De plus, la prise en compte mutuelle par les élèves de leurs propositions d'éléments fictifs conduit à des explications et des argumentations scientifiques en appui sur des éléments du cours reconfigurés. Celles-ci, dans une phase d'objectivation, favorisent la consolidation des savoirs pour l'élève qui explique et la compréhension pour l'élève qui le questionne.

Nous notons ici, en prolongement de nos conclusions d'analyses des groupes A et B, que l'investissement des élèves dans la narration conceptualisante, peut prendre différentes formes : des propositions déclenchant le questionnement, des demandes d'explications, des prises de parole explicatives et argumentatives. Ainsi, nous percevons que, quelles que soient les formes d'investissement, la stimulation de l'engagement dans l'activité cognitive apparaît déterminante dans la conceptualisation.

C'est pourquoi, dans le paragraphe suivant, nous poursuivons l'examen des intérêts et des limites de la conceptualisation narrative ainsi que de ses conditions de réalisation par l'analyse des résultats du groupe D.

1.4 La compréhension du concept de spécificité des pollens et du concept de fécondation à travers la mise en récit du groupe D

Ce groupe est composé des élèves Mae et Kyl qui n'ont pas de difficultés particulières selon l'enseignante et de Mar qui éprouve quelques des difficultés de compréhension. La mise en récit lors du travail de groupe (Annexe 9 D) articule le problème fonctionnaliste de la

fécondation et les caractéristiques propres des pollens en fonction de l'espèce de fleur. Nous analysons donc ces deux axes en portant une attention particulière au second qui n'a pas été traité précédemment.

1.4.1 Les représentations individuelles des élèves du groupe D avant l'enseignement de sciences

Les trois élèves de ce groupe énoncent dans leurs productions, rassemblées dans l'annexe 1-10 à 12, en réponse à la question « Que savez-vous sur les fruits ? », les éléments ci-dessous.

Mae :

*Les fruits sont sucrés et bio. Ils se forment avec le soleil et les graines.
Le dessin [présent sur l'annexe 1-10] ça représente la graine qui pousse avec le soleil et l'eau, et c'est comme ça que ça pousse.
Et que c'est bio*

Mar :

*Ils sont très bons, ils poussent au chaud. [Dessins de fruits sur des branches, en annexe 1-11]
Il y a de la vitamine C, et la vitamine, c'est très bon pour la santé.*

Kyl :

Les fraises, les pommes, les melons qu'on a mangés étaient de vitamine C et bio. Les fraises se forment avec des graines, de l'eau et du soleil. Le melon c'est pareil tandis que les pommes poussent dans un arbre avec de l'eau et du soleil.

Le tableau ci-après met en évidence les catégories de contenus sous-jacents aux propos des élèves. Les propos pouvant servir d'appui à la séquence de sciences sont signalés en gras.

<i>Contenus sous-jacents</i>	<i>Mae</i>	<i>Mar</i>	<i>Kyl</i>
Apports de vitamines		x	x
Bienfait pour la santé		x	
Bio	x		x
Sucré	x		
Conditions de croissance des graines et des plantes (eau, soleil, chaleur selon les élèves)	x	x	x
Arbre à l'origine de certains fruits			x
Graine à l'origine de la plante ou des fruits	x		x

Tableau 20 : Catégories de contenus sous-jacents dans les représentations des élèves du groupe D

Les trois élèves apportent des informations concernant les besoins pour la croissance de la plante en général et aussi pour la germination (eau, soleil, chaleur). Les apports nutritifs des vitamines sont signalés par Kyl et Mar qui précise l'intérêt pour la santé. Ces aspects, en lien avec les propos du cuisinier, sont complétés par la précision « bio » de Mae et Kyl. On retrouve chez Mae, la représentation commune des fruits sucrés que la littérature scientifique a mise en

évidence, mais aussi la notion de graine comme structure à l'origine de la plante, et non comme composant du fruit. Kyl distingue les fruits provenant des graines et d'autres des arbres. Ainsi, si la graine est connue, nous pouvons voir que son origine n'est pas clairement identifiée ni associée au développement du fruit.

1.4.2 Les difficultés identifiées antérieurement à la mise en récit du groupe D

Sachant que ce groupe mobilise deux concepts scientifiques liés à la reproduction des plantes à fleurs au cours de la construction de son intrigue pendant les travaux de groupe (Annexe 9 D), nous menons deux temps d'analyse. D'une part, ne disposant pas d'évaluation portant sur les caractéristiques spécifiques des pollens en fonction des espèces de fleur, nous cherchons à repérer à quel moment et grâce à quelles ressources les élèves ont pu se saisir de ces éléments de savoir et si ces derniers ont posé des difficultés particulières. D'autre part, comme pour les autres groupes, l'analyse des évaluations pré-récit (Annexe 6 D) nous permet d'accéder aux difficultés portant sur le concept de fécondation.

Les caractéristiques spécifiques de différentes sortes de pollen

Les caractéristiques spécifiques des pollens en fonction de l'espèce de fleur ne font pas l'objet d'une évaluation pré-récit conçue par l'enseignante. En effet, cet aspect ne constitue pas un apport prévu dans sa séquence comme contenu essentiel de la notion de reproduction à aborder. Nous ne pouvons donc pas savoir, à travers l'évaluation, s'il y avait une difficulté particulière sur ce point avant la mise en récit. Nous pouvons seulement noter qu'une élève, pendant la séance de cours, s'intéresse à la ressemblance des pollens. Nous rappelons ici la discussion qui a eu lieu à ce propos en classe, lors de la séance de sciences n°2, en marge des apports fondamentaux de l'enseignante. Les apports ont pointé une distinction possible de pollens entre espèces en fonction de l'ADN et des caractéristiques morphologiques propres.

107	Aya	Mais, est-ce que tous les pollens se ressemblent ?
108	Enseignante	Les pollens des différentes fleurs, n'ont pas tous la même couleur, ni la même taille, ni la même forme. Donc tous les pollens ne peuvent pas féconder toutes les fleurs. Le pollen d'une fleur féconde une fleur de son espèce. Mais il y a sans doute des choses plus compliquées. Oui, Maé ?
109	Mae	J'ai lu aussi que les pollens ils ont aussi des ADN différents.
110	Enseignante	D'accord, c'est intéressant.

Les éléments scientifiques complémentaires à propos du pollen ne s'échangent, à ce moment de la séance de classe n°2, qu'entre Aya du groupe A, Mae du groupe D et l'enseignante. L'absence de réactions des autres élèves ne nous renseigne pas sur d'éventuelles

difficultés de compréhension de ces éléments. Nous observons dans le paragraphe 1.4.3 suivant s'ils ont été intégrés à la réflexion du groupe D.

Usage des mots directement liés au mécanisme de fécondation dans l'évaluation pré-récit

Le tableau ci-dessous fait apparaître l'usage correct ou erroné des mots liés au fonctionnement de la fécondation dans le texte à trous de l'évaluation pré-récit.

Mots	Mae (Annexe 6- 10)	Mar (Annexe 6-11)	Kyl (Annexe 6-12)
Pollinisation	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fécondation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Graine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fruit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tableau 21 : Usage des mots liés au problème de fécondation pour les élèves du groupe D

Nous pouvons noter qu'aucun élève n'identifie le concept de fécondation ni la formation des graines en conséquence. La pollinisation n'est repérée que par Mae et Kyl. Seule Marion utilise correctement le mot fruit mais sans le relier au développement des graines.

Pour mieux caractériser les difficultés, nous menons ci-dessous une analyse dans l'ensemble du texte à compléter.

Analyse de l'usage des mots dans le contexte global de la reconstitution du texte de l'évaluation pré-récit.

Les élèves de ce groupe D n'utilisent avec pertinence, que 4 à 5 mots sur un total de 10 mots décrivant l'anatomie d'une fleur ou la pollinisation, mais non associés à l'explication du fonctionnement de la fécondation.

	Mae (Annexe 6- 10)	Mar (Annexe 6- 11)	Kyl (Annexe 6- 12)
Nombre / 10	5	4	4
Mots utilisés avec pertinence	étamines, pollen, femelle, ovule, pollinisation	femelle, pistil, ovule, fruit	pistil, ovaire, ovule, pollinisation

Tableau 22 : Nombre et nature des mots utilisés avec pertinence dans le texte à trous par les élèves du groupe D

Dans les extraits de texte à trous ci-dessous, nous avons signalé en gras les mots complétés par les élèves.

En ayant conscience que la structure du texte à trous contraint les élèves à entrer dans le raisonnement du texte sans leur laisser la possibilité d'exprimer personnellement les

concepts, nous notons que le sens des phrases complétées par les trois élèves ne permet pas d'identifier le rôle du pollen et de l'ovule dans la fécondation, ni la genèse de graines.

C'est le cas pour Mae : « *Si un grain de pollen rencontre un ovule il y a **sexuée** et formation d'une **fécondation**. ...* »

C'est aussi le cas pour Marion : « *Si un grain de pollen rencontre un ovule, il y a **étamine** et formation d'une **pollinisation*** »

Ainsi que pour Kyl : « *Si le grain de pollen rencontre l'ovule, il y a l'**ovule** et formation d'une **pollinisation**.* »

Nous constatons des difficultés portant sur la confusion entre les éléments anatomiques de la fleur et le phénomène biologique de fécondation. De plus, la graine n'est pas identifiée comme la conséquence de la fécondation.

1.4.3 Des processus de conceptualisation au cours des discussions menées lors de la mise en récit du groupe D

La transcription de la mise en récit du groupe D est reportée dans (Annexe 9 D) où les éléments *scientifiques sont repérés en italique* et les composants du récit sont soulignés. Dans ce premier extrait de leurs discussions en groupe, les élèves convoquent des précisions données oralement par l'enseignante et Mae pendant les séances de sciences n°2.

29	Mar	Le <u>meurtrier</u> , il avait mis ses doigts sur le <i>pollen</i> alors ça a fait des <u>empreintes</u>
30	Mae	<i>Et on peut analyser le pollen, son ADN et sa forme, pour savoir si c'est le bon, celui du pollen des fleurs du champ</i>
31	Mar	On va faire comme si c'était pas très loin d'un champ, comme ça il peut se cacher et le <i>pollen</i> il se colle.

L'enseignante a précisé au cours de la séance de sciences n°2, lors du questionnement sur les caractéristiques du pollen (Annexe 4, tour de parole 108) : « *Les pollens des différentes fleurs, n'ont pas tous la même couleur, ni la même taille, ni la même forme.* »

Mae, a apporté un élément de réponse en appui sur des recherches personnelles spontanées qu'il a faites entre les séances (Annexe 4, tour de parole 109) : « *J'ai aussi lu que les pollens ils ont aussi des ADN différents* ».

On remarque ici que la mise en récit stimule la réactivation et l'association d'éléments scientifiques dont il n'y avait pas de traces écrites, et permet aux élèves du groupe d'approfondir les connaissances initialement prévues dans la séance. Le fait que le pollen colle aux surfaces

et tâche a été expérimenté lors de la dissection dans la première séance de classe. L'idée que le pollen peut se déplacer a été abordée en classe lors du travail sur la pollinisation. La distinction des pollens par les différents critères morphologiques ou grâce à l'ADN différent est convoquée au service de l'intrigue. Ainsi, les élèves peuvent se saisir d'éléments distincts apportés par l'enseignante et par un élève, et les réassocier aux apports de cours pour consolider leurs connaissances.

L'extrait suivant montre comment, à un autre moment dans la préparation du récit, la nécessité de trouver des indices pour l'histoire va permettre à un élève, Mae, de convoquer et partager un savoir issu de connaissances personnelles. Un autre élève, Kyl, peut s'en saisir et l'associer à un raisonnement comparatif à partir des ADN des pollens.

42	Enseignante	Quels sont vos indices qui vous permettent de savoir qui est le <u>meurtrier</u> ?
43	Mae	<i>L'ADN</i>
44	Enseignante	<i>l'ADN</i> de quoi ?
45	Mae	Du <i>pollen</i>
46	Enseignante	Du <i>pollen</i> laissé sur le <u>meurtrier</u> et aussi sur la <u>victime</u> ?
47	Mae	Oui
48	Enseignante	Alors qu'est-ce qu'on va <i>analyser</i> ?
49	Kyl	Le pollen qu'il a sur ses doigts, ils vont faire des tests pour connaître son <i>ADN</i> . Et pareil sur la <u>victime</u> . Et si c'est le même, c'est qu'ils étaient tous les deux au même endroit.

Le problème d'identification des grains de pollen prend à la fois appui sur les caractéristiques physiques d'une graine (couleur, taille, forme) et sur ses caractéristiques génétiques (l'ADN). Les élèves manipulent ici le registre empirique à partir de caractéristiques différentes constatables et le registre des modèles qui permet de déduire la nature, et l'origine d'un pollen grâce à une analogie. Nous pouvons suggérer ici que la mise en récit a permis aux élèves de solliciter dans leur raisonnement la notion de caractères communs ou distincts des grains de pollen qui n'avaient été évoqués qu'oralement en classe, sans donner lieu à une structuration.

Dans la phase de finalisation de l'écriture, l'enseignante questionne les élèves du groupe sur leur intrigue pour exploiter leurs indices et les pousser à atteindre le problème de fécondation.

61	Enseignante	Bon. Et les traces de <i>pollen</i> , vous allez les trouver où exactement?
62	Kyl	On va faire comme si, au moment où il meurt, il tombe sur une fleur avec du <i>pollen</i> . Et le <u>meurtrier</u> avant de partir, il touche la fleur et il s'en met sur lui.
63	Enseignante	Alors, comment on va savoir que c'est le <i>pollen</i> de la même fleur ? Vous avez appris des choses sur le <i>pollen</i> ...
64	Mae	<i>Le pollen il va féconder l'ovule de la fleur. Et ça donne des graines.</i>
65	Enseignante	D'accord.
66	Mar	Donc on va <i>pouvoir faire une fécondation avec le pollen, et si ça donne des graines, c'est que le pollen</i> vient de la même fleur.

Ici encore, pour répondre au problème « comment savoir de quelle fleur vient le pollen ? » les élèves font appel à une approche fonctionnaliste portant sur la fécondation d'une fleur par le pollen qui aboutit à la genèse de graines. Les apports distincts dans le temps de la séquence (analyse du compte-rendu d'expérience de fécondation et information sur le pollen) sont réassociés par les élèves pour faire apparaître un approfondissement qu'est la nécessité de rencontre du pollen avec une fleur de même espèce pour obtenir une graine. Dans leur raisonnement, leur conclusion ne peut pas être autrement en raison du besoin de deux gamètes d'espèce identique pour la genèse de graines. Cet aspect scientifique était implicite dans le cours et se construit au fil de l'élaboration de l'énigme. Le tableau suivant, qui reprend les tours de paroles 62 à 66 de l'annexe 9 D, montre comment les trois élèves sont impliqués dans le raisonnement.

Énoncé d'éléments initiaux de l'énigme Kyl (62)	Problème scientifique fonctionnaliste Enseignante (63)	Sollicitation et intégration d'un élément de savoir issu du cours Mae (64)	Mobilisation d'un savoir scientifique implicite dans un raisonnement hypothético-déductif Mar (66)	...pour répondre à un problème lié à l'énigme
<i>... au moment où il meurt, il tombe sur une fleur avec du pollen. Et le meurtrier avant de partir, il touche la fleur et il s'en met sur lui.</i>	<i>Comment on va savoir que c'est le pollen de la même fleur ? Vous avez appris des choses sur le pollen ...</i>	<i>Le pollen il va féconder l'ovule de la fleur. Et ça donne des graines.</i>	<i>... donc on va pouvoir faire une fécondation avec le pollen, et si ça donne des graines, c'est que le pollen vient de la même fleur.</i>	C'est un autre argument pour dire que victime et suspect étaient au même endroit.

Tableau 23 : Cheminement de pensée du groupe D

Le raisonnement mène à une décontextualisation, et peut être signifié ainsi :

Sachant que le pollen donne des graines grâce à la fécondation d'une fleur de même espèce,

Si le pollen déposé sur une fleur génère des graines,

Alors la fécondation est réussie et nous pouvons dire que pollen est issu de la même (espèce) de fleur

S'est mise en place ici une reconfiguration des apports d'une démarche expérimentale mobilisant les mécanismes de fécondation et d'un savoir implicite (nécessité d'une rencontre intraspécifique des gamètes) qui fonde le raisonnement. Mais les élèves ne remontent pas jusqu'aux raisons qui ont déterminé ce savoir implicite.

1.4.4 Quels savoirs construits ont-ils été mémorisés ? Quel rôle possible de la narration conceptualisante ?

La comparaison des évaluations antérieures et postérieures à la mise en récit de Mae, Mar et Kyl montre des progrès sur les questions de fécondation et de spécificité des pollens.

Kyl, dans l'évaluation pré-récit, n'avait pas pu exprimer les mécanismes de fécondation et d'obtention de la graine. Dans la deuxième évaluation, post-récit, il ne formule pas de phrases personnelles pour expliquer la fécondation mais répond « oui » à la proposition « Une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? ». Sans connaître le détail de son raisonnement nous pouvons suggérer qu'il a bénéficié des explications de Mae pour arriver à cette conclusion. Nous avons en effet repéré que Kyl, quand il propose de comparer les pollens du suspect et de la victime (tour de parole 49), se saisit des éléments de savoirs apportés par Mae concernant la spécificité des pollens.

	Mae	Mar	Kyl
Difficultés repérées dans les évaluations pré-récit (Annexe 6-10 à 12)	Non identification de la graine comme résultat de la fécondation	Non identification du rôle du pollen et des ovules dans la fécondation, ni la graine comme résultat de la fécondation.	Non identification du mécanisme de fécondation et d'obtention de la graine
Acquisitions et difficultés persistantes repérées dans les évaluations post-récit (Annexe 11-10 à 11-12)	Explication de la fécondation qui fait apparaître la rencontre des gamètes : <i>Le pollen rencontre l'ovule</i> Un lien est fait entre fécondation et graine dans la réponse à la question « une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? » <i>Oui, parce que quand les graines tombent, c'est qu'il y a eu fécondation.</i>	Identification de la relation entre le mécanisme de fécondation et la genèse d'une graine. <i>La fécondation de la fleur forme une graine</i> <i>Pour moi, les fleurs qui ont des graines ont été fécondées.</i>	Pas d'explication personnelle de la fécondation mais réponse <i>oui</i> à la question « une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? »
Rôle de la narration conceptualisante et limites	Mobilisation et explication du mécanisme de fécondation dans le contexte fictif qui le donne à voir sous un autre angle, pour cet élève et pour ses camarades et qui favorise sa consolidation pour Mae. Un nouveau savoir scientifique (spécificité des pollens) est également activé et consolidé	Prise en compte des explications du camarade et reformulation de l'expérimentation qui sera intégrée dans l'intrigue : reconfiguration des éléments de savoir permettant de progresser un peu dans la compréhension de la fécondation	Prise en compte des apports du camarade sur la spécificité des pollens pour réaliser des comparaisons au service de l'intrigue et s'approprier ce concept

Tableau 24 : Acquisitions scientifiques, difficultés persistantes postérieures à la mise en récit, et rôle possible de la narration conceptualisante pour le groupe D

Dans leur entretien, Mae et Mar, indiquent des éléments qui les ont aidés à mieux saisir certains contenus. (Annexe 13 D 1 et 2)

Mae confirme que lors de la préparation de l'enquête, les élèves ont réactivé de mémoire les contenus portant sur la fécondation, le pollen pour chercher comment les utiliser dans l'histoire. La fiche qu'il évoque correspond au compte rendu d'expérience sur la fécondation qui a été analysé en classe. Il met en avant que les discussions enclenchées ont contribué à une meilleure compréhension du concept de fécondation (Nous avons visualisé en gras ces éléments).

33 Chercheur : *Quand vous avez eu des idées scientifiques, est-ce qu'il vous est arrivé de les expliquer aux copains dans le groupe ?*

34 Mae : *Oui, on s'est expliqué comment faire et en même temps, on repensait à la fiche. Ben moi j'écrivais plutôt, vu que j'écris assez bien et assez vite. Du coup eux ils repensaient, vu que, eux, ils ont plus compris que moi. Du coup eux ils donnaient les idées, et moi j'écrivais, mais parfois j'écrivais aussi tout seul, mais je leur demandais s'ils étaient d'accord.*

35 Chercheur : *D'accord donc vous vous expliquiez les choses scientifiques, c'est ça ? C'était quoi cette fiche dont tu parles ?*

36 Mae : *C'était avec madame, on avait fait une fiche avec le pollen, comment ça se produisait.*

37 Chercheur : *D'accord. Donc vous vous êtes souvenus en fait, de cette fiche-là, pour vous en servir ?*

38 Mae : *Oui*

39 Chercheur : *D'accord. Et du coup, est-ce que ça vous a permis de mieux comprendre les éléments de la fiche, d'en parler là cet après-midi ?*

40 Mae : *Oui, **on comprenait beaucoup mieux.***

Il évoque dans cet extrait d'entretien la discussion du passage 61-66 de la mise en récit portant sur la fécondation auquel les trois élèves participent. On y repère, comme analysé précédemment, les articulations de leur prise de paroles pour conduire un raisonnement argumenté.

Dans la suite de son entretien, Mae réaffirme l'usage des connaissances pour mieux comprendre et aussi pour générer des indices et des preuves (signalés par un soulignement).

41 Chercheur : *D'accord. Très bien. Alors quand vous avez utilisé vos connaissances scientifiques dans l'histoire c'était pour quoi faire ? Est-ce que c'était pour déclencher l'histoire, pour la conclure, ou faire des indices ?*

42 Mae : *C'était pour **mieux comprendre**. On s'est souvenu, on faisait ce qu'on a appris en classe, comme madame elle avait demandé, et ça nous faisait avancer dans l'histoire.*

43 Chercheur : *D'accord. Et ça vous a servi d'indices aussi les connaissances ? Par exemple le pollen.*

44 Mae : *On faisait comme les traces d'ADN, les épluchures de fruits, comme si les traces de fruits elles venaient jusque-là.*

Il évoque ici les passages de la mise en récit 29 à 31, et 32 à 49 que nous avons analysés précédemment. Cette discussion en convoquant la spécificité de l'ADN débouche sur la possibilité de laisser des indices de passage du suspect et de le confondre grâce à une identification scientifique.

Mar indique que ce temps de travail lui a permis de comprendre qu'au cours de la fécondation, l'action du pollen déclenche la genèse d'une graine. (Nous avons signalé en gras cet aspect)

25 Chercheur : *Dans votre groupe, quand vous avez eu des idées scientifiques sur les plantes, est-ce qu'à un moment, l'un ou l'autre a expliqué aux autres comment ça marche, ou à quoi ça peut servir telle partie de plante ?*

26 Mar : *Oui*

27 Chercheur : *Tu te souviens à propos de quoi ?*

28 Mar : *A propos des traces de pollen.*

29 Chercheur : *D'accord. Et du coup quand les copains ont expliqué, les autres dans le groupe ont compris facilement ce qu'il voulait dire ?*

30 Mar : *Oui*

31 Chercheur : *D'accord. Est-ce que toi tu as expliqué à un moment donné à un autre ce que tu voulais faire par exemple avec le pollen ou autre chose ?*

32 Mar : *Non.*

33 Chercheur : *Non. Mais tu as écouté l'explication des autres, d'accord. Est-ce que ça t'a permis par exemple de mieux comprendre comment marche la fécondation des plantes. Est-ce qu'il y a quelque chose que tu as mieux compris, plutôt que si on s'était arrêté avant ?*

34 Mar : *Oui moi j'ai bien compris que le pollen en fait, il pouvait faire une graine.*

Nous pouvons constater une évolution de ses prises de parole au cours du travail de groupe. Au début de la séance de mise en récit, Marion prend la parole pour ce qui relève strictement des composants de l'intrigue.

29	Mar	Le meurtrier, il avait mis ses doigts sur le pollen alors ça a fait des empreintes
----	-----	--

31	Mar	On va faire comme si c'était pas très loin d'un champ, comme ça il peut se cacher et le pollen il se colle.
----	-----	---

Par la suite, elle adopte une posture d'écoute pour ce qui concerne les explications scientifiques et n'intervient pas dans l'échange d'arguments, laissant parler ses deux camarades dans l'échange 43 à 49 sur la spécificité de l'ADN et dans l'échange 50 à 64 portant sur la fécondation. Ce sont les deux autres élèves qui concluent ces échanges.

49	Kyl	Le pollen qu'il a sur ses doigts, ils vont faire des tests pour connaître son ADN. Et pareil sur la victime. Et si c'est le même, c'est qu'ils étaient tous les deux au même endroit.
----	-----	---

64	Mae	Le pollen il va féconder l'ovule de la fleur. Et ça donne des graines.
----	-----	--

Par contre, c'est Marion qui va finalement prendre la parole pour faire le lien entre les connaissances scientifiques qu'elle s'est appropriées grâce à l'élaboration de l'intrigue. La mise en récit lui a bien permis de comprendre que le pollen déclenche la formation des graines lors de la fécondation de fleurs de même type (espèce).

66	Mar	Donc on va pouvoir faire une fécondation avec le pollen, et si ça donne des graines, c'est que le pollen vient de la même fleur.
----	-----	--

Ainsi, dans ce groupe, les élèves ont réactivé différents apports de cours. L'expérience de fécondation artificielle a donné lieu à une discussion commune. Mae a consolidé par l'explication sa compréhension du concept de fécondation et a probablement permis à Kyl de prendre conscience que l'apparition de graines est une conséquence de la fécondation. Les explications de Mae ont aussi permis à Mar d'identifier que le pollen, lors de la fécondation de fleurs de même type (espèce) déclenche la genèse de graines. Mae a également mobilisé des apports du cours qui n'avaient pas été écrits (spécificité des pollens), ce qui a permis à Kyl de se saisir de ces éléments de savoir et a contribué à la mise en récit.

L'analyse de la mise en récit par le groupe D, montre deux intérêts de la reconfiguration effectuée et précise les conditions de sa réalisation.

La mise en récit a facilité une reconfiguration en particulier en appui sur un élément de savoir implicite (la fécondation intraspécifique) qui a fondé le raisonnement scientifique dans lequel les membres du groupe se sont investis. Elle a, de plus, permis un approfondissement sur un concept non attendu (spécificité du pollen) grâce à une argumentation menée par deux élèves, au service de l'intrigue.

Nous avons noté à nouveau que le questionnement de l'enseignante relève, avec les élèves, les éléments de leur intrigue pour les amener à atteindre les problèmes scientifiques qui seront traités.

L'acceptation et le partage des composants fictifs de l'intrigue par les membres du groupe favorise l'investissement des élèves sous des formes différentes : apports d'éléments scientifiques, enclenchement de l'argumentation, conduite du raisonnement.

Nous sommes amenée à chercher plus avant, grâce à l'analyse du groupe suivant, de quelle manière les composants de l'intrigue peuvent faciliter l'investissement des élèves et leurs apprentissages scientifiques.

1.5 La compréhension de la spécificité des structures anatomiques et du concept de fécondation à travers la mise en récit pour le groupe E

Ce groupe est constitué par l'enseignante à partir des caractéristiques qu'elle a détectées chez les élèves. Les élèves sont les suivants : Zoe, élève en difficulté ; Ye, Vic et Sim sans difficultés particulières ; Ant qui a plutôt des facilités de raisonnement. La mise en récit réalisée

en groupe par ces élèves sollicite des structures anatomiques des fleurs ainsi que le concept de fécondation (transcription en annexe 9 E). Nous allons donc pointer ces aspects dans nos analyses.

1.5.1 Les représentations individuelles des élèves du groupe E avant l'enseignement de sciences

À la suite de l'interview avec le cuisinier, les élèves répondent à la question « Que savez-vous sur les fruits ? » par des productions écrites rassemblées en annexe 1-13 à 17. Leurs propos individuels sont les suivants :

Zoe

Les fruits que nous avons mangés ont de la vitamine C. La peau des fruits ont aussi la vitamine, la peau peut se manger pour certains fruits. Les fruits nous donnent de l'énergie et aident à faire fonctionner le corps.

Ex : La peau de l'orange a de la vitamine C mais ne se mange pas.

L'intérieur d'un fruit comporte de la vitamine C. La vitamine C donne de l'énergie pour toute la journée selon la quantité.

Si on enlève la peau de la pomme qui se mange, il y aura moins de vitamine.

Yel

Les fruits nous fournissent de l'énergie qui nous permet de marcher et courir, etc

Les fruits sont aussi sucrés, surtout la peau, car la peau était au soleil pendant que le fruit se forme.

Mais quand ils ne sont pas mûrs, ça ne sert à rien de la manger, car il a été cueilli, mais le fruit n'a pas fini de se former.

Même s'il semble formé, mais à l'intérieur c'est pas bon car il a pas fini de se fournir d'énergie, donc quand on les mange, on n'a pas d'énergie.

Vic :

Tout ce que je sais sur les fruits, c'est qu'ils donnent des vitamines et de l'énergie et aussi de la force.

Je sais que les fruits poussent au soleil puis avec de l'eau.

Mais comment la graine fait pour capter le soleil sous terre ?

Sim :

Dans certains fruits il y a de la vitamine C, E etc...

La pomme on peut manger la peau parce que c'est bon pour nous tous.

Ant

Les fruits ont des vitamines C (surtout dans la peau de la pomme).

Les fraises peuvent se manger vers juillet -août. Ils sont succulents.

Le melon se mange en plat, en apéritif comme en dessert, aussi la fraise, mais celles-ci qu'en dessert.

La fraise pousse dans la terre. Elle se transforme en fleur, puis en fraise verte et après rouge. La pomme, elle dans un pommier. Elle est au début un bourgeon, fleur et après une pomme verte.

Le tableau ci-dessous visualise les catégories de contenus sous-jacents aux propos des élèves. Nous avons signalé en gras ceux qui peuvent être des appuis pour la séquence de sciences.

<i>Contenus sous-jacents</i>	<i>Zoe</i>	<i>Yel</i>	<i>Vic</i>	<i>Sim</i>	<i>Ant</i>
Apports nutritifs (vitamines)	x		x	x	x
Rôle dans le fonctionnement du corps (énergie, force)	x	x	x	x	
Qualité gustative (bon goût, sucré)		x			x
Usage culinaire (type de plat, partie qui se mange)	x	x		x	x
Conditions de croissance (eau, soleil, terre)		x	x		x
Question sur le développement de la graine			x		
Étapes de transformation des fruits (fleur puis fruit)					x

Tableau 25 : Catégories de contenus sous-jacents dans les représentations des élèves du groupe E

Nous pouvons noter, dans un premier temps, que tous les élèves signalent, à leur manière, les apports des fruits pour le corps : ils indiquent les apports de nutritifs de vitamines, ou le rôle dans le bon fonctionnement du corps. Les caractéristiques gustatives (sucrée, bonne au goût) sont mises en évidence par Yel et Ant. Les usages culinaires (parties qui se mangent, façons ou moment de les manger) sont abordés par Zoe, Yel, Sim et Ant. Tous ces éléments sont issus des propos que le cuisinier a mis en avant dans la perspective d'éducation à l'alimentation.

Les aspects plus scientifiques concernent les conditions de la croissance des plantes ou des fruits (Yel, Vic et Ant) et la germination (Vic). La transformation de la fleur en fruit n'est abordée que par Ant, mais sans que l'origine exacte du fruit ne soit précisée.

Ainsi, à part pour Ant, les fruits ne sont pas identifiés comme organes liés à un développement consécutif à la fécondation. De plus, si la graine est citée par Vic, elle n'est associée par personne au développement du fruit.

1.5.2 Les difficultés identifiées dans les évaluations antérieures à la mise en récit du groupe E

Ce groupe fait appel dans sa mise en récit, lors du travail de groupe (Annexe 9 E), au concept de fécondation et à la spécificité des structures anatomiques visibles des organes reproducteurs. Nous sommes donc attentive à ces deux aspects dans les évaluations pré-récit pour y déceler les difficultés des élèves.

Repérage de l'usage des mots directement liés au mécanisme de fécondation.

Le tableau ci-dessous fait apparaître l'usage correct ou erroné des mots liés au fonctionnement de la fécondation dans le texte à trous de l'évaluation pré-récit.

Mots	Zoe (Annexe 6- 13)	Yel (Annexe 6- 14)	Vic (Annexe 6- 15)	Sim (Annexe 6- 16)	Ant (Annexe 6- 17)
Pollinisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fécondation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Graine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tableau 26 : Usage des mots liés au problème de fécondation pour les élèves du groupe E

Nous pouvons repérer qu'Antony et Yel dominent apparemment les concepts de pollinisation, fécondation et graine. Zoe, Vic et Sim n'utilisent correctement qu'un seul de ces trois concepts ce qui laisse penser qu'ils ne maîtrisent pas leur relation. Excepté Ant, les élèves ne réussissent à mobiliser correctement qu'un seul des deux mots fruit ou graines. Ainsi, le développement conjoint des deux structures ne paraît pas identifié.

Analyse de l'usage des mots dans le contexte global de la reconstitution du texte de l'évaluation pré-récit.

Les élèves de ce groupe E utilisent avec pertinence 4 à 10 mots sur un total de 10 mots qui mettent plutôt en évidence les structures anatomiques que le mécanisme de fécondation.

	Zoe (Annexe 6- 13)	Yel (Annexe 6- 14)	Vic (Annexe 6- 15)	Sim (Annexe 6- 16)	Ant (Annexe 6- 17)
Nombre/10	6	6	6	4	10
Mots utilisés avec pertinence	pollen, femelle, pistil, pollinisation, fruit, sexuée	étamines, pollen, femelle, pistil, ovule, graine	étamines, pollen, ovule, femelle, graine, sexuée	pollen, pistil, fécondation, fruit	étamines, pollen, femelle, pistil, ovule,graine, pollinisation, fécondation, fruit, sexuée

Tableau 27 : Nombre et nature des mots utilisés avec pertinence dans le texte à trous par les élèves du groupe E.

Nous gardons toujours en tête que la structure rigide du texte à trous impose une logique d'énonciation qui n'est pas forcément aisée pour les élèves, et qu'elle peut être à l'origine de réponses non attendues. La reconstitution des phrases montre cependant certaines difficultés

concernant la compréhension de la fécondation. Nous indiquons en gras les mots avec lesquels les élèves ont complété les phrases.

La fécondation peut être confondue avec la pollinisation pour Vic qui intervertit ces deux mots. Elle peut apparaître comme une structure et non un mécanisme, pour Zoe qui intervertit les mots *graine* et *fécondation*. Pour Yel, le mot fruit est utilisé dans une phrase qui ne le fait pas apparaître comme une conséquence de la fécondation : « *La reproduction des plantes est une reproduction **fruit*** ».

Simon utilise le mot *graine* dans une phrase qui ne permet pas non plus de l'identifier comme une conséquence de la fécondation : « *Avec la **graine**, les grains de pollen descendent dans le pistil* ». Il pourrait s'agir d'une analogie que l'élève ferait avec l'expression « grain de pollen », ou d'une réelle incompréhension du mécanisme.

1.5.3 Des processus de conceptualisation au cours des discussions menées lors de la mise en récit du groupe E

Lors de la séance de préparation de l'enquête, Yel convoque le botaniste en tant qu'expert, ce qui pourrait faire appel à des savoirs assertoriques (échange 28-29). Mais cette piste n'est pas approfondie, ce qui ne donne pas aux élèves l'occasion de détailler ses apports. L'élève Ant (31) sollicite ensuite, comme dans les autres groupes, le rôle du pollen dans la fécondation, en écho au raisonnement tenu dans le compte-rendu analysé en classe. Dans les tours de parole 26 et 31 à 33, Vic, Ant, Sim font aussi appel aux caractéristiques propres à un type de plante : graines, fruits, pétales sont significatifs d'un type de plante donné et sont des critères qui permettent de les identifier. Les élèves font apparaître, sans la nommer, cette notion de spécificité des caractères qui n'avait pas été explicitée lors des séances. Lors des cours, les élèves ont observé une diversité de plantes à fleurs en constatant l'aspect particulier, dans chaque cas, des feuilles, fleurs, fruits, graines mais sans le rendre explicite. Lors de la mise en récit, les élèves se sont approprié des caractéristiques propres de plantes, en signalant explicitement l'espèce concernée de façon à trouver des indices pour leur intrigue. L'extrait de l'annexe 9 E ci-dessous signale les *éléments scientifiques en italique* et les composants du récit en souligné.

26	Vic	Au marché, un panier avec des fruits a été volé. Sur les voleurs, il faut des trucs qui sont visibles, comme des <i>graines</i> , <i>des pépins</i> , des <u>traces</u> de <i>pollen</i> ou des pétales.
27	Enseignante	Oui, mais il peut y avoir plusieurs suspects qui ont des <u>traces</u> de <i>pollen</i> ...
28	Zoe	Ben s'il y en a beaucoup, on peut les faire <i>analyser</i> .
29	Yel	On peut avoir l'aide d'un <i>botaniste</i> .

30	Sim	Dire que juste à côté du voleur, il y avait un petit pommier en fleurs, avec des pétales, du pollen qui se colle sur lui.
31	Ant	Et quand on a trouvé des traces de pollen sur le suspect, on les fait analyser pour savoir de quelles fleurs il vient. On peut faire des expériences pour retrouver d'où vient le pollen, comme avec la fécondation.
32	Vic	Et il peut faire tomber des pétales sur le chemin qu'on va reconnaître. Il peut y avoir du jus de fruits et des traces de pas dedans.
33	Sim	Il peut avoir mangé un fruit volé et laissé tomber des graines, comme ça on saura de quels fruits elles viennent.

Nous pouvons analyser les ancrages dans les composants de l'intrigue et la mobilisation de contenus scientifiques de la façon suivante :

Tours de parole	Énoncé d'éléments initiaux de l'énigme	Intégration du rôle d'un expert issu du cours	Précision de composantes de l'intrigue	Mobilisation d'un raisonnement conduit dans un compte rendu d'expérience abordé en classe	Pour répondre à un problème lié à l'énigme
26 à 31	<u>Vic</u> : Sur les voleurs, il faut des trucs qui sont visibles, comme des graines, des pépins, des traces de pollen ou des pétales. <u>Enseignante</u> : Oui, mais il peut y avoir plusieurs suspects qui ont des traces de pollen....	<u>Zoe</u> : S'il y en a beaucoup, on peut les faire analyser ? <u>Yel</u> : On peut avoir l'aide d'un botaniste.	<u>Sim</u> : Dire que juste à côté il y avait un petit pommier en fleurs avec des pétales, du pollen qui se colle sur lui.	<u>Ant</u> : Et quand on a trouvé des traces de pollen sur le suspect, on les fait analyser pour savoir de quelles fleurs il vient. On peut faire des expériences pour retrouver d'où vient le pollen, comme avec la fécondation.	La fécondation menée jusqu'à l'obtention de graines, permet de retrouver l'origine du pollen et de confondre le voleur

Tableau 28 : Cheminement de pensée au cours des échanges des cinq élèves du groupe E

Tours de parole	Énoncé d'éléments initiaux de l'énigme	Intégration implicite du concept des caractéristiques propres à un type de plante donné	Pour répondre à un problème lié à l'énigme
<u>Vic</u> (32)	Et il peut faire tomber des pétales sur le chemin qu'on va reconnaître	La comparaison, entre les éléments de végétaux trouvés sur les suspects et sur les lieux du méfait permet d'identifier le voleur.
<u>Sim</u> (33)	Il peut avoir mangé un fruit volé et laissé tomber des graines, comme ça on saura de quels fruits elles viennent.	

Tableau 29 : Cheminement de pensée au cours des échanges entre Vic et Sim

Nous pouvons remarquer que la mise en place des composants de l'intrigue permet à chaque élève de contribuer aux discussions faisant appels à des savoirs scientifiques. Dans l'échange 26 à 31, les élèves mobilisent le registre des modèles en menant un raisonnement sur les conditions de possibilité d'une fécondation, problème fonctionnaliste, qui se matérialise dans une expérimentation. Ils prennent aussi appui sur le registre empirique en repérant des

structures anatomiques végétales visibles. Mais ils activent ensuite à nouveau le registre des modèles à travers un raisonnement comparatif, qui permet de traiter d'un problème anatomique : les élèves ont identifié des caractéristiques spécifiques aux types de plantes et à leurs éléments constitutifs. La mobilisation des concepts scientifiques de fécondation et de caractères propres aux espèces données se fait de manière implicite et ne donne pas lieu ici, comme c'est le cas dans les groupes précédents (A et B) à un raisonnement hypothético-déductif développé. Ainsi le problème fonctionnaliste de fécondation n'est pas approfondi mais il a pu être ré-énoncé. Les éléments anatomiques des organes reproducteurs n'ont pas tous été cités mais tous les élèves ont pu remobiliser l'une ou l'autre des structures abordées en classe.

1.5.4 Quels savoirs construits ont-ils été mémorisés ? Quel rôle possible de la narration conceptualisante ?

Il n'a pas été possible de mener un entretien avec des élèves de ce groupe E. Notre analyse des acquisitions des élèves qui repose sur la comparaison des évaluations antérieures et postérieures au récit, indique le progrès de certains élèves sur les difficultés identifiées. Nous cherchons à savoir si les élèves qui ont progressé ont été particulièrement investis dans les discussions précédemment analysées. Les tableaux ci-dessous présentent ces résultats individuellement.

Évaluation pré-récit	Évaluation post-récit		Investissement dans la mise en récit
	Explication personnelle de la fécondation	Réponse à la question « Une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? »	
Zoe			
Mots <i>graine</i> et <i>fécondation</i> intervertis amenant la confusion entre la structure et le mécanisme	<i>La partie mâle et femelle vont se féconder.</i> La nécessité des deux types d'organes reproducteurs est repérée	<i>Oui, elle a été fécondée :</i> La graine est identifiée comme conséquence de la fécondation.	Zoe propose de mener des analyses sur le pollen
Yel			
Reconstitution scientifiquement correcte de la phrase portant le sur le mécanisme de fécondation.	« <i>Quand le pollen rencontre (féconde) un ovule cela fait une graine.</i> » Reformulation personnelle scientifiquement correcte	<i>Oui, elle a été fécondée :</i> La graine est identifiée comme conséquence de la fécondation.	Yel réactive l'expertise du botaniste

Évaluation pré-récit	Évaluation post-récit		Investissement dans la mise en récit
	Explication personnelle de la fécondation	Réponse à la question « Une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? »	
Vic			
Confusion entre fécondation et pollinisation	<i>Les grains de pollen se collent sur les étamines et descendent dans le style, puis dans une poche et rencontrent l'ovule. Et voilà comment [se fait] la fécondation d'une fleur.</i> Explication scientifiquement correcte qui distingue pollinisation et fécondation.	<i>Oui</i> La graine est identifiée comme conséquence de la fécondation.	Vic réactive la capacité du pollen à laisser des traces et les caractéristiques spécifiques des pétales
Sim			
Pas d'identification de la graine comme la conséquence de la fécondation.	<i>Les grains de pollen rencontrent (fécondation) la fleur. Entre les grains de pollen et la fleur, il y a une fécondation.</i> Les ovules ne sont pas cités, mais le rôle du pollen dans la fécondation est exprimé.	<i>Oui</i> La graine est identifiée comme conséquence de la fécondation.	Sim propose des actions de l'intrigue en lien avec le pollen et la spécificité des graines
Ant			
Reconstitution scientifique correcte de la phrase portant sur le mécanisme de fécondation.	Croquis précis (Fig. 23 ci-dessous) montrant la pollinisation du pistil (« Ici, l'abeille dépose du pollen pour commencer la fécondation », puis la fécondation « Là, le pollen va sur le pistil ». Puis, une chronologie du développement du fruit : « la fleur commence à devenir une cerise ». « Et enfin, la fleur est devenue une cerise ».	« <i>Oui, car les graines sont des ovules.</i> » Bien sûr, graines et ovules ne sont pas équivalents. Cependant, on peut comprendre implicitement dans la réponse de cet élève, au regard de son croquis annoté, « <i>les graines sont des ovules</i> à l'origine, avant transformation ».	Ant proposition de fécondation artificielle comme dans le compte rendu d'expérience : réactivation implicite des contenus de cours

Tableau 30 : Acquisitions des élèves du groupe E après la mise en récit et leurs formes d'investissement

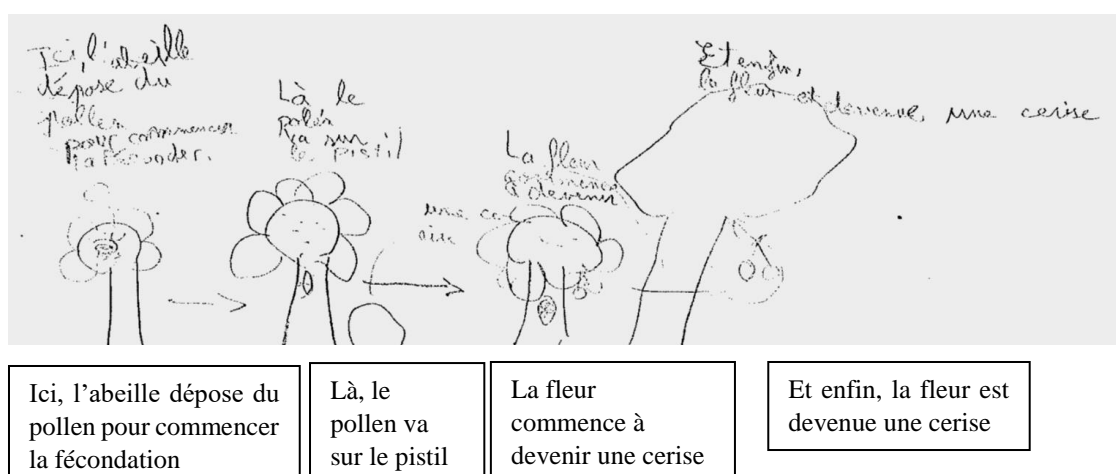


Fig. 23 : Croquis d'Ant expliquant la pollinisation, la fécondation, le développement du fruit dans l'évaluation post-récit.

L'analyse de la mise en récit par le groupe E, montre la dynamique créée par la construction de l'intrigue.

Nous pouvons remarquer, dans ce groupe, des consolidations portant sur la fécondation pour deux élèves qui formulent personnellement le mécanisme avec précision. Pour les trois autres élèves des progrès sont constatés sur ce concept, dépassant les obstacles qu'ils rencontraient avant la mise en récit. Relativement à leur investissement, nous notons que l'ensemble des élèves s'implique dans la construction de l'intrigue en prenant appui sur les propositions des uns et des autres. Si les interventions des élèves ne sont pas explicatives ici, leur prise de parole permet à certains de réactiver implicitement des raisonnements (liés à la fécondation artificielle) ou de faire émerger des contenus scientifiques non formulés explicitement en classe (spécificité des caractères).

À l'issue de l'analyse des résultats des cinq groupes observés, nous souhaitons dresser un bilan intermédiaire portant sur les savoirs scientifiques construits par les élèves concernant des problèmes fonctionnalistes liés à la reproduction des plantes à fleurs. Nous identifions en regard, les processus mobilisés au cours de la mise en récit susceptibles de faciliter ces apprentissages scientifiques. Pour cela, la section qui suit présente, par groupe, des tableaux de synthèse construits à partir des catégories qui nous ont permis de mener l'analyse longitudinale des cinq groupes : les obstacles épistémologiques repérés dans les représentations des élèves au déclenchement du dispositif et lors des évaluations antérieures à la mise en récit, les activités cognitives mobilisées lors de la mise en récit, les acquisitions ultérieures à la mise en récit.

1.6 Synthèse des résultats et des analyses portant sur la construction de concepts biologiques attachés à des problèmes fonctionnalistes liés à la reproduction des plantes à fleurs.

Nous retraçons l'ensemble du cheminement de chaque groupe depuis les représentations personnelles des élèves jusqu'à l'évaluation des savoirs construits, en mettant en évidence la mobilisation par les élèves, lors de la mise en récit, des éléments de savoir issus des cours. Cette synthèse permet de proposer dans la dernière colonne des tableaux les processus majeurs qui ont été activés au cours de la narration conceptualisante. À partir de ces processus nous pointerons les axes forts qui guideront la poursuite de notre réflexion.

Pour chaque tableau récapitulatif de chaque groupe, nous identifions dans le titre le concept traité en priorité par les élèves lors des mises en récit. Nous pointons les acquisitions concernant des problèmes fonctionnalistes en lien discutés dans le groupe.

Tableau 31 : Bilan des processus en jeu dans le groupe A traitant du concept de fécondation

Problème implicite au service de l'histoire : « Comment identifier, grâce au mécanisme de fécondation, l'espèce de fleur d'où provient un pollen ? »

<i>Représentations sur les fruits « Que savez-vous des fruits ? »</i>	<i>Évaluation pré-récit</i>	<i>Mise en récit : mobilisation des éléments de savoir, contextualisation, identification de problèmes, décontextualisation et reconfiguration du savoir</i>	<i>Évaluation post-récit : focalisation sur le problème discuté</i>	<i>Processus en jeu dans la conceptualisation narrative</i>
Nei				
Les fruits sont des vitamines (vitamine C). ça nous apporte de l'énergie. Les fruits viennent de plusieurs pays différents.	6/10 mots de vocabulaire utilisés correctement Confusion de mécanisme de fécondation et type de reproduction	Mobilisation du protocole expérimental de la fécondation artificielle et de ses résultats pour argumenter que la fécondation par le pollen enclenche la formation de graines dans une fleur de même espèce correspondante. Mise en évidence de ce concept qui n'avait pas été rédigé explicitement en tant que trace dans le cahier, en classe.	« On dit fécondation quand on met du pollen sur l'ovule ». Identification de la nécessité d'une rencontre pollen-ovule pour obtenir une fécondation. Mais focalisation sur la manipulation « artificielle »	La recherche d'éléments contributifs au récit a entraîné l'explicitation par les élèves de leur pensée, l'explication des phénomènes convoqués, l'argumentation des choix de procédures d'investigation scientifique en appui
Aya				

Aya			
Les fruits du soleil poussent avec le soleil qui leur donne des vitamines A, vitamine C (la plus importante), vitamine B. Il y a aussi des fruits qui sont des fleurs avant de devenir des fruits	6/10 mots de vocabulaire utilisés correctement Confusion entre pollinisation et fécondation	Reconfiguration de 3 apports pour construire la notion de fécondation intra spécifique : prise de conscience qu'il existe des espèces de fleurs différentes donnant des pollens différents, et que l'expérience de fécondation artificielle génère des graines à partir de gamètes de fleurs de même espèce Elaboration d'un raisonnement hypothético-déductif	« <i>Quand un grain de pollen va sur le pistil, dans le style, il crée un tuyau et va jusqu'à l'ovule. Et fait une graine : la fécondation</i> » Identification de la nécessité d'une la rencontre pollen- ovule pour obtenir la fécondation, et de la graine comme résultat de la fécondation.
Vad			
Comment les graines des fruits se créent ? Est-ce que les tomates sont des fruits ? Pourquoi il n'y a pas de vitamines plutôt E ? Dans les fruits y a-t-il du sucre ?	3/10 mots de vocabulaire utilisés correctement Ambiguïté « graine/ grain de pollen » Fécondation considérée comme un organe et non un phénomène	Mobilisation de l'expérience de fécondation artificielle pour fonder scientifiquement l'argumentation qui oriente le choix des indices du récit vers le pollen	« <i>Pour faire une fécondation, il faut l'organe femelle et l'organe mâle pour faire une graine</i> » Identification de la contribution des deux sexes et de la graine comme résultat de la fécondation.
Adi			
Il y a des vitamines C, de l'énergie. Il y a du sucre dans les pommes.	3/10 mots de vocabulaire utilisés correctement Ambiguïté sur les termes « graine/ grain de pollen » et fécondation	Mobilisation des traces laissées par le pollen. Centration sur les composants statiques du récit (personnage, moments, indices bruts)	« <i>La fécondation, c'est quand l'organe mâle et l'organe femelle, et ça fait une fécondation.</i> » Identification de la contribution à la fécondation des deux parties de la fleur, de sexes différents.

sur un **raisonnement hypothético-déductif**.

Les discussions ont permis une meilleure appropriation des éléments de savoirs pour les constituer en connaissances (intégration) et leur **reconfiguration en savoir argumenté** (objectivation). Cela a favorisé la

compréhension du concept de fécondation (ou certains aspects pour certains élèves) et sa mémorisation

Pour cet élève, trop **figé sur les aspects formels du récit, l'acquisition est plus partielle** que pour les autres élèves.

Tableau 32 : Bilan des processus en jeu dans le groupe B traitant du concept de fécondation

Problème implicite au service de l’histoire : « Comment identifier, grâce au mécanisme de fécondation, l’espèce de fleur d’où provient un pollen ? »

<i>Représentations sur les fruits « Que savez-vous des fruits ? »</i>	<i>Évaluation pré-récit</i>	<i>Mise en récit : mobilisation des éléments de savoir, contextualisation, identification de problèmes, décontextualisation et reconfiguration du savoir</i>	<i>Évaluation post-récit : focalisation sur le problème discuté</i>	<i>Processus en jeu dans la conceptualisation narrative</i>
Mel				
<p>Il y a plus de vitamines dans la peau du fruit. Dans les fruits, il peut y avoir 13 nutriscores. Sur la pastèque, la peau, je ne la mange pas, ... je mange les pépins mais je n’aurai pas de pastèque dans le ventre.</p>	<p>4/10 mots de vocabulaire utilisés avec pertinence. Pas d’identification du fruit avec ses graines comme conséquence de la fécondation. Confusion entre les organes reproducteurs mâles et femelles</p>	<p>N’intervient pas dans le débat sur l’usage du pollen dans le récit</p>	<p><i>En premier, on a une graine, après on a une petite pousse ...</i> Un lien est établi entre la graine et la fécondation. Mais le mécanisme n’est pas acquis. Sur son schéma, l’appartenance des gamètes dans deux organes reproducteurs différents est identifiée</p>	<p>Cette élève, à l’écoute du débat, mais n’y participant pas, tire profit des discussions pour de nouvelles connaissances ponctuelles mais sans pouvoir expliquer le mécanisme de fécondation. Les deux axes de progrès sont vraisemblablement dus à l’immersion dans les échanges visant à donner du sens à l’histoire, tel qu’elle l’indique dans l’entretien. Celui-ci montre aussi que ses propositions pour l’intrigue ne sont pas prises en compte, et qu’elle reste extérieure aux réflexions scientifiques</p>

<i>Représentations sur les fruits « Que savez-vous des fruits ? »</i>	<i>Évaluation pré-récit</i>	<i>Mise en récit : mobilisation des éléments de savoir, contextualisation, identification de problèmes, décontextualisation et reconfiguration du savoir</i>	<i>Évaluation post-récit : focalisation sur le problème discuté</i>	<i>Processus en jeu dans la conceptualisation narrative</i>
Ii				Ces élèves ont mobilisé les éléments de savoirs scientifiques des cours dans le contexte fictif et les ont donnés à voir sous un autre angle , pour eux-mêmes et pour leurs camarades. Ils ont pu, en s'emparant des expériences réexpliquées et en rendant explicites certains implicites de cours, reconfigurer leurs connaissances pour les ériger en savoirs scientifiques portant la fécondation et pour progresser dans la compréhension de ce concept.
Dans les fruits il y a souvent des graines, des vitamines et même de la peau.	4/10 mots de vocabulaire utilisés avec pertinence. Etapes de la fécondation au fruit bien identifiées	Mobilisation du protocole expérimental de la fécondation artificielle et de ses résultats pour indiquer que la fécondation par le pollen enclenche la formation de graines dans une fleur de même espèce. La graine est identifiée comme le résultat de la rencontre pollen-ovule.	<i>« La fécondation d'une fleur, c'est quand le pollen rencontre l'ovule »</i> Identification de la nécessité d'une la rencontre pollen- ovule pour réaliser une fécondation	
Ade				
Les fruits sont bons pour la santé, pour le corps. C'est sucré, plein de vitamines et de glucides, de calcium, de bonnes bactéries et c'est bon.	4/10 mots de vocabulaire utilisés avec pertinence. Pas d'identification du phénomène de fécondation. Confusion avec la pollinisation	Mobilisation implicite du fait que des pollens différents possèdent des caractéristiques spécifiques qui peuvent être analysées pour permettre leur identification.	<i>« C'est quand un grain de pollen touche l'ovule de l'ovaire »</i> Identification de la nécessité d'une la rencontre pollen- ovule pour obtenir la fécondation	

Tableau 33 : Bilan des processus en jeu dans le groupe C traitant des étapes de développement

Problème implicite au service de l'histoire : « Comment reconnaître une plante à partir de sa graine ? » (Cycle de développement et transmission des caractères)

<i>Représentations sur les fruits « Que savez-vous des fruits ? »</i>	<i>Évaluation pré-récit</i>	<i>Mise en récit : mobilisation des éléments de savoir, contextualisation, identification de problèmes, décontextualisation et reconfiguration du savoir</i>	<i>Trace d'acquisitions dans l'entretien : focalisation sur le problème discuté</i>	<i>Processus en jeu dans la conceptualisation narrative</i>
Kha				
La peau contient plus de vitamines que l'intérieur. Ce sont des aliments qu'il faut manger tous les jours pour notre système immunitaire. C'est très, très, très bon pour la santé. Ça donne des muscles et de l'énergie.	Succession des étapes de développement exacte : graine-plantule	Le concept de graine est convoqué comme un stade de vie de la plante, qui génèrera une plantule, sachant qu'elle maintient les caractéristiques de l'espèce	<i>Chercheur : Quand vous avez eu cette idée scientifique, en faisant pousser les graines par exemple, est-ce que vous vous êtes expliqué entre vous ces connaissances scientifiques ?</i> <i>Kha : Un peu</i> Kha a réactivé ses connaissances et a conduit une explication portant sur la succession correcte (graine, plantule)	Un élève fait appel au contenu du schéma du cycle de vie appris en cours et s'approprie la germination et la croissance pour trouver des preuves dans leur enquête. Il convoque de manière implicite la notion de transmission des caractères. Les éléments de savoir sont reconfigurés et expliqués à un autre membre du groupe sur sa demande. Ces explications amènent cet autre membre à la compréhension des concepts. La dynamique de l'intrigue entraîne des investissements de différentes formes qui conduisent à des acquisitions ou consolidations .
Zel				
Les mandarines, les clémentines, et la pommes ça donne des vitamines. La peau des pommes se mange, la peau des kiwis se mange pas	Succession des étapes de développement erronée : graine-fleur-plantule	Intervient en posant des questions pour comprendre les concepts sollicités par son camarade et obtenir des explications	<i>Kha, il a dit que la graine elle devient une plantule. Et après, ça devient la grande plante.</i> Zel a pu tirer profit de cette explication qui, en contexte, lui a permis de mieux comprendre la succession des étapes qu'elle énonce clairement à la fin de l'entretien.	

Tableau 34 : Bilan des processus en jeu dans le groupe D traitant des spécificités des pollens

Problème implicite au service de l'histoire : « Comment savoir à quelle espèce de plante appartient un pollen ? » (problèmes de spécificité des pollen et de fécondation)

<i>Représentations sur les fruits « Que savez-vous des fruits ? »</i>	<i>Évaluation pré-récit : ne porte pas sur le concept ciblé dans le récit</i>	<i>Mise en récit : Mise en récit : mobilisation des éléments de savoir, contextualisation, identification de problèmes, décontextualisation et reconfiguration du savoir</i>	<i>Évaluation post-récit : Concernant la fécondation</i>	<i>Processus en jeu dans la conceptualisation narrative</i>
Mae				
Les fruits sont sucrés et bio. Ils se forment avec le soleil et les graines, et c'est comme ça que ça pousse	5/10 mots de vocabulaire utilisés avec pertinence. Pas d'identification de la graine comme résultat de la fécondation.	En référence à une discussion de classe, proposition d'une analyse de la forme et de l'ADN du pollen pour le caractériser et rendre compte de sa spécificité. Mobilisation des apports de cours indiquant que la fécondation par le pollen aboutit à une graine	« <i>Le pollen rencontre l'ovule</i> » « <i>quand les graines tombent, c'est qu'il y a eu fécondation.</i> » Le mécanisme fondamental de la fécondation est énoncé. La graine apparaît comme la conséquence de la fécondation.	Les élèves ont réactivé les apports de cours (expérience de fécondation artificielle) L'un d'eux mobilise des éléments de discussion du cours qui n'avaient pas été écrits (spécificité des pollens). Ces apports reconfigurés , saisis par le groupe, conduisent à proposer des éléments d'intrigue qui sont acceptés par tous . Ceci favorise les investissements de chacun dans la réflexion scientifique sous différentes formes : explication, argumentation, comparaison conduisant à la compréhension des concepts de fécondation et de spécificité du pollen
Mar				
Ils sont très bons, ils poussent au chaud. Il y a de la vitamine C, et la vitamine, c'est très bon pour la santé.	4/10 mots de vocabulaire utilisé avec pertinence. Pas d'identification du rôle du pollen et de l'ovule. Pas d'explication de la fécondation.	Mobilisation de l'apport du camarade concernant la fécondation pour proposer d'utiliser le pollen pour féconder des fleurs et identifier celles qui donneraient des graines.	« <i>La fécondation de la fleur forme une graine</i> » « <i>Pour moi, les fleurs qui ont des graines ont été fécondées.</i> » Les graines apparaissent comme la conséquence de la fécondation	
Kyl				
Les fraises, les pommes, les melons qu'on a mangés étaient faites de vitamines et bio. Les fraises se forment avec des graines, de l'eau et du soleil. Le melon c'est pareil tandis que les pommes poussent dans les arbres avec de l'eau et du soleil.	4/10 mots de vocabulaire utilisés avec pertinence. Pas d'identification de la graine comme résultat de la fécondation.	Mobilisation de l'apport du camarade portant sur l'analyse ADN du pollen pour proposer une démarche comparative en s'appuyant sur la caractérisation du pollen.	Cet élève répond « <i>oui</i> » à la question « une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? » Il ne l'explique pas lui-même mais peut donner une réponse exacte	

Tableau 35 : Bilan des processus en jeu dans le groupe E traitant de la spécificité des structures et de la fécondation

Problème implicite au service de l'histoire : « Quelles sont les structures spécifiques d'une plante donnée qui permettent de la reconnaître »

<i>Représentations sur les fruits « Que savez-vous des fruits ? »</i>	<i>Évaluation pré-récit</i>	<i>Mise en récit : mobilisation des éléments de savoir, contextualisation, identification de problèmes, décontextualisation et reconfiguration du savoir</i>	<i>Évaluation post-récit : focalisation sur le problème discuté</i>	<i>Processus en jeu dans la conceptualisation narrative</i>
Zoe				Lors de la mise en récit, les élèves contribuent chacun à leur manière à réactiver des apports de cours en partant de leurs propositions pour élaborer l'intrigue . Certains élèves font émerger le concept de spécificité des caractères . Celui-ci n'avait pas fait l'objet d'un apprentissage ciblé , constitue une acquisition nouvelle mais qui n'est pas nommée explicitement .
Les fruits que nous avons mangés ont de la vitamine C. La peau des fruits a aussi de la vitamine, la peau peut se manger pour certains fruits. Les fruits nous donnent de l'énergie et aident à faire fonctionner le corps.	6/10 mots de vocabulaire utilisés correctement Ambiguïté sur les termes graine et fécondation : mécanismes et structure ne sont pas bien identifiés	Mobilise la possibilité de faire analyser le pollen	« <i>La partie mâle et femelle vont se féconder</i> ». A la question « Une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? », elle répond : « <i>Oui, elle a été fécondée</i> ». Même si les cellules ne sont pas citées, cette élève a repéré la nécessité d'organes reproducteurs mâles et femelles. Elle a identifié la graine comme résultat de la fécondation.	
Yel				
Les fruits nous fournissent de l'énergie qui nous permet de marcher et courir. Les fruits sont aussi sucrés, surtout la peau, car la peau était au soleil pendant que le fruit se forme.	8/10 mots de vocabulaire utilisés correctement. Pollinisation, fécondation et graine sont employés de façon pertinente.	Convoque l'expertise d'un botaniste	« <i>Quand le pollen rencontre (féconde) un ovule cela fait une graine.</i> » Le mécanisme fondamental est exprimé	

Vic				Les élèves apportent des éléments complémentaires et enrichissent les possibilités de d'investigation dans leur enquête : recherche de l'origine du pollen à l'aide d'une expérience de fécondation artificielle, analyse du pollen grâce à des experts. Les échanges collectifs mettent au jour ou mobilisent des concepts, sans entrer ici dans les explications mais les réactivations permettent de reconfigurer les connaissances pour accéder au savoir.
Ils donnent des vitamines et de l'énergie et aussi de la force. Les fruits poussent au soleil puis avec de l'eau. Mais comment la graine fait pour capter le soleil sous terre ?	6/10 mots de vocabulaire utilisés correctement Confusion entre pollinisation et fécondation	Fait apparaître, sans la nommer, la notion de spécificité des caractères qui n'avait pas été explicitée lors des séances (l'observation d'une diversité de plantes à fleurs avait permis de constater des feuilles, fleurs, fruits, graines différents). Convoque la spécificité des pétales.	« <i>Les grains de pollen se collent sur l'étamine et descendent dans le style, puis dans une poche et rencontrent l'ovule.</i> » Les étapes de pollinisation et de fécondation sont identifiées	
Sim				
Dans certains fruits il y a de la vitamine C et E. La pomme on peut manger la peau parce que c'est bon pour nous tous.	4/10 mots de vocabulaire utilisés correctement. La graine n'est pas identifiée comme le résultat de la fécondation	Mobilise aussi la spécificité des caractéristiques convoquée par son camarade, en l'appliquant aux graines, spécifiques des fruits qui les portent.	<i>Les grains de pollen (fécondation) rencontrent la fleur. Entre les grains de pollen et la fleur, il y a une fécondation.</i> Il répond « <i>Oui</i> » à la question « une fleur qui donne des graines a-t-elle été fécondée ? » Ainsi, cet élève exprime bien le rôle du pollen dans la fécondation. Il a repéré que la graine est la conséquence de la fécondation.	
Ant				
Les fruits ont des vitamines C (surtout dans la peau de la pomme). La fraise pousse dans la terre. Elle se transforme en fleur, puis en fraise verte et après rouge. La pomme, elle dans un pommier. Elle est au début un bourgeon, fleur et après une pomme verte, rouge ou jaune.	10/10 mots de vocabulaire utilisés correctement. Mais dans le schéma de succession des étapes de croissance, la graine n'est pas associée au fruit	Mobilise l'expérience de fécondation artificielle pour retrouver l'origine du pollen.	Sur son schéma, cet élève écrit « <i>le pollen va sur le pistil</i> », « <i>la fleur commence à devenir une cerise</i> ». « <i>Et enfin, la fleur est devenue une cerise</i> ».	

Ces récapitulatifs nous permettent de mettre en évidence que la narration conceptualisante peut favoriser la construction de concepts à la faveur d'une intégration des connaissances et éléments de savoirs contextualisés dans le cadre de l'intrigue. La proposition de composantes fictives par certains membres du groupe et leur prise en compte par d'autres et par l'enseignante favorise l'investissement dans la recherche de contenus scientifiques et le développement de raisonnements appropriés. Ceci soulève pour notre recherche un intérêt à creuser la question des conditions qui favorisent un **engagement cognitif** à travers la narration conceptualisante. C'est ce à quoi nous nous emploierons dans la partie suivante.

Dans des moments d'objectivation, une reconfiguration des savoir peut s'opérer dans la mesure où les élèves réussissent à **prendre de la distance avec le pôle fictif** pour mobiliser une argumentation ou des explications rigoureuses. Nous pouvons proposer que cette mise à distance a d'autant plus la possibilité de se mettre en place que l'enseignant l'accompagne, par certaines formes de questionnement comme nous l'avons identifié.

Nous observons aussi la possibilité qu'offre cette narration conceptualisante de **faire émerger des savoirs scientifiques non formalisés explicitement en classe**, mais qui au cours de la mise en récit ne sont pas forcément nommés scientifiquement et explicités. Il nous semble qu'il existe ici un axe à creuser pour chercher comment il serait possible de revenir avec les élèves sur ces savoirs pour les stabiliser et pointer leur consistance scientifique.

De plus, du point de vue de la recherche, il paraît également intéressant l'analyser directement au cours des pratiques de classe ou lors d'entretiens de recherche, le questionnement conduit par les enseignants ou les chercheurs auprès des élèves. Il s'agirait de cerner comment ce questionnement pourrait permettre aux élèves **d'atteindre les raisons constitutives des savoirs apodictiques** qu'ils ont initiés par leur raisonnement, sans pouvoir les approfondir. En effet, des raisonnements hypothético-déductifs ont été conduits, en particulier dans les groupes A et B, et ont permis de valider les hypothèses des élèves. Cependant, dans la mobilisation de l'expérience de fécondation artificielle, par exemple, ne sont pas énoncées les raisons pour lesquelles l'apparition d'une graine n'est pas possible si pollen et ovules ne sont pas de la même espèce.

Enfin, des difficultés à mémoriser des mécanismes persistent pour certains élèves. Nous nous demandons si les mêmes élèves éprouvent aussi des difficultés à mémoriser la représentation et le lexique des structures anatomiques. Nous traitons de cette question dans le

chapitre 2 de cette partie afin de repérer si ce dispositif peut avoir **des effets différenciés en fonction du type de problèmes abordés, fonctionnaliste ou anatomique.**

CHAPITRE 2 : ANALYSES LONGITUDINALES DE L'EFFET DE LA MISE EN RÉCIT SUR LES APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES PORTANT SUR DES PROBLÈMES ANATOMIQUES LIÉS À LA REPRODUCTION DES PLANTES À FLEURS

Nous nous demandons ici si et de quelle manière la mise en récit peut avoir un effet sur les apprentissages portant sur des problèmes anatomiques. Nous procédons par comparaison entre les évaluations pré-récit et post-récit (un comparatif des représentations graphiques des structures anatomiques annotées de chaque élève est présenté en annexe 14). Pour l'évaluation pré-récit (Annexe 6), les structures étaient représentées par un schéma identique à celui de la synthèse de cours (Fig. 8, partie 2, chapitre 1, section 1.2) qu'il fallait annoter par 8 mots de vocabulaire scientifique (pollen, étamine, pétale, stigmate, style, ovule, ovaire, pistil). Elle a eu lieu 6 jours après la fin des enseignements scientifiques. Nous y avons identifié le nombre de mots de vocabulaire restitués globalement et, parmi eux, le nombre de mots attribués avec pertinence aux structures adéquates. Sur les évaluations menées après la conception de l'enquête (Annexe 11), réalisées 11 jours après la fin des enseignements de sciences et 1 jour après la mise en récit, les élèves devaient représenter eux-mêmes les structures et les annoter. Nous menons notre analyse en deux temps : dans un premier temps nous observons les représentations graphiques de manière à repérer les structures caractérisées, dans un second temps nous identifions le lexique restitué. Nous éclairons ces analyses par les propos des élèves entendus en entretien dont les transcriptions sont présentées en annexe 13 A à D selon les groupes)

2.1 La représentation graphique des structures anatomiques

Nous analysons les représentations graphiques des structures que les élèves de chaque groupe ont réalisées lors de leur deuxième évaluation, et repérons si les structures mémorisées sont particulièrement en lien avec les contenus scientifiques discutés lors de la mise en récit. Nous avons repéré de manière générale que les élèves réussissent à représenter, même de façon simplifiée ou schématique, les structures d'une fleur. Nous précisons ci-dessous les variabilités. Cependant quatre élèves semblent être en difficulté pour les représenter graphiquement, au-delà de la mémorisation de leur existence. Il s'agit de Mel et Ili du groupe B, Kyl du groupe D et Sim du groupe E sur lesquels nous nous attarderons.

Les discussions menées lors de la mise en récit du groupe A ont porté sur le rôle du pollen dans le déclenchement de la genèse d'une graine, après sa rencontre avec l'ovule lors du mécanisme de fécondation. Les élèves de ce groupe sont tous capables de représenter les structures impliquées dans la fécondation et décrites dans le schéma de synthèse du cours et le texte de l'institutionnalisation et en lien avec la discussion de la mise en récit.

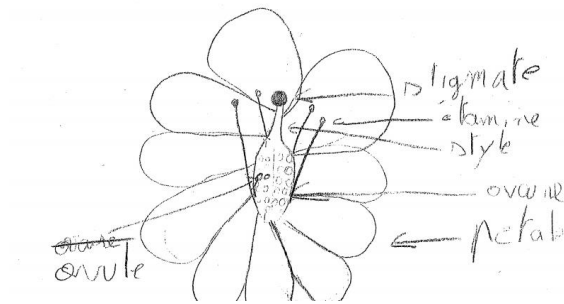


Fig. 24 : Dessin de Nei, évaluation post-récit

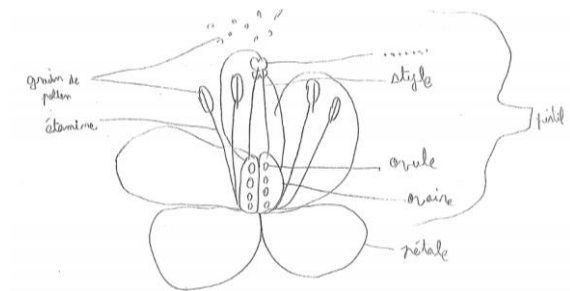


Fig. 25 : Dessin d'Aya, évaluation post-récit

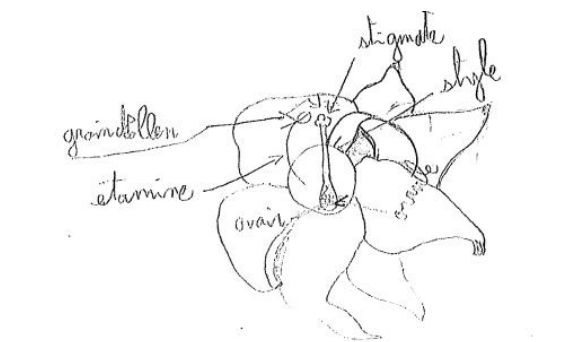


Fig. 26 : Dessin de Vad, évaluation post-récit

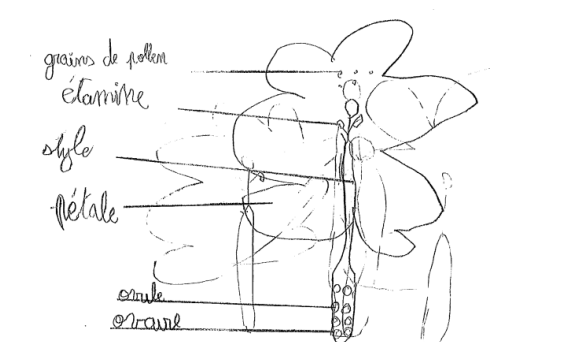


Fig. 27 : Dessin d'Adi, évaluation post-récit

Les élèves du groupe B ont aussi fait porter leur discussion sur la notion de fécondation, en particulier sur la rencontre pollen-ovule. Ade, représente très bien les structures essentielles impliquées dans la fécondation au regard de l'institutionnalisation. Ili ne réussit pas à représenter ovaire et ovule, elle ne pourra donc pas les nommer. Pour autant, nous avons vu qu'elle était investie dans les discussions et qu'elle avait convoqué l'expérimentation de fécondation artificielle lui permettant d'accéder à la compréhension du principe de fécondation. Ainsi nous pouvons proposer que la tâche de dessin qu'elle n'a pas réussie l'a empêchée de reporter le vocabulaire. Mel quant à elle rencontre une difficulté qui était masquée lors de la

première évaluation où elle avait restitué tous les mots au bon endroit. En devant produire elle-même le schéma dans la deuxième évaluation, elle entoure les étamines de gauche en indiquant qu'il s'agit des organes femelles, et celles de droite en indiquant les organes mâles. Elle a, en réalité, latéralisé les deux types d'organes, comme l'écriture sur le schéma de cours aurait pu le laisser penser. La discussion de groupe n'a pas pu lever cette confusion. De plus, un problème de représentation graphique de la fleur l'empêche d'annoter certaines structures : « Je ne sais plus où se place le style, l'ovaire et l'ovule. Et du coup, je ne peux pas placer le pistil ». Cette indication nous permet cependant de comprendre qu'elle a bien saisi que ces structures sont reliées. Comme nous l'avons constaté précédemment, les élèves de ce groupe se sont focalisés en premier lieu sur les composants de l'intrigue. Il y a eu des chamailleries et beaucoup de temps passé en particulier sur les prénoms des personnages et non sur les aspects scientifiques. De ce fait, nous pouvons proposer que les structures anatomiques n'ont pas été convoquées précisément ni explicitées en groupe. L'entretien avec Mel rend compte de ce manque de précision :

27 Chercheur : *Ça t'a permis de connecter avec des éléments de ta vie quotidienne, sur fleurs, fruits, jardins?*

28 Mel : *Nan, moi je ne m'intéresse pas du tout aux fleurs, je m'intéresse plus au sport et tout, mais les fleurs nan je savais pas qu'il y avait autant de trucs dedans.*

29 Chercheur : *Ah, c'est bien*

30 Mel : *Par exemple chez moi j'ai des fraises, donc dès qu'il y avait une fraise qui était mûre, je regardais bien puis je la cueillais.*

31 Chercheur : *D'accord.*

32 Mel : *Mais après je ne me rendais pas compte que dans la fleur et dans le fruit il y avait plein de trucs.*

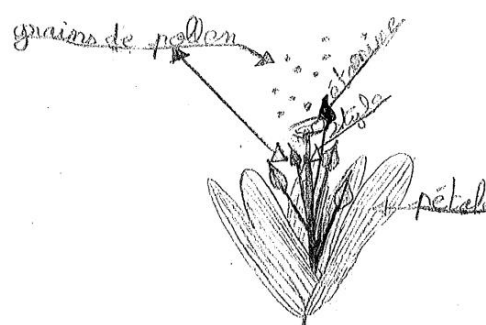


Fig. 28 : Dessin de Mel, évaluation post-récit Fig. 29 : Dessin d'Ili, évaluation post-récit

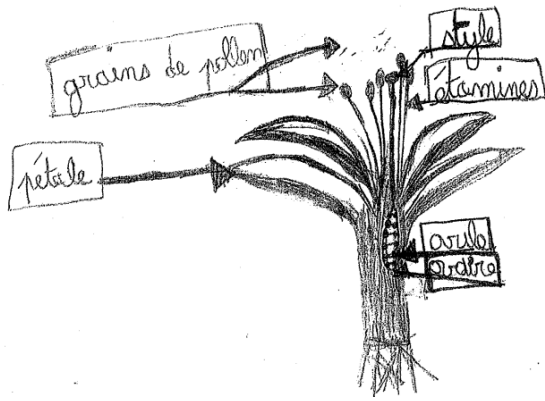


Fig. 30 : Dessin d'Ade, évaluation pos-récit

La discussion du groupe C a abordé les étapes de développement en utilisant le fait qu'une graine en se développant donnait une plante de même type (même espèce). Zel comme Kha représentent une structure centrale recevant le pollen qui se termine par l'ovaire et les ovules. Ainsi, les éléments fondamentaux contribuant à la fécondation sont représentés.

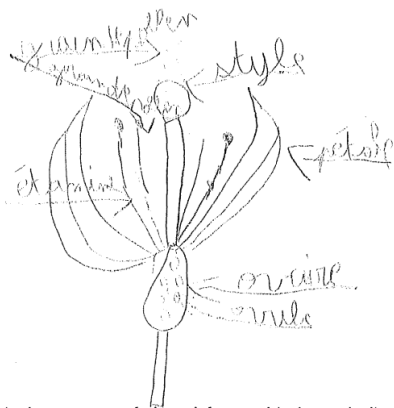


Fig. 31 : Dessin de Kha, évaluation post-récit

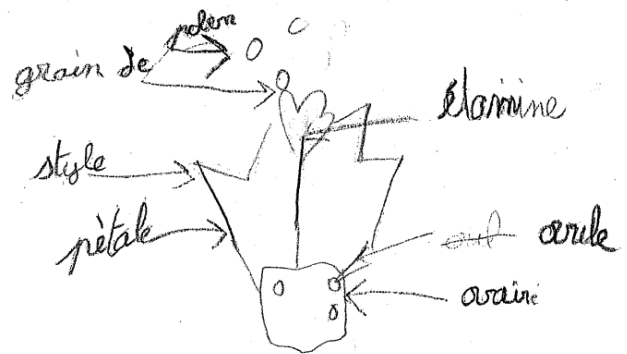


Fig. 32 : Dessin de Zel, évaluation post-récit

L'entretien avec Zel indique qu'elle a identifié l'importance du pollen.

59 Chercheur : Est-ce que tu te souviens d'un élément scientifique que t'as appris, sur les fleurs et les fruits ?

60 Zel : Euh...

61 Chercheur : Alors ça peut être des mots, ça peut être un mécanisme, un phénomène.

62 Zel : Euh le pollen

63 Chercheur : Qu'est-ce que t'en as retenu ?

64 Zel : Je savais pas qu'il y avait du pollen dans les fleurs

Par contre, Zel ne place pas correctement d'autres termes scientifiques comme étamines et style. Cela entre en cohérence avec le fait que, lors de la mise en récit, c'est Kha seul qui a évoqué l'expérience de fécondation dont il se souvient. Une partie de son entretien montre en effet qu'il est capable de réactiver les structures anatomiques impliquées qu'il représente :

35 Chercheur : *Sur les fleurs, les fruits, la fécondation, qu'est-ce que tu retiens que tu as appris pendant toute cette séquence ?*

36 Kha : *Par exemple que le l'étamine, c'est le truc qui... La tige. Il me semble que le style c'est le truc au-dessus. L'étamine c'est la tige.*

37 Chercheur : *D'accord, qui tient le pollen.*

38 Kha : *Aussi il y a l'ovule qui est dans la fleur tout en bas.*

39 Chercheur : *Très bien.*

40 Kha : *Il y a l'ovaire qui le recouvre.*

Dans le groupe D, les discussions ont traité de la spécificité du pollen selon les plantes. La fécondation n'a été évoquée que par Mae. Cet élève, qui a pris la parole pour expliquer les phénomènes, représente les structures fondamentales impliquées dans la fécondation telles qu'attendues par l'enseignante. Dans son entretien, il indique d'ailleurs qu'il a appris de nouvelles structures :

47 Chercheur : *Pour finir, si tu avais à me dire ce que tu as retenu qui t'a frappé le plus dans les apprentissages sur les fleurs, les fruits, et les graines, qu'est-ce que tu dirais que tu as retenu, que tu as appris ?*

48 Mae : *Les étamines, le style, les pétales... nan les pétales ça je savais. L'ovaire, l'ovule, et le pistil, ça je savais pas que ça existait. ... ça faisait bizarre d'apprendre des trucs, pourtant les fleurs on en a parlé en CP, CE1, CE2. Et là j'apprends pleins de nouveaux trucs, alors que d'habitude c'est que des révisions.*

La représentation de Mar montre une structure centrale incomplète qui ne fait pas figurer ovaire et ovules. Elle ne pourra donc pas annoter ces structures. Pour autant, son entretien montre qu'elle a compris qu'une fleur peut contenir une partie mâle et une partie femelle :

43 Chercheur : *Si tu avais quelque chose à retenir de ce que vous avez fait en sciences et pendant l'invention de l'enquête, tu te souviendrais de quoi par rapport aux sciences ?*

44 Mar : *Que une fleur ça a à la fois un ... (geste) comment ça s'appelle ?*

45 Chercheur : *Un pistil ? C'est ça ?*

46 Mar : *Une partie femelle et une partie mâle.*

47 Chercheur : *D'accord, il y a deux parties.*

48 Mar : *Sur les fleurs*

Le dessin de Kyl est très succin, il ne représente qu'un cercle avec des pétales et un point au centre. Il est à noter que cet élève est resté en dehors des discussions portant sur les phénomènes scientifiques.

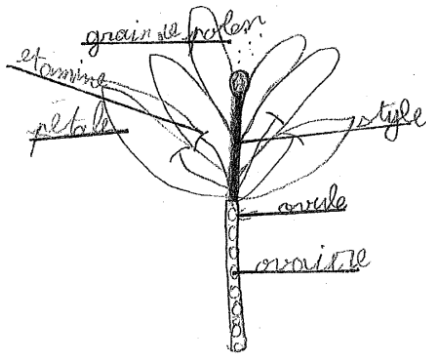


Fig. 33 : Dessin de Mae, évaluation post-récit



Fig. 34 : Dessin de Mar, évaluation post-récit

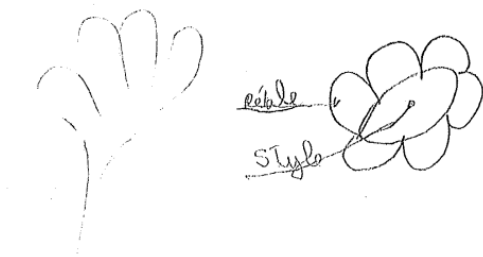


Fig. 35 : Dessin de Kyl, évaluation post-récit

Dans le groupe E, où l'expérience de fécondation avait été seulement rappelée lors de la mise en récit, quatre élèves représentent les structures fondamentales à retenir associées à la fécondation, selon une représentation similaire à celle de la trace écrite. Le cinquième élève, Sim, rencontre un problème de représentation graphique et de localisation spatiale des structures : il ne réussit pas à réaliser un schéma analogue à celui du cours, ni même un dessin plus figuratif. La fleur apparaît globalement comme un cône où pollen et ovules sont situés aux deux extrémités. Il est en difficulté pour annoter les autres structures : il place les mots spatialement comme sur le schéma de cours mais les flèches pour stigmat, style et étamines n'aboutissent pas aux structures correspondantes.

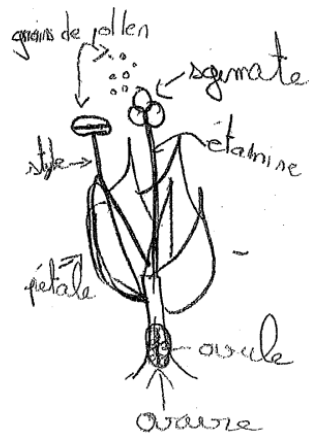


Fig. 36 : Dessin de Zoe, évaluation post-récit

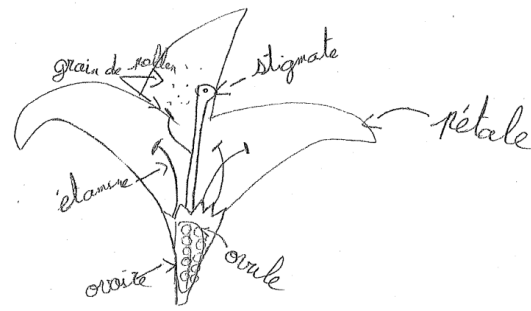


Fig. 37 : Dessin de Yel, évaluation post-récit

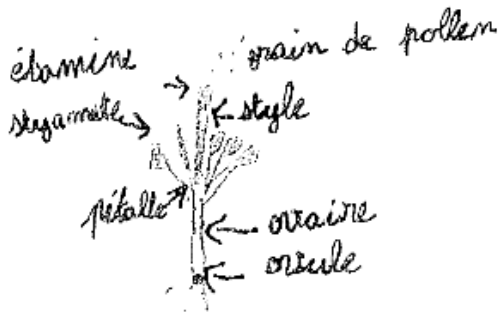


Fig. 38 : Dessin de Vic, évaluation post-récit



Fig. 39 : Dessin de Sim, évaluation post-récit

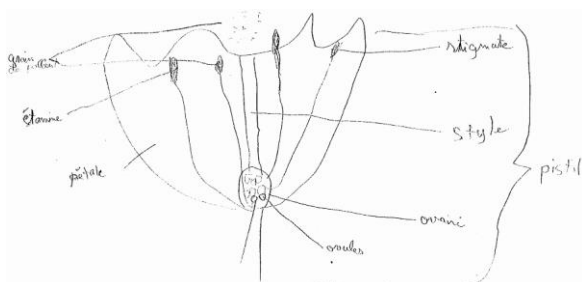


Fig. 40 : Dessin de Ant, évaluation pos-récit

Un élément saillant apparaît au regard de ces analyses concernant la représentation des structures.

Nous pouvons identifier pour les groupes A, C, D et E que les élèves qui ont participé aux discussions portant sur un concept biologique (fécondation, développement de la graine,

maintien des caractères) ont plus de facilité à représenter les structures qui y sont associées que les élèves étant restés à l'écart de la conversation. Pour Mel et Ili du groupe B, nous ne pouvons pas avancer d'hypothèse car il est difficile de savoir si les difficultés à représenter les structures, pour cette deuxième évaluation, sont liées à des capacités de représentation graphique ou à la non acquisition des structures en question.

2.2 La comparaison du lexique mémorisé portant sur les structures anatomiques d'une fleur, lors des évaluations pré et post mise en récit

Un aspect de la composition globale de l'évaluation pré-récit est à signaler : la plupart des élèves reproduit le positionnement du texte sur leur schéma tel qu'il était présenté sur le schéma de cours.

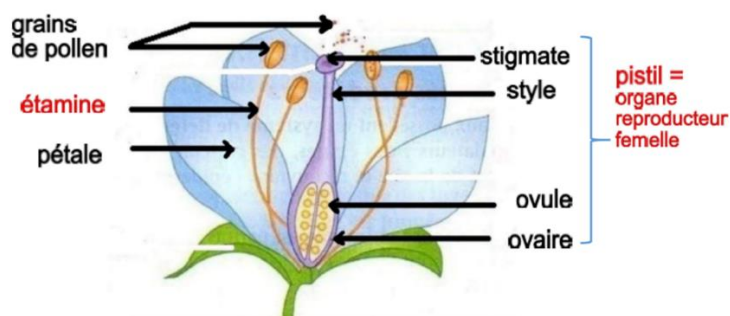


Fig. 8 : Schéma de synthèse des parties d'une fleur bisexuée

La composition plaçait l'annotation du mot « pistil » sur la droite, après une accolade, à la limite extérieure de champ de vision. Ainsi, il semble possible que, pour la moitié des élèves qui n'a pas noté le mot pistil, cette position n'ait pas favorisé la mémorisation, en raison d'un aspect visuel, de manière indépendante de l'effet de la mise en récit.

Nous avons également pu constater précédemment que certains élèves ont eu de la difficulté à représenter les structures entraînant leur absence sur le dessin ou un aspect non conforme à la réalité. Nous l'avons relevé en particulier pour Mel, Kyl et Sim qui ne représentent pas l'ensemble des structures. Dans ces cas, il est concevable que l'absence de représentation graphique ait empêché l'annotation avec le lexique adéquat.

Le tableau ci-après, présente, pour chaque groupe, le lexique anatomique mémorisé avant et après la mise en récit. Nous y pointons en particulier les « mots fondamentaux pour la fécondation » qui ont été mis en évidence dans la trace écrite à mémoriser à la fin de la deuxième

séance de sciences en Fig. 14 (ovules, ovaire, pollen) ainsi que le mot étamine apparaissant dans les discussions de mises en récit. Nous indiquons également, dans le tableau, le concept qui a été discuté en priorité par chaque groupe et proposons des éléments d'analyse qui sont approfondis ensuite. Les cadres verts indiquent les cas d'acquisitions nouvelles par rapport aux évaluations pré-récit, les cadres orange signalent des consolidations partielles ou totales du vocabulaire fondamental étudié, les cadres rouges visualisent des situations où il y a perte de vocabulaire.

Evolution de la mémorisation du lexique associé aux structures anatomiques								
	Evaluation pré-récit				Evaluation post-récit			Analyse
	Nombre de mots retenus sur 8	Nombre de mots bien placés	Mots manquants ou mal placés	Mots fondamentaux pour la fécondation	Nombre de mots bien placés	Mots bien placés dont, en rouge, les fondamentaux pour la fécondation et en gras ceux nouvellement acquis	Identification des acquisitions	
Gr A Traite de la fécondation								
Nei	6	6	pistil étamines	pollen, ovule, ovaire,	5	étamines, ovule, ovaire, style, stigmate	Acquisition d'un nouveau mot fondamental, mais oublié d'un autre	Les discussions du groupe ont permis d'activer du lexique lié à la fécondation et de faire s'approprier un nouveau mot
Aya	8	7	étamine	pollen, ovule, ovaire,	7	pollen, pétale, étamines, ovule ovaire, style, pistil	Acquisition d'un nouveau mot fondamental	
Vad	8	8		pollen, étamines, ovule, ovaire,	6	pollen, étamines, ovule, ovaire, style, stigmate	Consolidation du lexique fondamental précédemment acquis.	Les discussions du groupe ont permis d'activer du lexique lié à la fécondation et de le consolider.
Adi	8	8		pollen, étamines, ovaire, ovule	6	pollen, étamines, pétales, style, ovaire, ovule		
Gr B Traite de la fécondation								
Mel	8	8		pollen, étamine, ovaire, ovule,	4	pollen, stigmate, étamine, pétale	Difficultés de représentation d'où oubli de deux mots fondamentaux	Les discussions ont permis d'activer le lexique lié à la fécondation mais la non représentation de l'ovule et l'ovaire ne permettent pas de les dessiner et donc de les annoter.
Ili	7	5	étamine, stigmate	pollen, ovule, ovaire	3	pollen, pétale, style	Difficulté de représentation d'où oubli de deux mots fondamentaux	Les discussion ont permis d'activer le lexique lié à la fécondation mais la non représentation de l'ovule et l'ovaire ne permettent pas de les dessiner et donc de les annoter.
Ade	8	6	style, stigmate	pollen, étamine, ovaire, ovule,	5	pollen, étamine, ovaire, ovule, pétale	Consolidation du lexique fondamental précédemment acquis.	Les discussions du groupe ont permis d'activer le lexique lié à la fécondation et de le consolider.
Gr C Traite du développement de la graine, secondairement de la fécondation évoquée par un seul élève et non discutée dans le groupe.								
Kha	7	7	style, stigmate, pistil	pollen, étamines, ovaire, ovule	5	pollen, étamines, pétales, ovaire, ovule	Consolidation du lexique fondamental précédemment acquis.	La seule évocation de l'expérience de fécondation par un élève n'a pas d'effet sur l'acquisition d'un nouveau lexique associé aux structures impliquées dans la fécondation pour sa camarade. Mais le vocabulaire précédemment acquis est consolidé
Zel	7	5	étamine stigmate pistil	pollen, ovaire, ovule	4	pollen, pétales, ovaire, ovule	Consolidation du lexique fondamental partiel précédemment acquis .	
Gr D Traite de la spécificité des structures dont les pollens, secondairement de la fécondation.								
Mae	7	7	stigmate	pollen, étamine, ovaire, ovule,	6	pétale, style, pollen, étamines, ovule, ovaire	Consolidation du lexique fondamental précédemment acquis.	Ces deux élèves ont discuté entre eux de l'expérience de fécondation artificielle. L'explication de Maé lui permet de consolider son lexique, et permet à Marion d'en acquérir du nouveau, et de consolider le mot "pollen" sur lequel la discussion s'est focalisée.
Mar	7	5	pistil étamines ovaire	pollen, ovule,	5	pollen, pistil, style, stigmate, pétale,	Acquisition d'un nouveau mot mais oublié d'un autre	
Kyl	8	6	étamines, stigmates, ovule, ovaire	pollen, ovaire, ovule,	2	pétale, style	Pas de consolidation ni de nouvelles acquisition de lexique fondamental	
Gr E Traite de la spécificité des structures et de la fécondation								
Ant	8	8		pollen, étamine, ovaire, ovule,	8	pollen, ovaire, ovule, étamine, pétale, style, stigmate, pistil	Consolidation du lexique fondamental précédemment acquis.	Les discussions du groupe ont permis d'activer une partie du lexique lié à la structure d'une fleur et à la fécondation, et de le consolider le lexique fondamental des structures impliquées
Yel	7	7	Pistil	pollen, étamine, ovaire, ovule,	6	pollen, ovaire, ovule, pétale, stigmate, étamine		
Zoé	8	6	style étamines	pollen, ovaire, ovule,	5	pollen, ovule, ovaire, pétale, stigmate	Consolidation du lexique fondamental partiel précédemment acquis .	recentrage du vocabulaire: absence de mots non réactivés dans la discussion: effet de focalisation
Vic	7	7	Pistil	pollen, étamine, ovaire, ovule,	4	pollen, style, ovaire, ovule	Acquisitions fondamentales confirmées mais oublié d'un mot	
Sim	7	7	Pistil	pollen, étamine, ovaire, ovule,	4	étamine, ovule, pétale, pollen		

Tableau 36 : Évolution de la mémorisation du lexique associé aux structures anatomiques d'une fleur.

Nous pouvons constater dans un premier temps que, pour l'ensemble des élèves, le nombre global de mots qui légendent les structures avec pertinence après la mise en récit est inférieur ou égal à la première évaluation, réalisée avant la mise en récit.

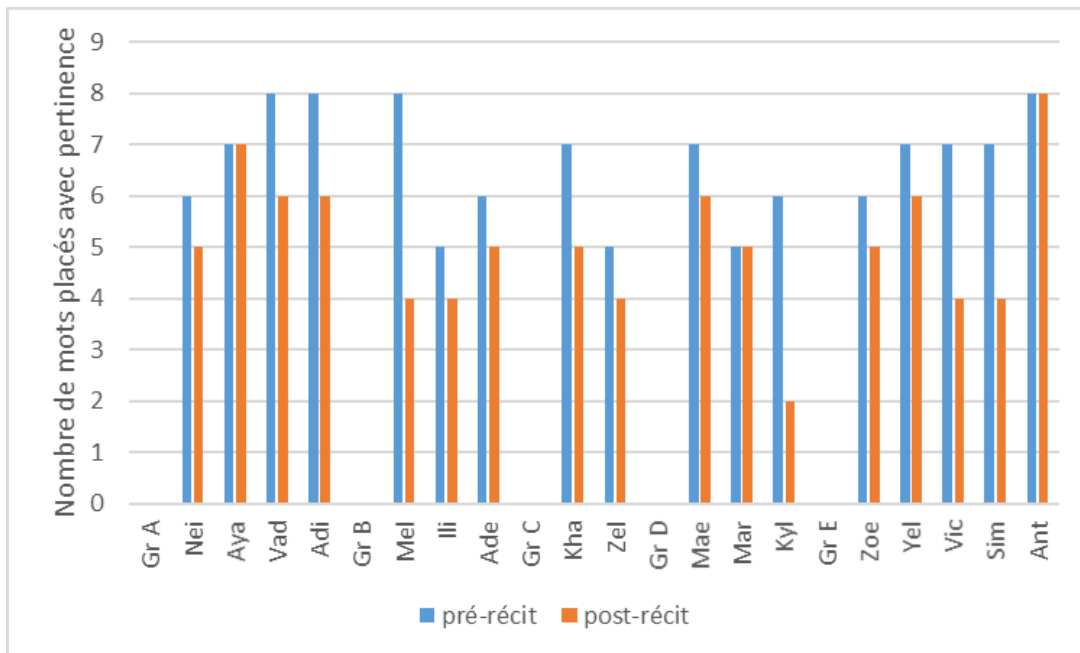


Fig. 41 : Nombre de mots de vocabulaire placés avec pertinence par l'ensemble des groupes

Nous pouvons avancer pour interpréter ce fait que la seconde évaluation a lieu 11 jours après la fin des enseignements scientifiques alors que la première avait eu lieu 6 jours après. Ainsi, il est possible que la récence de la première évaluation par rapport à la fin des enseignements de sciences ait joué en faveur de la restitution la plus complète. Les travaux sur la mémorisation de N’Kaoua et Claverie (1991) montrent des résultats en ce sens. Certains mots ont pu être oubliés entre temps. De plus, dans la deuxième évaluation, les élèves devaient produire eux-mêmes le schéma à annoter ce qui demande un effort de remémoration supplémentaire et de réalisation graphique : les structures n’étaient pas visibles pour les aider à restituer le lexique. Le choix de cette forme d’évaluation visait à identifier ce que les élèves avaient effectivement retenu durablement des enseignements, y compris dans les formes des structures. Nous pouvons énoncer comme autre hypothèse la centration du vocabulaire retenu sur celui qui a été mobilisé lors des discussions de la mise en récit, portant sur les phénomènes biologiques traités par les élèves. Une analyse plus fine est ainsi menée ci-dessous sur le lexique restitué par chaque élève, dans chaque groupe.

Pour le groupe A, nous proposons que les discussions menées lors de la construction de l'intrigue ont permis d'activer le concept de fécondation et le lexique associé. Ainsi, la mise en récit a pu favoriser la consolidation du vocabulaire précédemment acquis et l'acquisition d'un nouveau mot (étamine) pour deux élèves (Nei et Aya). Dans les représentations en histogramme ci-dessous, afin de préciser si les mots dénombrés après la mise en récit, dans la deuxième colonne, sont identiques ou non à ceux dénombrés avant, dans la première colonne, nous avons précisé en colonne 3 le nombre de nouveaux mots ajoutés et en colonne 4 le nombre de mots oubliés.

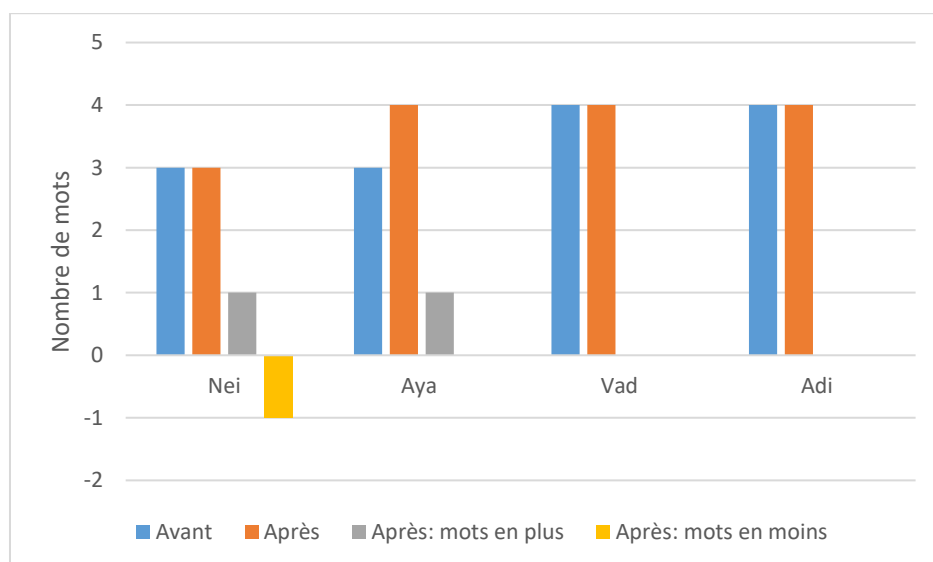


Fig. 42 : Nombre de mots placés avec pertinence par les élèves du groupe A

Les discussions du groupe B ont permis d'activer le concept de fécondation, de consolider le vocabulaire précédemment acquis pour un élève (Ade). Pour les deux autres élèves (Mel et Ili), des difficultés de représentation graphique les ont empêchées de dessiner des structures fondamentales pour la fécondation et donc de les annoter. Cela se manifeste par l'absence de restitution de deux mots de vocabulaire (ovule et ovaire). Nous pouvons cependant remarquer que, pour les trois élèves, le mot pollen, au centre de l'intrigue, est bien consolidé.

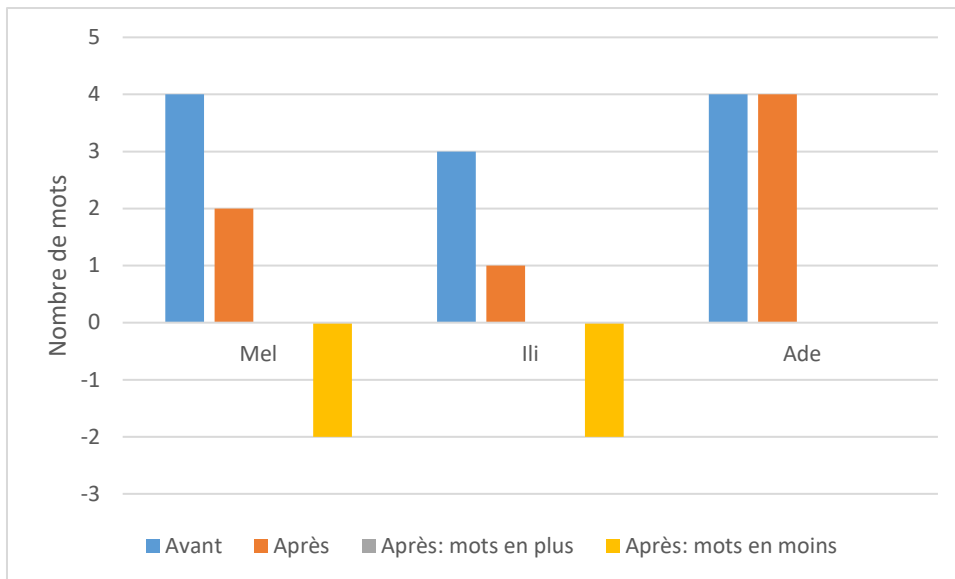


Fig. 43 : Nombre de mots placés avec pertinence par les élèves du groupe B

Le groupe C fait porter la discussion lors de la mise en récit sur les étapes de développement. L'expérience de fécondation est secondairement évoquée par un seul élève (Kha) pour lequel le vocabulaire précédemment acquis est consolidé. Cependant, comme cette expérience n'est pas discutée en groupe, on peut penser que l'autre élève (Zel), ne reformulant pas elle-même oralement le mécanisme, n'acquiert pas de nouveaux mots associés aux structures impliquées dans la fécondation.

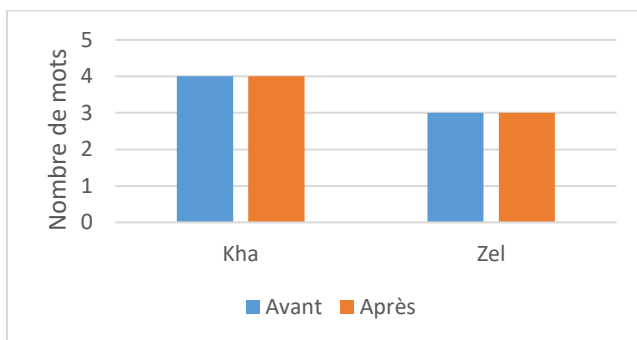


Fig. 44 : Nombre de mots placés avec pertinence par les élèves du groupe C

Dans le groupe D, l'élève Kyl n'a pas pu réactiver les mots de vocabulaire fondamentaux attachés à la fécondation. Notre hypothèse est que, en n'intervenant que pour indiquer les traces laissées par le pollen, et non pas pour développer son rôle dans la fécondation, il n'a pas pu s'approprier les mots des structures liés à la fécondation. Mae et

Mar ont discuté entre eux de l'expérience de fécondation artificielle. L'explication de Mae lui permet de consolider son lexique, et permet à Mar d'en acquérir du nouveau (pistil), et de consolider le mot "pollen" sur lequel la discussion s'est focalisée. Nous suggérons que l'effet de focalisation lui fait oublier un mot précédemment acquis (ovule).

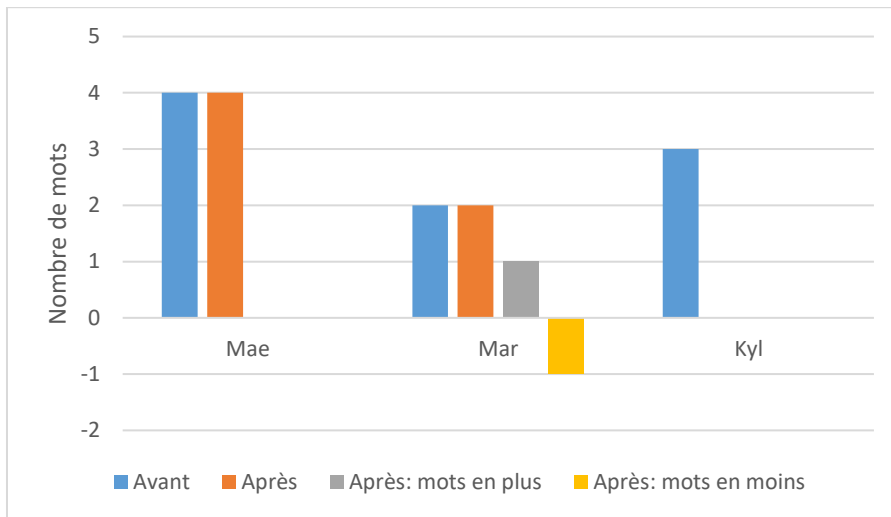


Fig. 45 : Nombre de mots placés avec pertinence par les élèves du groupe D

Les discussions du groupe E ont permis d'activer le lexique lié aux spécificités du pollen et des structures d'une fleur et ainsi de consolider le lexique fondamental des structures impliquées dans la fécondation. Nous pouvons noter que, quand trois élèves ont oublié un mot important, ils ont conservé le mot pollen qui a été particulièrement utilisé dans la discussion. Là encore, nous notons un effet de focalisation de la mise en récit.

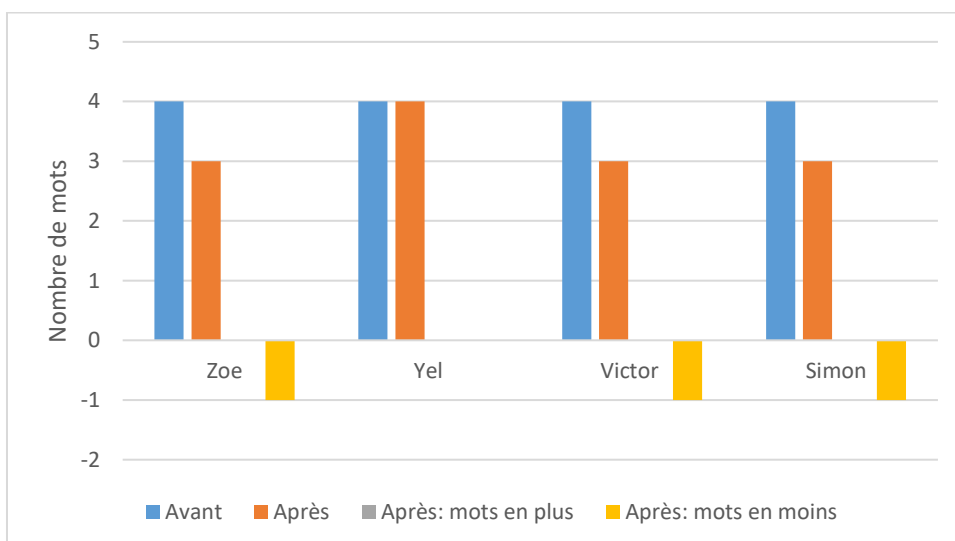


Fig. 46 : Nombre de mots placés avec pertinence par les élèves du groupe E

Sur l'ensemble des groupes, nous pouvons relever que l'effet de la mise en récit est très limité sur la mémorisation du lexique anatomique. En effet, le lexique fondamental concernant la fécondation, constitué des mots ovules, ovaire, pollen, étamines, a été en particulier examiné. Sur les dix-sept élèves qui ont réalisé la deuxième évaluation, huit ont cité et placé efficacement les quatre mots, cinq élèves l'ont fait pour trois mots, une élève pour deux mots, deux élèves pour un seul mot. Un seul élève n'a pas restitué du tout ce lexique. Cet élève n'a pas participé à la discussion sur le concept de fécondation lors de la conception de l'intrigue. Il s'est focalisé sur les traces laissées par le pollen et sa spécificité, et non sur son rôle dans la fécondation.

Au regard des analyses de ce chapitre, nous pouvons identifier un effet de la mise en récit possiblement distinct sur la mémorisation des structures anatomiques et du lexique associé, et des apprentissages liés aux contenus traités lors de la mise en intrigue.

Nous avons dans un premier temps constaté que la consolidation de l'ensemble du lexique anatomique n'a pu se réaliser que pour un seul élève. Pour autant, dans le contexte de la construction de l'intrigue, les discussions de groupe portant sur un concept scientifique donné permettent aux élèves impliqués de mobiliser mentalement les structures associées au concept, ce qui peut favoriser leur représentation et la mémorisation du lexique fondamental qui y est spécifiquement rattaché. Ainsi, le vocabulaire spécifique peut être consolidé ou nouvellement acquis. Plus précisément, les élèves qui mènent les explications lors de la mise en récit, réussissent à représenter correctement les structures considérées comme essentielles dans le mécanisme de fécondation, et les annotent avec le lexique fondamental. Pour les élèves qui ne mènent pas eux-mêmes les explications scientifiques l'acquisition de nouveaux mots est décelée pour ceux qui s'investissent dans une discussion en lien avec les mécanismes abordés (c'est de cas de Mar, groupe D)

Cependant, nous avons pu constater un effet de « focalisation », pour certains élèves qui oublient des mots qui ne sont pas en lien avec leur intrigue. Il y a dans ce cas une perte de vocabulaire mémorisé à court terme par la centration sur l'intrigue (par exemple dans le groupe E).

Il est à noter que le type d'évaluation post-récit choisi pour faire apparaître un maximum d'éléments mémorisés, en demandant aux élèves de dessiner et d'annoter les structures d'une

fleur, a constitué une difficulté pour certains élèves. Des problèmes de capacité à schématiser ont parfois bloqué certains élèves qui n'ont pas pu représenter et donc nommer les structures.

Dans le chapitre 1 de cette partie nous avons vu que la mise en récit peut contribuer à la compréhension des mécanismes de fécondation, des étapes de développement ou des spécificités des structures. Le chapitre 2 a montré que cette compréhension peut être déconnectée pour certains élèves de la représentation et de la dénomination des structures anatomiques, en particulier quand celles-ci ne sont pas associées à la discussion portant sur le concept ciblé. Nous avons pu constater en effet que pour Zel, Mar, Ili, Mel, Kyl et Sim la mise en récit a eu un effet positif sur la compréhension des phénomènes mais pas sur la caractérisation des structures anatomiques. Sur son dessin, Zel, ne représente pas les étamines mais son évaluation post récit montre qu'elle a compris le principe de fécondation. Ili a pu consolider la compréhension de ce même concept alors qu'elle n'a pas pu représenter ovaire et ovules. Ces deux structures sont aussi absentes sur le dessin de Mel qui a cependant compris que l'ensemble style ovaire ovule composait un même appareil, le pistil. Mar, sans dessiner ovules et ovaire est capable d'expliquer le mécanisme de fécondation. Sur son dessin, Kyl, représente seulement les pétales, éléments connus dans le sens commun et le style, élément central. Après la mise en récit, il peut indiquer que les graines résultent de la fécondation. Simon ne réussit pas à localiser les structures dans l'espace mais a compris le rôle du pollen dans la fécondation. Nous avons donc repéré une disjonction possible entre la capacité de localisation et de représentation des structures anatomiques et la compréhension du fonctionnement biologique.

En réalisant une synthèse des chapitres 1 et 2 de cette partie, et en y intégrant l'analyse des récits produits, le chapitre 3 pointe les processus en jeu dans la mise en récit pouvant contribuer à la construction de savoirs scientifiques.

CHAPITRE 3 : CONCLUSION PORTANT SUR LES APPRENTISSAGES ET LES PROCESSUS À L'ŒUVRE DANS LA NARRATION CONCEPTUALISANTE

Ce chapitre présente dans un premier temps ce que les récits réalisés par les groupes font apparaître des savoirs construits. La consigne donnée aux élèves était de prendre appui sur les apprentissages scientifiques pour élaborer leur énigme. L'attente de ces productions n'était donc pas la mise en texte du savoir scientifique. Dans un deuxième temps nous récapitulons ensuite les contenus scientifiques développés par les élèves et les processus cognitifs activés par la mise en récit, puis nous proposons des prolongements à notre réflexion.

3.1 Les aspects scientifiques intégrés aux récits produits : usage des savoirs stabilisés

Les savoirs scientifiques construits dans les discussions sont utilisés dans les récits produits comme éléments de l'intrigue et donnent parfois lieu à des explications mais sans approfondir les raisons scientifiques. La perspective du récit a permis de travailler des contenus scientifiques mais qui ne sont pas l'objet du récit.

Le groupe A fait porter l'intrigue sur le meurtre d'un botaniste.

Les élèves, en plus du vocabulaire ordinaire lié aux fleurs (rose, épines), utilisent une partie du lexique scientifique du schéma représentant la structure d'une fleur : pétale, étamine, pollen.

Une énigme est posée qui utilise des éléments anatomiques de la fleur pour constituer un code. Cette approche a été proposée dans les discussions de groupe. Une expérimentation concernant la fécondation d'une fleur par le pollen a aussi été proposée mais elle n'a pas été retenue dans l'histoire finale. Nous pouvons suggérer que ce choix a été fait pour rendre la résolution plus rapide.

Un élément utilisé pour confondre le coupable est l'identification du pollen trouvé sur le suspect. Les élèves activent ici un raisonnement analogique en comparant les caractéristiques du pollen présent sur le suspect et de celui présent sur la victime. La notion de caractères spécifiques, attachés à une espèce donnée, est ici réinvestie.

Le groupe B met en scène « le crime dans un champs de maïs »

Lors de leur travail de groupe, les élèves ont discuté de pollen de maïs retrouvé sur le suspect. Ils ont proposé que le botaniste l'analyse en le mettant sur le pistil de maïs pour observer s'il y avait apparition de graines de maïs. Cette discussion se traduit dans le récit par la découverte de traces de pollen sur les allumettes présentes sur la scène de crime. L'expérience envisagée lors de la séance de mise en récit n'est pas développée ici.

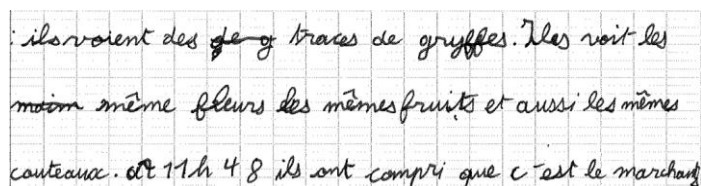
Le groupe C a élaboré un récit intitulé « La disparition mystérieuse ».

Les élèves utilisent le vocabulaire commun lié aux fruits (banane, fraise, fruit) mais aussi le lexique scientifique (graines, plantules). Ils convoquent l'expertise d'un botaniste qui « prend sa loupe et examine ». Ils font donc appel à ses compétences d'observation et de raisonnement hypothético-déductif. Si les graines retrouvées sur le suspect donnent des plantes comparables à celles présentes sur les lieux du vol, alors cela signifie que le suspect était sur les lieux.

Ainsi, ils vont aussi faire réaliser une démarche expérimentale par le botaniste à partir des graines retrouvées sur le suspect : les graines vont être plantées, cultivées jusqu'à donner une plantule que l'on pourra reconnaître et comparer à d'autre. Cette réflexion a été menée lors de la mise en récit. À travers cette expérimentation, les élèves ont activé la notion de développement d'une plante à graine, avec une partie de son cycle de vie. Ils convoquent et semblent s'être appropriés la notion de conservation des caractéristiques d'une plante d'une génération à l'autre.

Un meurtre est l'objet du récit du groupe D

Du pollen, dont le mot provient du lexique appris, et des pépins de fruits sont convoqués comme indices présents sur l'arme du crime. Il s'agit de les comparer avec les fleurs et les fruits trouvés chez la victime. Le raisonnement qui va consister à identifier les fleurs et les fruits pouvant être du même type que les plantes ayant donné le pollen et les pépins, est énoncé de la manière suivante :



ils voient des traces de griffes. Ils voit les
même même fleurs les mêmes fruits et aussi les mêmes
couteaux. et 11h 48 ils ont compris que c'est le marchand

Ils voient des traces de griffes. Ils voit les mêmes fleurs, les mêmes fruits et aussi les mêmes couteaux. À 11h48, ils ont compris que c'est le marchand.

Extrait du récit du groupe D et sa transcription

Ainsi, sans l'exprimer explicitement, les élèves convoquent le fait que graines ou pépins proviennent du développement d'une fleur en fruit de la même espèce. Les discussions lors de la mise en récit ont porté sur l'analyse du pollen, en particulier son ADN, pour caractériser son espèce. Ainsi, dans le texte final, la notion de caractéristiques spécifiques est présente ainsi que la phase du développement de la fleur, en fruit générant des graines.

Le récit du groupe E s'intitule « Le voleur de fruit »

Des fruits de la passion ont été dérobés et mangés. Les indices convoqués sont différentes sortes de graines et pépins trouvés sur les mains des suspects. Le raisonnement sera de les comparer aux graines des fruits de la passion. Les élèves font intervenir un botaniste qui reconnaît les pépins de raisin. Cela fait écho aux discussions de la mise en récit où son expertise a été évoquée pour l'identification des pollens et des pétales. Les élèves ont bien perçu que chaque espèce a des caractéristiques propres, et que les graines sont caractéristiques d'une espèce donnée.

Les éléments scientifiques injectés dans les récits relèvent de plusieurs aspects.

D'une part les éléments anatomiques des plantes à fleurs sont convoqués à l'aide du lexique scientifique et sont réinvestis dans des situations différentes de celles de la classe, de façon adéquate. D'autre part, les phénomènes biologiques ne sont pas expliqués pour eux-mêmes, mais les élèves se les sont appropriés à l'issue de la mise en récit et les convoquent à bon escient, leur conférant du sens au sein de démarches scientifiques. Les expertises du botaniste sont sollicitées au titre de sa maîtrise des savoirs et des démarches expérimentales et des raisonnements scientifiques qu'il mène.

Nous pouvons remarquer que les récits mobilisent des éléments des discussions des travaux de groupe mais ne convoquent pas forcément tout ce qui a été discuté. Une sélection est faite qui tend vers la rapidité de résolution de l'intrigue (par exemple une énigme avec un code à partir de éléments anatomiques plutôt qu'une expérimentation). On pourrait dire qu'il s'agit d'une sorte de « course » vers la solution, ce qui s'oppose d'une certaine manière aux démarches scientifiques qui privilégient le travail des problèmes et la construction des raisons qui sous-tendent les solutions. Mais ces productions n'ont pas forcément vocation à détailler le cheminement de construction du savoir. Les discussions entre élèves lors de la mise en récit sont plus riches que les éléments intégrés dans les récits finaux. Ainsi, les argumentations lors des travaux de groupe ont permis la construction ou la consolidation des concepts selon les élèves sans que leur raisonnement ne soit forcément visible dans le texte final du récit.

Cependant, dans les récits, nous pouvons repérer les raisonnements de déduction, de comparaison et l'activation des notions de développement de la graine en plantule, de caractéristiques spécifiques du pollen, des graines et des autres attributs d'une fleur ainsi que la conservation de ces caractéristiques au fil des générations.

3.2 Récapitulatif de l'ensemble des apprentissages et des processus identifiés

Les tableaux suivants rassemblent les conclusions tirées sur la construction de concepts associés à des problèmes fonctionnalistes (rôle du pollen dans le mécanisme de fécondation, développement de la graine, spécificité et transmission des caractères, spécificité des pollens) et les acquisitions liées à des problèmes d'anatomie d'une fleur à l'issue de la mise en récit. Ils présentent une analyse des moments d'intégration des connaissances et d'objectivation du savoir dans la narration conceptualisante conduite. À la suite de ces tableaux, nous pointons les processus communs que nous avons identifiés comme facilitateurs pour la construction des savoirs scientifiques ainsi que les limites que nous avons pu déceler. Nous posons alors des axes complémentaires que nous explorons dans cette recherche et indiquons les pistes pour de futurs approfondissements.

Acquisitions concernant le concept de la fécondation	Acquisitions concernant l'anatomie d'une fleur bisexuée	Intégration et objectivation en jeu dans la narration conceptualisante portant sur des problèmes fonctionnaliste et anatomique
Nei		La mise en récit a permis l'explication des phénomènes convoqués, l'argumentation des procédures d'investigation, favorisant, pour les élèves impliqués, une reconfiguration des connaissances conduisant à l'établissement de savoirs portant sur la compréhension du concept de fécondation ainsi que la représentation des structures et la consolidation ou l'acquisition du lexique. Pour l'élève figé sur les aspects formels du récit, la compréhension du concept de fécondation est plus partielle indiquant une relation entre la mise en récit et la maîtrise du problème fonctionnaliste. Mais pour cet élève, les structures anatomiques sont acquises suggérant une mémorisation indépendante de la compréhension du phénomène.
Identification de la nécessité d'une la rencontre pollen-ovule lors de la fécondation et de l'obtention d'une graine.	Représentation des structures impliquées dans la fécondation et gain de vocabulaire	
Aya		
Identification de la nécessité d'une la rencontre pollen-ovule lors de la fécondation et de l'obtention d'une graine.	Représentation des structures impliquées dans la fécondation et gain de vocabulaire	
Vad		
Identification de la contribution des deux sexes dans la fécondation et de l'obtention d'une graine	Représentation des structures impliquées dans la fécondation et consolidation du vocabulaire	
Adi		
Identification de la contribution des deux sexes dans la fécondation.	Représentation des structures impliquées dans la fécondation et consolidation du vocabulaire	

Tableau 37 : Synthèse des apprentissages du groupe A. Activation lors de la mise en récit du problème du rôle du pollen dans le mécanisme de fécondation

Les différentes traces du processus à des moments clés sont présentées visuellement dans l'annexe 15 qui réalise la synthèse du corpus du groupe 2 sur pour lequel nous disposons du maximum d'éléments.

Acquisitions concernant le concept de la fécondation	Acquisitions concernant l'anatomie d'une fleur bisexuée	Intégration et objectivation en jeu dans la narration conceptualisante portant sur des problèmes fonctionnaliste et anatomique
Mel		Les élèves ont mobilisé et explicité, lors des discussions, des contenus scientifiques de cours, pour reconfigurer leurs connaissances et les ériger en savoirs portant la fécondation. Les progrès dans la compréhension de ce concept ont été plus réduits pour l'élève seulement à l'écoute des échanges. Des difficultés à représenter, localiser et donc à nommer les structures sont présentes chez des élèves ayant progressé de façon différentielle sur la compréhension du concept indiquant une certaine indépendance des capacités à progresser sur des problèmes anatomiques et fonctionnalistes.
Établissement du lien entre la graine et la fécondation. Identification de deux organes reproducteurs différents est identifiée	Absence de représentation des ovaires et ovules, et donc pas de vocabulaire associé Mauvaise localisation des organes mâles.	
Ili		
Identification de la nécessité d'une rencontre pollen- ovule pour réaliser une fécondation	Pas de représentation des ovaire et ovules, et donc pas de vocabulaire associé	
Ade		
Identification de la nécessité d'une la rencontre pollen- ovule pour obtenir la fécondation	Représentation des structures impliquées dans la fécondation et consolidation du vocabulaire	

Tableau 38 : Synthèse des apprentissages du groupe B. Activation lors de la mise en récit du problème du rôle du pollen dans le mécanisme de fécondation

Les différentes traces du processus à des moments clés sont présentées visuellement dans l'annexe 16, qui réalise la synthèse du corpus de Mel, pour laquelle le dispositif montre ses limites.

Acquisitions concernant les étapes de développement et la spécificité des caractères	Acquisitions concernant l'anatomie d'une fleur bisexuée	Intégration et objectivation en jeu dans la narration conceptualisante portant sur des problèmes fonctionnaliste et anatomique
	Kha	
Identification de la succession des étapes de développement : graine-plantule-fleur-fruit	Représentation d'une structure centrale recevant le pollen se terminant par l'ovaire et les ovules qui sont nommés. Les étamines sont représentées et nommées	L'explication par un élève de la succession des étapes de développement apprises en cours et la mobilisation implicite de la notion de transmission des caractères, lui ont permis, dans le cadre de l'intrigue, de reconfigurer ses connaissances et d'amener sa camarade comme lui-même, au savoir portant sur ces étapes de germination et de croissance.
	Zel	L'expérience de fécondation est secondairement évoquée par ce même élève pour lequel les structures anatomiques et le vocabulaire précédemment acquis sont consolidées. Cette expérience n'est pas discutée en groupe, l'autre élève n'acquiert pas l'ensemble des structures impliquées dans la fécondation ni le vocabulaire associé. Nous repérons ainsi qu'en cas d'absence de discussion à propos du concept, l'acquisition des structures ne se fait pas.
Identification de la succession des étapes de développement : graines-plantule-fleur-fruit	Représentation d'une structure centrale recevant le pollen et se terminant par l'ovaire et les ovules qui sont nommés. Pas de représentation des étamines. Ce mot est mal placé	

Tableau 39 : Synthèse des apprentissages du groupe C. Activation lors de la mise en récit des problèmes de caractérisation des étapes de développement et de la transmission de caractères. La fécondation est évoquée par un seul élève, non discutée en groupe.

Acquisitions concernant le concept de la fécondation	Acquisitions concernant l'anatomie d'une fleur bisexuée	Intégration et objectivation en jeu dans la narration conceptualisante portant sur des problèmes fonctionnalistes et anatomiques
Mae		
Explication du mécanisme fondamental de la fécondation (rencontre pollen-ovule). Identification de la graine comme la conséquence de la fécondation.	Représentation des structures fondamentales pour la fécondation et consolidation du vocabulaire.	Les discussions menées lors de la mise en récit ont permis une réactivation des apports de cours, écrits ou non, et une appropriation des connaissances. Les savoirs portant sur la fécondation sont expliqués par les élèves impliqués dans les discussions entraînant une consolidation ou une acquisition de vocabulaire et une compréhension du concept fondamental. L'élève non impliqué ne représente pas les structures, ne les nomme pas et n'explique pas le mécanisme. Une élève montrant des progrès de compréhension ne peut cependant pas représenter toutes les structures anatomiques associées à la fécondation. Cela suggère une disjonction possible entre la compréhension du fonctionnement et localisation des structures anatomiques.
Mar		
Reformulation du mécanisme fondamental de la fécondation. Identification de la graine comme la conséquence de la fécondation	Pas de représentation complète mais acquisition d'un mot nouveau.	
Kyl		
Pas d'explication du mécanisme de la fécondation mais identification de la graine comme sa conséquence.	Perte de vocabulaire et représentation très succincte.	

Tableau 40 : Synthèse des apprentissages du groupe D ayant activé lors de la mise en récit les problèmes de spécificité des pollens et le principe de fécondation

Acquisitions concernant le concept de la fécondation et la spécificité des structures	Acquisitions concernant l'anatomie d'une fleur bisexuée	Intégration et objectivation en jeu dans la narration conceptualisante portant sur des problèmes fonctionnaliste et anatomiques
Zoe		<p>Lors de la mise en récit, les élèves rendent explicite le concept de spécificité des caractères qui constitue une acquisition nouvelle. Les caractéristiques propres des structures servent d'indices à l'intrigue. La recherche de l'origine du pollen, donne aussi lieu à réactivation de l'expérience de la fécondation artificielle. Ainsi, les échanges collectifs permettent de mettre au jour ou d'approfondir des concepts, de reconfigurer les connaissances pour accéder au savoir.</p> <p>Quatre élèves représentent les structures fondamentales concernant la fécondation, dont une élève avec des annotations plus partielles. Le cinquième élève, ne réussit pas à représenter spatialement les structures et est limité dans l'annotation. Nous constatons qu'Ant et Yel, qui ont réactivé la fécondation artificielle et l'expertise d'un botaniste accèdent finalement à la fois à la compréhension du concept et à la mémorisation du lexique de manière plus aboutie. Nous proposons que les élèves qui mobilisent par eux-mêmes les concepts puissent consolider plus facilement les savoirs portant à la fois sur le fonctionnement et l'anatomie.</p>
Repérage de la nécessité d'organes reproducteurs mâles et femelles. Identification de la graine comme résultat de la fécondation.	Représentation des structures fondamentales mais dénomination partielle	
Yel		
Identification de la nécessité d'une rencontre pollen- ovule pour réaliser une fécondation. Identification de la graine comme résultat de la fécondation.	Représentation et dénomination des structures fondamentales associées à la fécondation.	
Vic		
Repérage de la notion de spécificité des structures (en particulier les pétales) Identification des étapes de pollinisation et de fécondation.	Représentation des structures fondamentales associées à la fécondation mais oubli de vocabulaire.	
Sim		
Repérage de la notion de spécificité des structures (en particulier des graines) Identification du rôle du pollen dans la fécondation. Identification de la graine comme la conséquence de la fécondation.	Difficulté de localisation et de représentation des structures associées à la fécondation. Oubli de vocabulaire	
Ant		
Repérage de la notion de spécificité des structures (en particulier le pollen). Identification du rôle du pollen dans la fécondation et de la transformation de la fleur en fruit.	Représentation et dénomination des structures fondamentales associées à la fécondation.	

Tableau 41 : Synthèse des apprentissages du groupe E ayant activé les problèmes d'identification des caractéristiques spécifiques d'une plante donnée et secondairement de la fécondation

Les synthèses réalisées mettent en évidence des processus communs à l'œuvre au cours de la mise en récit permettant la construction de savoirs et font émerger de nouvelles questions.

En cherchant à résoudre des problèmes qui constituent leur intrigue, les élèves sont amenés à mobiliser des éléments de savoirs scientifiques rattachés à des problèmes fonctionnalistes ou anatomiques. Ceux-ci ont pu d'une part être réactivés à partir des enseignements menés et formalisés en classe. Dans ce cas, certains groupes d'élèves ont mobilisé les savoirs apodictiques construits en classe lors du travail de problèmes fonctionnalistes liés à la rencontre des grains de pollen et des ovules dans le mécanisme de fécondation. D'autres élèves se sont saisis des étapes de développement, en particulier de la graine à la plantule. D'autre part, des savoirs ont pu être rendus visibles à la faveur de la mise en récit alors qu'ils n'avaient pas été pointés de façon explicite dans les enseignements. Dans ce deuxième cas, des élèves ont fait émerger la nécessité de la rencontre entre gamètes de même espèce pour l'obtention de graines. D'autres ont sollicité la transmission et le maintien des caractères d'une génération à l'autre ou la spécificité des caractères et des structures anatomiques d'une espèce donnée, y compris celle des grains de pollen. L'ensemble des situations de mobilisation des éléments de savoirs liés à des problèmes scientifiques est significatif de leur **intégration** par les élèves.

Nous avons également noté que le raisonnement hypothético-déductif mené en classe lors du travail des problèmes fonctionnalistes liés à la reproduction des plantes à fleurs a pu être transposé par certains élèves pour traiter les problèmes liés à leur intrigue. D'autres élèves conduisent des explications de mécanismes biologiques au service de l'intrigue. Ces processus cognitifs les amènent à reconfigurer et **objectiver** les savoirs en jeu.

La contextualisation des éléments scientifiques dans l'intrigue conduit à un enclassement des raisonnements et explications scientifiques liés aux problèmes fonctionnalistes ou anatomiques à l'intérieur du traitement des problèmes liés à la fiction. Cette approche a l'intérêt de donner du sens aux démarches et contenus scientifiques traités, mais confère aussi une difficulté. En effet, certains élèves **ne se détachent pas du pôle fictif** et n'entrent pas dans la réflexion scientifique ce qui constitue une limite au dispositif. Cependant, nous avons pu noter que si la centration sur les composants du récit limite le traitement des problèmes fonctionnalistes, elle n'empêche pas forcément l'acquisition des structures anatomiques, ce qui pointe une **disjonction** entre la mémorisation des structures et la compréhension des mécanismes biologiques.

Au regard de ces éléments de synthèse, nous avons identifié un axe d'approfondissement portant, de manière générale, sur le rôle de l'enseignant dans la narration conceptualisante. Un premier point serait de réfléchir avec l'enseignant à la façon de conduire les élèves centrés sur les aspects fictifs vers le traitement des problèmes scientifiques enchâssés dans ceux de l'intrigue. De plus, il nous semble important de creuser la manière avec laquelle l'enseignant pourrait amener les élèves à mettre en évidence de façon explicite les savoirs nouveaux qu'ils ont rendus visibles à l'occasion de l'élaboration de leur intrigue, de manière à favoriser leur conceptualisation. Enfin, il serait intéressant d'étudier plus précisément le questionnement que pourrait mener l'enseignant pour faire rechercher aux élèves les raisons scientifiques qui fondent leurs raisonnements. Ces axes sont approfondis dans le dernier chapitre de ce mémoire.

Si nous avons pu repérer l'investissement de la majorité des élèves dans le déploiement de la dynamique pointée dans la synthèse ci-dessus, sous la forme de questionnement, proposition, explication, argumentation, nous avons aussi relevé que certains élèves restent dans une posture d'écoute passive, sans prendre part aux discussions sur le récit ou les aspects scientifiques. Ces derniers montrent de faibles progrès sur les contenus examinés qu'ils soient liés aux problèmes fonctionnalistes ou anatomiques. Ainsi, il apparaît que la reconfiguration des éléments de savoirs et les raisonnements conduits reposent sur l'adhésion des élèves au projet que constitue l'élaboration de l'intrigue. La caractérisation des conditions qui permettent leur engagement dans la perspective de favoriser leurs apprentissages scientifiques constitue un axe fort de notre travail que nous abordons dans la dernière partie de ce mémoire.

PARTIE 4 : CONDITIONS D'UNE NARRATION CONCEPTUALISANTE DÉBOUCHANT SUR DES APPRENTISSAGES ET NOUVELLES PISTES DE RECHERCHE

La mise en récit que nous avons décrite et analysée nous a amenée à identifier des points d'appui pour les apprentissages scientifiques qui passent par l'identification de problèmes scientifiques, l'intégration des connaissances et des éléments de savoir, leur reconfiguration, la conduite de raisonnements permettant d'objectiver ces savoirs et de trouver du sens à leur construction. Mais, nous avons montré aussi que l'implication des élèves grâce à laquelle ces processus s'enclenchent n'est pas aisée. Aussi, il nous paraît d'abord important de caractériser les conditions qui, au cours du dispositif associé à la mise en récit, peut permettre l'engagement cognitif des élèves. Ainsi, nous pouvons mieux identifier ce qui peut constituer l'intérêt spécifique d'une mise en récit pour construire des savoirs nouveaux. En synthétisant ensuite les caractéristiques engageantes et les processus mis en évidence dans notre dispositif, nous pointons les apports de la conceptualisation narrative et nous proposons plusieurs pistes nouvelles pour la recherche.

CHAPITRE 1 : ANALYSE DE L'ENGAGEMENT DES ELÈVES À TRAVERS LA MISE EN RÉCIT

Les trois critères qui incitent les élèves à s'engager dans les activités scolaires, que nous avons retenus de la littérature scientifique mobilisée à ce propos (partie 2, chapitre 2, section 2.2) et que nous recherchons dans les entretiens avec les élèves sont l'affect positif, le sentiment de compétences et le sentiment d'autonomie. En effet, les recherches ont montré un effet bénéfique sur l'apprentissage du plaisir rencontré par les élèves dans leur activité, de leur capacité à réussir ce qui leur est demandé et de leur prise d'initiative. Dans les entretiens menés avec les huit élèves de CM1 (Annexe 13), nous enclenchons donc une discussion à l'aide de trois questions portant chacune sur l'un de ces trois critères. Nous relevons ici les réponses des élèves interrogés afin de caractériser les conditions qui ont permis aux élèves de s'engager dans le dispositif. Par ailleurs, la notion de sens, qui est transversale à notre étude, est aussi un moteur de l'engagement des élèves. Sans qu'il y ait de questions spécifiques, nous cherchons également dans leur discussion, les traces du sens que les élèves accordent à la mise en récit.

1.1 L'affect positif

La question portant sur le plaisir ressenti dans cette approche a été formulée de cette façon :

« *Est-ce que tu as aimé écrire une histoire en utilisant les connaissances scientifiques ? Peux-tu dire pourquoi oui, ou pourquoi non ?* »

Nous repérons en bleu dans les extraits d'entretien ce qui est significatif de ce ressenti positif.

Nous constatons dans les réponses un retour positif des huit élèves lié à la notion d'enquête, de plaisir d'écrire ou raconter des histoires, d'inventer.

2	Nei Groupe A (Annexe 13 A)	Moi j'ai bien aimé, parce que déjà j'aime bien lire, donc ça m'a servi un peu d'avoir des idées de lecture. Par exemple, l'idée pour les étamines, d'avoir laissé un indice, ça c'était une idée que j'avais déjà lue... Et aussi j'aime bien écrire des histoires.
---	-------------------------------------	---

2	Mel	Moi, la science c'est pas trop mon truc, mais en fait, le fait qu'on raconte une histoire, en groupe, ça m'a plu. ... , la plante ça a commencé à
---	-----	--

	Groupe B (annexe 13 B)	m'intéresser parce qu'après on allait faire une histoire. Du coup l'histoire après, ... j'ai bien commencé, puis ouais ça me plait quand même.
--	---------------------------	--

2	Kha Groupe C (Annexe 13 C)	Moi, j'aime bien tout ce qui est un peu énigme, Sherlock Holmes, et tout ça du coup bah ça m'avait bien plus.
---	----------------------------------	---

4	Mae Groupe D (Annexe 13 D)	Bah oui, parce que j'aime bien la science, et j'aime bien écrire des textes, j'ai assez d'idées dans la tête et j'ai assez d'imagination, pour m'imaginer la suite
25	Chercheur	Et cet après-midi, qu'est-ce que tu as retrouvé de commun que tu aimes bien et que tu sais faire ?
26	Mae	L'invention.

2	Mar Groupe D (Annexe 13 D)	J'aime bien parce que bah ça m'inspire, j'aime bien tout ce qui est livre, tout ce qui est où il faut écrire
---	----------------------------------	--

Une élève, Aya du groupe B (Annexe 13 B), indique une difficulté à trouver des idées en lien avec les apports de la séquence de sciences, mais cela n'affecte pas le fait d'aimer la démarche proposée.

2	Aya	J'ai aimé, mais d'un autre côté j'ai trouvé ça un peu difficile parce qu'il y avait pas beaucoup de choses à utiliser pour l'énigme. Il y avait des traces de pollen ou un jus de fruit colorant.
---	-----	---

L'ensemble de ces réponses entre en cohérence avec les travaux de Barbier (2000, p71) qui indiquent que « *le travail mental peut être inducteur d'affects ou d'émotion qui, eux-mêmes, peuvent avoir des effets sur le déclenchement d'activité* ».

Nous observons ici que ce que les élèves déclarent aimer dépasse le déclenchement et intéresse aussi la poursuite du travail de construction de l'intrigue, maintenant ainsi l'engagement dans la durée. L'affect positif, qui a été montré comme stimulateur d'apprentissage par les recherches de Damasio (2010) est aussi lié au fait de bousculer les routines et à l'immersion des élèves dans des situations inhabituelles (Lachaux, 2011). Cet auteur précise ainsi que ces situations sont le terreau du récit, propices à stimuler l'attention, facteur essentiel pour l'apprentissage.

Une élève, Zel du groupe C (Annexe 13 C), habituellement en difficulté, relie le plaisir au sentiment d'autonomie que nous approfondirons ensuite.

2	Zel	J'ai aimé parce que c'était bien de faire une enquête en groupe. De chercher les mots et d'essayer de tout rassembler.
29	Chercheur	... Qu'est-ce que tu en as pensé de ce mode de travail ?
30	Zel	Euh, bien.
31	Chercheur	... qu'est-ce qui est mieux dans la façon de faire d'aujourd'hui ?
32	Zel	De chercher les mots, et les rassembler soi-même pour en faire une histoire.

2.2 Le sentiment de compétences

La question initiale ou sa reformulation avait pour but d'enclencher la discussion pour mettre en évidence les réussites dont les élèves avaient pris conscience :

Est-ce qu'il y a des moments où tu t'es (où vous vous êtes) dit, « c'est chouette, j'ai réussi à faire un truc » ?

À quels moments tu t'es senti en train de réussir vraiment quelque chose ?

Les élèves font parfois apparaître ces éléments spontanément dans la discussion, en dehors de la réponse à ces questions ciblées. Le texte significatif de ce sentiment de compétence est signalé en vert.

Pour le groupe A, Aya indique qu'elle a réussi à proposer des idées qui ont été prises en compte par le groupe. Nei précise qu'en se sentant bien dans l'activité, cela lui a donné envie de continuer.

18	Chercheur	Est-ce qu'il y a des moments cet après-midi où tu t'es dit, ah bah ça c'est chouette, j'ai réussi à faire un truc. Un moment où tu t'es sentie en réussite : « Tiens ça je l'ai fait, chouette ! »
19	Aya	Oui. ...
25	Aya	J'avais réussi par exemple à trouver une idée, mais je me rappelle plus c'était laquelle, et tout le monde qui avait bien aimé.
26	Chercheur	Peut-être avec le pollen et les empreintes, que ça pouvait faire ?
27		Ouais je pense.
28	Chercheur	En tous cas c'était une idée que tu avais soumise, et les autres ils ont trouvé que c'était bien ?
29	Aya	Ouais, c'est ça.

17	Chercheur	Est-ce qu'il y a des moments où tu t'es sentie en train de réussir vraiment quelque chose ?
18	Nei	Oui, au moment où j'ai vu qu'on était le premier groupe à avoir fini la fiche. En fait d'habitude on est tout le temps en retard, par exemple même

		quand on a dû faire le résumé de la gorgone, on était tout le temps en retard, on n'a même pas fini le chapitre 3. Là, j'ai senti un peu qu'on était en avance et que ça allait bien quoi.
19	Chercheur	D'accord, donc tu étais plutôt contente de toi et du groupe ?
20	Nei	Ouais voilà. C'est ce qui m'a donné envie de continuer

Mel, du groupe B, est particulièrement motivée dans la recherche des prénoms des personnages. Cette composante du récit lui permet de réaliser une tâche accessible et agréable. Elle identifie aussi comme moment de réussite pour elle, le fait de rendre vivant le récit, en dépassant le texte écrit par la manière de l'interpréter oralement. Nous percevons donc que ces paramètres de la mise en récit la mobilisent dans l'activité.

13	Chercheur	Alors dans cette après-midi est-ce qu'il y a des moments où tu t'es dit « Ah chouette, j'ai trouvé un truc sympa, je suis contente de moi ? »
14	Mel	Des moments chouettes, c'est déjà trouver les personnages.
15	Chercheur	D'accord.
16	Mel	Donc ça c'était amusant, on peut trouver des prénoms bizarres, des prénoms rigolos et tout.
17	Chercheur	D'accord.
18	Mel	Et c'est aussi, comment on l'explique , parce que tu l'écris, tu l'écris, mais la personne qui l'a, elle va lire normalement, alors que toi, quand à la base tu lis, tu sais de quoi ça parle donc tu vas lire avec de l'intonation et tout.

Pour le groupe C, Zel et Kha relèvent tous les deux qu'ils sont arrivés à proposer une histoire qui les satisfait (bonne, pas mal !)

25	Chercheur	Est-ce qu'il y a des moments, quand vous avez travaillé cet après-midi, vous vous êtes dit : « Ah chouette, j'ai trouvé un truc nouveau, j'ai réussi quelque chose... » ?
26	Zel	Oui, mais Khais il voulait pas.
27	Chercheur	Ah. Mais toi, tu étais contente d'avoir trouvé des idées ?
28	Zel	Ouais. Et puis, on a fait une bonne histoire

17	Chercheur	Est-ce qu'il y a un moment où tu t'es dit, chouette, on a trouvé quelque chose, c'est bien, on avance ? Est-ce qu'il y a eu des moments comme ça où tu étais content de toi ?
20	Kha	J'ai vite trouvé une idée , c'était la disparition, et après j'ai pas tout trouvé tout seul.
21	Chercheur	C'est bien, après il y a eu de l'aide des autres aussi.
22	Kha	Oui, on a réfléchi ensemble pour arriver à l'histoire qui était pas mal au final.

Pour le groupe D, Mae met en évidence les réussites dans le domaine de la création collective d'histoire en faisant en particulier appel à des éléments du cours. Il signale aussi sa propre capacité « d'invention » qu'il a mise en œuvre. Mar, qui est une élève en difficulté, ne se souvient pas de l'idée qu'elle avait soumise, mais elle s'inclut dans la réalisation du récit qu'elle a trouvé agréable.

15	Chercheur	Pour trouver les connaissances scientifiques à injecter dans votre histoire, est-ce que vous avez eu de la difficulté à trouver ?
16	Mae	Non, pas trop, vu qu'avec madame on avait fait des fiches. Après on s'est souvenu de ça, de ce qu'on avait fait. Et on a réussi un petit peu à créer notre texte.
17	Chercheur	D'accord, ok. Donc vous avez repensé à ce que vous avez fait avec elle.
18	Mae	Elle avait dit qu'il fallait utiliser du pollen, du coup on a repensé à ça, sans sortir les fiches. Et on a réussi
19	Chercheur	Ah, très bien. Et dans l'après-midi, il y a des moments où tu t'es dit : "Chouette j'ai réussi à faire quelque chose ?"
20	Mae	Oui
21	Chercheur	Ouais. Et du coup tu étais content ?
22	Mae	Ouais, vu que les reproductions, j'aime bien faire ça. Mais on ne fait pas souvent.
23	Chercheur	D'accord, ok. Alors qu'est-ce que tu appelles reproduction ?
24	Mae	Quand on crée un texte, quand il faut en refaire un, en changeant beaucoup de truc. Ça je sais bien le faire.
25	Chercheur	Et cet après-midi qu'est-ce que tu as retrouvé de commun que tu aimes bien et que tu sais faire ?
26	Mae	L'invention.

11	Chercheur	Et est-ce qu'il y a d'autres moments où tu t'es dit, tiens j'ai trouvé un truc, ça c'est chouette !
12	Mar	Euh oui. [...]
13	Chercheur	Il y a un moment tu as trouvé une idée ou tu as partagé quelque chose avec les autres ?
14	Mar	Oui
15	Chercheur	Tu te souviens de ce que c'était ?
16	Mar	Nan [...]
21	Chercheur	C'était de pouvoir choisir soi-même était agréable ?
22	Mar	Oui. Comment on a formulé l'histoire

Les réponses des élèves font ressortir des catégories de compétences qu'ils ont réussi à identifier. Une catégorie rassemble les capacités à trouver des idées pour l'histoire (les personnages, les événements) qui font appel à l'invention. Une autre pointe une compétence à répondre à l'attente scolaire d'être dans les temps pour l'activité demandée. Une autre met en

évidence la satisfaction personnelle et du groupe de réussir à « faire une bonne histoire », à l'écrire en sachant qu'elle sera bien interprétée à la lecture.

Les entretiens avec les élèves montrent bien comment le sentiment de compétence, équivalent au sentiment de pouvoir contrôler la situation et atteindre le but désiré, est manifesté par les élèves. Selon Bandura (1995), ce sentiment détermine en grande partie la motivation et l'engagement cognitif dans une activité d'apprentissage ou de résolution de problème, l'effort et la persévérance face aux difficultés.

2.3 Le sentiment d'autonomie

Il a été exploré à travers plusieurs questions. Les élèves répondent qu'ils trouvent cette façon de fonctionner, pas trop dirigée par l'enseignante, agréable. Ils apprécient ne pas être trop guidés et pouvoir inventer librement, utiliser leurs connaissances personnelles, leurs propres façons de s'exprimer. Ces réponses relèvent du sentiment d'autonomie dans le sens où les élèves ont la possibilité de choisir les contenus scientifiques qu'ils vont intégrer à leur histoire (par exemple fécondation, germination, développement de la plante), le scénario pour leur intrigue. Les extraits de texte significatifs du sentiment d'autonomie sont signalés en orange.

Dans le groupe A, les deux élèves apprécient de pouvoir donner leurs idées, correspondant à leur personnalité.

30	Chercheur	Alors on vous a laissé pas mal de liberté, pour vous organiser, pour trouver des idées. Qu'est-ce que tu en as pensé de ça, d'avoir un peu le choix dans cette histoire ?
31	Aya	Moi j'ai pensé que c'est bien, comme ça on peut écrire ce qu'on pense nous, et pas vraiment quelque chose que les autres pensent. Chacun pense ce qu'il veut. Ça donne des choses différentes, avec nos personnalités.

21	Chercheur	Vous aviez la possibilité de chercher, de vous organiser entre vous. Qu'est-ce que t'en as pensé en fait, d'être un petit peu libre ?
22	Nei	C'était sympa, bien.
23	Chercheur	D'accord. Et, en même temps, pas trop difficile ?
24	Nei	Un peu. Mais c'est bien quand on peut donner ses idées.

De la même manière, pour le groupe B, Mel exprime l'impact positif de ce degré de liberté, cette fois-ci sur l'affect.

19	Chercheur	On vous a laissé un peu libre d'inventer vos histoires. Qu'est-ce que tu as pensé de cette façon de faire ?
----	-----------	---

20	Mel	C'était chouette. On devait pas faire exactement de répondre à une liste de questions.
----	-----	--

Dans le groupe C, Zel signale la recherche comme un élément positif : l'investissement des élèves est ici perceptible. De plus, les activités cognitives sont associées à la prise d'autonomie avec l'expression « par soi-même ». Kha confirme cet aspect en indiquant l'intérêt d'apporter à la fois des contenus et une formulation personnelle que nous pouvons identifier comme facteurs d'appropriation.

29	Chercheur	Alors on vous a laissé chercher, vous organiser par vous-même, cette après-midi, qu'est-ce que tu en as pensé de ce mode de travail ?
30	Zel	Euh, bien
31	Chercheur	Oui, par rapport à d'habitude par exemple ? Où on vous pose des questions, on vous demande de faire telle chose, telle chose, qu'est-ce qui est mieux dans la façon de faire d'aujourd'hui ?
32	Zel	De chercher les mots, et les rassembler soi-même pour en faire une histoire.

21	Chercheur	Cet après-midi on vous a laissé la possibilité de s'organiser tout seul, de chercher des idées librement. Qu'est-ce que tu en as pensé de cette façon de faire
22	Kha	En fait, je pense madame elle voulait un peu voir ce qu'on était capable de faire, un peu en expression libre. [...]
23	Chercheur	D'accord. Et donc du coup t'aimes bien cette façon de fonctionner, où vous pouvez trouver cette idée par vous-même ?
24	Kha	Ouais, parce qu'on peut prendre ce qu'on sait, nous. Pas forcément ce qu'on a vu en classe. Et c'est mieux de dire ce qu'on pense avec nos mots à nous.

Pour le groupe D, Marion met en évidence avec ses mots sa satisfaction à s'autodéterminer. Maé, quant à lui, relève que ne pas avoir de guidage serré avec des questions fermées, libère leur écriture et leur réflexion.

17	Chercheur	On vous a laissé la possibilité de vous organiser comme vous vouliez, pour résoudre votre enquête. Qu'est-ce que t'as pensé de cette façon de faire où on vous laisse faire justement un petit peu tout seul ?
18	Mar	C'était agréable
19	Chercheur	C'était agréable
20	Mar	Agréable, mais un petit peu compliqué.
21	Chercheur	D'accord. C'était de pouvoir choisir soi-même était agréable ?
22	Mar	Oui. Comment on a formulé l'histoire, c'était agréable de faire nous-mêmes.

27	Chercheur	Alors cet après-midi vous aviez la possibilité de chercher par même de vous organiser sans trop être guidé, qu'est-ce que tu en as pensé cette façon de faire ?
28	Mae	C'était bien vu que là on était libre et du coup c'est vrai qu'on pouvait écrire ce qu'on voulait et vu que d'habitude quand je le faisais, c'était quand il y avait des adultes et du coup c'est qu'à chaque fois ils nous posaient trop de questions, et du coup on n'arrivait pas bien à le faire, et ça, ça posait des problèmes du coup.
29	Chercheur	Et là, cet après-midi, c'était plus agréable ?
30	Mae	Oui, vu que là, et bien madame elle était pas tout le temps en train de dire de rechercher des trucs , du coup c'est vrai qu'on perdait moins de temps. Et comme ça, vu qu'elle posait pas beaucoup de trucs, et bien en même temps on pouvait réfléchir au texte.

Nous voyons, à travers les réponses de ces groupes, que la part d'autonomie que leur laisse l'enseignante contribue à rassurer les élèves ce qui constitue un paramètre d'implication. D'une certaine manière, ils sont valorisés par la confiance qui leur est accordée et peuvent plus facilement s'engager dans les recherches et les travaux qui leur sont proposées. Le fait d'être en groupe joue vraisemblablement aussi, les uns pouvant s'appuyer sur les autres.

Cette autonomie détectée chez les élèves, aussi nommée auto-détermination, leur permet, selon Deci et Ryan (2002), de faire preuve d'une meilleure créativité, d'une plus grande persévérance et d'une meilleure concentration. Ces paramètres nous montrent donc que le dispositif met les élèves dans de bonnes conditions pour réaliser la tâche et s'orienter vers des apprentissages.

2.4 Quel sens est donné à la situation ?

Nous retrouvons dans les propos d'élèves plusieurs aspects proposés par Fabre (1997, 1999) énoncés dans le chapitre 2 de la partie 1 de ce mémoire.

La dimension de la **manifestation** apparaît chez Aya (Groupe A, Annexe 13-A) dans l'usage de ce qui est appris lors de la mise en récit. Elle perçoit une utilité à la connaissance des fleurs, en lien avec l'enquête, elle fait de l'intrigue à résoudre son propre projet et le manifeste.

42	Aya	Bah maintenant je sais que les fleurs ça sert pas juste pour faire des fruits, ou juste pour faire beau, mais on peut aussi les utiliser pour faire quelque chose d'important, comme une enquête ou autre chose.
----	-----	--

Nous pouvons aussi y voir la dimension de la **référence** au monde social, à ce qui se passe dans le monde hors l'école. En l'occurrence ici, elle fait appel aux techniques de police scientifique.

Certains élèves activistent, comme le propose Fabre, un moment analytique qui extrait du sens aux apports de classe, et un moment synthétique où ils reconstruisent pour eux-mêmes, des contenus en lien avec leur vécu. C'est le cas de Mel (Groupe B, Annexe 13-B) qui fait un lien entre la croissance abordée en classe et ses pratiques ordinaires, connectées à son vécu.

34	Mel	Il y a des plantes qui poussent plus vite que d'autres, par exemple moi j'ai des tomates, en quelques mois, à peine trois mois, elles me dépassent.
----	-----	---

C'est le cas aussi pour Mar (Groupe D, Annexe 13-D). Cet extrait d'entretien montre comment la mise en récit a stimulé sa curiosité concernant le fonctionnement de la pollinisation, l'a incitée à l'observer dans le réel et a déclenché des liens de sens.

39	Chercheur	Est-ce que de faire cette histoire t'a permis de faire le lien avec des situations dans ta vie de tous les jours ?
40	Mar	Oui, j'ai pu voir comment les abeilles elles butinaient. C'était dans le jardin de mon père.
41	Chercheur	D'accord. Et donc, le fait d'en parler dans la classe, tu as été voir dans le jardin, ou c'est l'inverse ?
42	Mar	Le fait de parler dans la classe.

Parfois, pour donner du sens à leur récit, qui représente un réel enjeu pour eux, les élèves utilisent des éléments de leur environnement. Ces contenus ne sont pas forcément scientifiques mais ils contribuent à maintenir l'implication des élèves dans l'activité.

Nous percevons la préoccupation de Mel à créer du sens à son récit quand elle répond à la question « Qu'est-ce qui était difficile à faire ? » par : « Une histoire qui a du sens »

Dans le groupe C (Annexe 13-C), Kha convoque les « scènes de crime », issu de fictions qu'il a vues, et Zel injecte dans son histoire des éléments de son vécu.

34	Kha	ça m'a juste rappelé des films, par exemple de crime.
----	-----	---

58	Zel	La dernière fois j'avais un camion qui me suivait, avec euh, bah Céleste ma copine. Eh bah là on a parlé de camionneur et tout dans notre histoire.
----	-----	---

Nous constatons aussi que des connexions entre le monde de la fiction et le monde réel, permettent de pointer des éléments scientifiques pouvant être requestionnés comme le souligne Bruguière (2007). Par exemple, Mae (Groupe D, Annexe 13-D) fait appel à d'autres expériences scolaires pour trouver des éléments d'intrigue :

46	Mae	On s'est souvenu de quand on faisait des voyages, ou comme ça pour partir en vacances. On s'est souvenu de ce qu'on voyait dehors, les arbres, comme le
----	-----	---

		pollen la dernière fois quand on a dû reproduire un dessin, heureusement que j'étais là pour Kyl, vu qu'il y arrivait pas, et bah sans faire exprès il voulait que j'arrache un petit peu pour voir comment c'était, je lui ai mis dessus et du coup c'est vrai que grâce à ça, et bah on a vu que ça a tâché.
--	--	--

Notre analyse au regard des critères d'engagement et de sens, a pu mettre en évidence plusieurs aspects pour lesquels les paramètres du récit ont pu jouer positivement sur la motivation des élèves à entrer et à persévérer dans l'activité. Nous notons que les élèves ont pris plaisir à écrire leur histoire en faisant appel à leur imagination en sachant qu'ils pourraient la raconter à d'autres. Les élèves interrogés ont pu exprimer leur sentiment de compétence à trouver des idées au service de l'intrigue, à répondre aux attentes, ce qui a mis évidence leurs propres réussites et aussi celles de leurs camarades lors de l'activité de groupe qui a abouti à un texte qui les a satisfaits. L'autonomie qui leur a été laissée a généré un climat où ils ont pu faire appel à leur créativité et aussi convoquer de manière libre les savoirs appris en classe et leur vécu personnel. De plus, des propos d'élèves montrent qu'ils ont créé des liens de sens entre leur vécu, les composants du récit, et les contenus scientifiques qui ont été appris. Ainsi, les caractéristiques de la mise en récit relevées nous permettent de repérer certaines conditions favorables à l'engagement cognitif des élèves, propice aux apprentissages scientifiques.

Nous pouvons à présent, en tenant compte des apprentissages des élèves que nous avons mis au jour et des caractéristiques d'engagement que porte la mise en récit, réaliser un bilan du travail mené à partir du modèle de narration conceptualisante.

CHAPITRE 2 : APPORTS DU MODÈLE DE NARRATION CONCEPTUALISANTE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Nous souhaitons, à ce stade de notre recherche, pointer en quoi le modèle de narration conceptualisante peut favoriser la construction de savoirs scientifiques et en quoi les limites que nous avons soulevées nous amènent à proposer de nouvelles questions de recherche. La problématique de ce mémoire est la suivante :

Dans quelle mesure la mise en récit par les élèves peut-elle favoriser les apprentissages scientifiques ?

Notre propos est d'interroger ce qui permet aux élèves de mobiliser des démarches et de construire des savoirs scientifiques par une approche d'élaboration de récit, que nous avons nommée narration conceptualisante. Le dispositif étudié ici, s'il articule des compétences de maîtrise de la langue à l'élaboration de contenus scientifiques n'est, pour autant, pas étudié en tant que modalité de travail interdisciplinaire puisqu'il vise spécifiquement la conduite par les élèves de leurs apprentissages scientifiques. Dans l'introduction du n° 19 de la revue RDST (2019), consacré à l'interdisciplinarité, Lange et Munier indiquent que dans « *la recherche en didactique des sciences et des technologies, le thème de l'interdisciplinarité est fréquemment abordé, qu'il s'agisse de questionner les enjeux, les dispositifs et leur efficacité, ou encore les freins ou les leviers susceptibles de favoriser la mise en œuvre de pratiques interdisciplinaires dans l'enseignement* » (p. 10). Ils rappellent les points d'attention déjà identifiés dans le n° 30 de la revue Aster (2000) portant sur les risques d'une confusion des épistémologies disciplinaires, sur la nécessité de caractériser les disciplines avant de les relier entre elles et de penser leur intégration. Il ne s'agit donc pas ici d'entrer dans une analyse de l'interdisciplinarité mais bien de saisir ce que la modalité d'enseignement proposée génère en tant que raisonnements et savoirs scientifiques.

2.1 Qu'entendons-nous par « narration conceptualisante » ?

À travers ce modèle de « narration conceptualisante », nous nous demandons comment la mise en récit peut favoriser une conceptualisation, telle que l'a définie Astolfi (2008), comprise comme l'élaboration d'un concept lié à un phénomène et à sa compréhension à travers un processus d'abstraction.

Notre première hypothèse propose que les nécessités de la mise en récit favorisent cette conceptualisation portant sur des contenus scientifiques. Nous avons pu montrer que les élèves se saisissent d'éléments de savoirs et identifient des problèmes scientifiques soit formalisés en classe et ayant fait l'objet d'un enseignement scientifique, soit rendus visibles par la mise en récit sans avoir été précédemment explicités. La conceptualisation, grâce à l'élaboration de l'intrigue dans une dynamique créative, procède par une mise en lien des composants de l'intrigue et des éléments scientifiques isolés qui sont reconfigurées en savoirs scientifiques construits par l'activation d'explications, de démarches et de raisonnements scientifiques. Les savoirs construits sont parfois exprimés avec les propres formulations des élèves et ne correspondent pas toujours au texte du savoir institutionnalisé. Pour autant, ils sont significatifs de l'abstraction et de la conceptualisation réalisées.

Ainsi, nous proposons que la narration conceptualisante procède par « intégration des contenus scientifiques et de l'intrigue ». Nous nous distinguons ici de Pau et al. (2019) qui suggèrent plutôt une complémentarité de l'intrigue et des savoirs. Nous avons quant à nous repéré un enchâssement des problèmes scientifiques entre les éléments qui traitent des problèmes liés à l'histoire. Cet ancrage dans l'énigme favorise la conduite de raisonnements par les élèves et l'émergence de savoirs qui prennent sens dans le récit. Mais la centration sur le récit est parfois prégnante pour certains élèves et les éloigne des contenus scientifiques. Aussi, un prolongement de cette recherche pourrait consister à interroger la manière avec laquelle l'enseignante pourrait amener les élèves vers le travail des problèmes scientifiques en lien avec leur histoire. Nous pouvons nous appuyer sur le fait que cette conceptualisation est ancrée sur un « déjà-là », un arrière-plan scientifique et fictionnel mis en place dans le dispositif d'enseignement préalable à la mise en récit. Nous nous inscrivons ici dans la dynamique de Lewis (1978) pour lequel il n'existe pas de fiction sans l'ancrage dans le monde réel, et sur celle de Meyer (1992) qui voit dans le récit la manière de questionner les problèmes du réel. La réactivation de cet arrière-plan en lien avec l'élaboration de l'énigme pourrait être une piste pour réorienter les élèves vers les problèmes scientifiques.

Dans notre deuxième hypothèse, nous avons cherché à mettre en évidence l'effet engageant de la mise en récit, selon les critères de l'affect positif, du sentiment de compétences et de l'autonomie, dont la littérature a montré l'effet stimulant sur les apprentissages. Les entretiens avec les élèves ont révélé que la plupart ont plaisir à écrire et raconter et apprécient la liberté qui leur est donnée dans leur narration. Certains pointent leur sentiment de réussite quand ils mènent à bien l'élaboration de leur récit. Ces apports viennent en prolongement de

travaux menés par Pau-Custodio et al. (2019) mettant en évidence que l'exploitation d'un roman de fiction réaliste, en se fondant sur la complémentarité de l'intrigue et des phénomènes scientifiques, stimule l'engagement cognitif et affectif des élèves et leur permet de s'engager dans une problématisation socio-scientifique. Dans le même sens, Negrete et Lartigue (2004) ont montré que l'utilisation de récits favorise la compréhension et la mémorisation des savoirs en raison de la connexion logique entre les différents éléments de l'histoire et de l'activation des émotions. L'analyse de notre modèle de narration conceptualisante, en montrant que la perspective de la mise en récit et son élaboration favorise l'engagement des élèves dans une activité qui mobilise des contenus scientifiques s'inscrit dans la continuité de recherches de Venturini (2007). Celles-ci, portant sur les pratiques d'enseignement des sciences, pointent que la présence simultanée des composantes cognitives et motivationnelles telles que l'intérêt personnel, l'émotion positive, l'attrait pour le domaine, constituent des facteurs favorisant l'engagement cognitif et l'évolution conceptuelle.

La question du sens a été abordée de manière transversale dans les deux hypothèses. La dimension de la signification a été principalement traitée dans la première hypothèse, où nous avons pu creuser les apports d'Astolfi (1992) indiquant que saisir le sens des savoirs permet aux élèves d'accéder à une interprétation éclairée du monde. Les dimensions de la manifestation (en lien avec les sentiments des compétence et d'autonomie) et de la référence (en relation avec le rôle culturel du récit dans la société) ont été abordées dans la deuxième hypothèse, montrant pour notre dispositif, en analogie à ce qu'a avancé Astolfi, que la conduite d'activités scolaires porteuses de sens favorise l'engagement et le traitement de problèmes.

2.2 Quels contenus scientifiques ont été pris en charge dans la mise en intrigue ?

2.2.1 Des aspects anatomiques sont convoqués pour générer des indices

Des contenus de séances des sciences portant sur des structures anatomiques sont reconvoqués pour générer des éléments de l'intrigue. Les explicitations amènent à préciser la pensée. Par exemple, les élèves du groupe E ont exprimé qu'un type de plantes porte des caractéristiques propres qui les différencient d'autres types de plantes. À cette occasion les structures anatomiques fondamentales de la fleur ou du fruit sont nommées et sont mobilisées comme traces. Dans la discussion, le lexique anatomique est reconvoqué et partagé entre les élèves qui réussissent à représenter graphiquement les structures attendues. Mais seuls les deux

élèves qui ont réactivé le principe de fécondation artificielle et l'expertise d'un botaniste, dont les apports sous-jacents sont ceux des relations fonctionnelles entre les structures, réussissent à restituer le lexique de manière plus aboutie. Cela suggère que la réactivation d'un concept lié à un problème fonctionnaliste lors de la mise en récit pourrait jouer un rôle sur la consolidation du lexique anatomique.

Cependant, des élèves du groupe B ayant progressé, dans de plus ou moins grandes mesures, sur la compréhension du concept de fécondation, montrent des difficultés à représenter, localiser et donc à nommer les structures. Ainsi, la maîtrise d'un problème fonctionnaliste ne peut pas être identifiée comme la seule condition pour la maîtrise des problèmes anatomiques.

2.2.2 Les pratiques et démarches scientifiques sont articulées dans le traitement de problèmes fonctionnalistes

Pour les besoins de leur énigme, les élèves sollicitent de différentes manières des contenus scientifiques. Certains mettent au jour des mécanismes qui étaient implicites lors des séances de sciences. D'autres, explicitent et expliquent des mécanismes liés à des problèmes de fonctionnement ou de fonction du végétal qui ont fait l'objet de traces écrites. Ces problèmes scientifiques sont traités à l'aide de raisonnements scientifiques sur le modèle de ceux qui ont été conduits en classe (raisonnement hypothético déductif lors de l'analyse d'un compte-rendu d'expériences). Ainsi, le transfert des démarches permet un approfondissement des contenus. On peut noter que les acquisitions de savoirs scientifiques sont fonction des discussions menées lors des mise en récit.

Dans les groupes A et B, qui mobilisent le mécanisme de fécondation pour caractériser le pollen, indice dans leur enquête, nous repérons des progrès portant sur ce concept pour plusieurs élèves. Certains, alors qu'ils ne le faisaient pas avant le récit, identifient que la fécondation résulte d'une rencontre entre pollen et ovule et induit la formation d'une graine. D'autres élèves indiquent qu'il faut une partie mâle et une partie femelle pour obtenir la fécondation.

Nous pouvons remarquer qu'au cours de l'élaboration de leur intrigue, les discussions mobilisent la nécessité d'une fécondation à l'intérieur d'une même espèce pour obtenir fruits et graines portant les caractéristiques de l'espèce en question, rendant visible un savoir concernant la fécondation intraspécifique. Les élèves convoquent, implicitement, les apports fondamentaux abordés en classe qui montrent un exemple de fécondation intraspécifique aboutissant à la

formation de graines. Leur raisonnement active en parallèle d'autres apports de cours indiquant que les pollens de plantes différentes sont eux-mêmes différents. Ils en viennent à penser que les grains de pollen ne peuvent pas féconder les ovules des espèces de plantes dont ils ne sont pas issus. Ce cas constitue un cas général dans la nature qui ne tient pas compte des cas d'hybridation interspécifique parfois possibles. Pour les apprentissages visés à ce niveau de classe, ce qui est attendu est la compréhension du concept de fécondation qui découle de la rencontre ovule-pollen et qui enclenche la formation de graines et, simultanément, le développement du fruit. C'est bien ce savoir qui est construit dans les mises en récit.

Les explicitations en termes scientifiques concernant la fécondation intraspécifique n'ont cependant pas été menées jusqu'au bout. Pour aller jusqu'à la formulation scientifique, il serait intéressant de reprendre cet aspect soulevé lors de la mise en récit pour l'approfondir lors de nouveaux moments d'enseignement. Il s'agirait ainsi de rendre explicite ce savoir nouveau émergeant au cours de la narration conceptualisante. Nous pouvons en effet penser qu'une conscientisation du concept de fécondation intraspécifique menée par l'enseignante à l'issue des mises en récit permettrait aux élèves de construire de manière plus précise scientifiquement ce savoir et de le stabiliser. S'il y avait approfondissement, la notion de proximité pourrait être abordée : Des variétés ou espèces doivent être assez proches génétiquement pour pouvoir permettre la fécondation. L'hybride porte alors les caractéristiques des deux parents.

D'autres élèves, du groupe C, en construisant leur intrigue, considèrent dans leur raisonnement qu'une graine donnera une plante aux mêmes caractéristiques que la plante d'origine. L'explication par un élève de la succession des étapes de développement apprise en cours et la mobilisation implicite du concept de transmission des caractères, lui permettent, dans le cadre du récit, de reconfigurer ses connaissances et d'amener sa camarade comme lui-même, au savoir portant sur ces étapes de germination et de croissance et d'y relier transmission des caractères. Les groupes D et E, quant à eux, font apparaître qu'une espèce donnée possède des caractères spécifiques. Ces concepts de transmission et maintien des caractères spécifiques ayant émergé pourraient eux aussi donner lieu à un approfondissement ultérieur par l'enseignante afin de mettre en évidence leur relation. Une nouvelle question de recherche pourrait porter sur la mise en place par l'enseignante d'un questionnement qui prend appui sur les propos des élèves et conduit à la mise en texte du savoir stabilisé.

La mise en intrigue a favorisé la mobilisation et le travail de concepts scientifiques qui n'avaient pas été explicités aussi précisément par les élèves lors des séances de sciences en classe (mécanisme de fécondation) ou qui n'avaient pas du tout été énoncés (intraspecificité,

transmission et maintien des caractères spécifiques). Les élèves ont pu intérioriser dans leurs connaissances des éléments de savoirs apportés en classe et parfois cherchés par eux-mêmes, à l'occasion de la contextualisation liée à la préparation du récit. Grâce à l'analyse d'évaluations d'élèves concernant les contenus ciblés, nous sommes en mesure d'indiquer que les raisonnements et les argumentations menés lors de l'élaboration de l'intrigue ont activé un processus de conceptualisation et ont permis l'acquisition de savoirs.

2.3 De quelle manière les élèves conduisent leur processus de narration conceptualisante ?

Notre travail a pris appui sur des études montrant l'intérêt de l'usage du récit de fiction en tant que support pour les apprentissages scientifiques des élèves. Dans des travaux antérieurs, la lecture de ces fictions réalistes a été identifiée comme déclencheuse d'une démarche de problématisation ou de l'émergence de savoirs théoriques sous-jacents (Triquet et Bruguière 2014, Soudani et al. 2015). Nous avons souhaité, pour prolonger les réflexions engagées par les précédentes recherches, interroger cette fois l'élaboration de fictions par les élèves pour explorer ses potentialités de conceptualisation. Ainsi, les apports des travaux où la lecture de fictions est étudiée constituent des repères pour notre propre recherche où les élèves sont auteurs de fiction.

2.3.1 Un processus qui s'appuie sur un rapport positif au récit

En plaçant les élèves en position d'auteur, le dispositif de narration conceptualisante vise à exacerber la stimulation d'un affect positif en leur offrant la possibilité d'élaborer leur histoire.

En effet, la fiction bénéficie d'une image accessible et agréable aux yeux des élèves. Pour Aduriz Bravo (2015) les textes narratifs, tels que le roman de fiction réaliste, constituent des supports adaptés aux élèves éloignés du langage scientifique, en tant qu'ils humanisent les sciences mais permettent aussi de revenir à la rationalité logique et aux intérêts conceptuels de cette rationalité. Nous avons constaté dans les récits élaborés par les élèves que nous avons étudiés cette humanisation médiatrice à travers la mise en place de situations qui leur sont proches, des lieux, des événements issus de leur environnement, de leur quotidien, la mise en scène de personnages qui leur ressemblent et contribuent à l'engagement affectif dans l'activité. Des recherches précédentes ont mis en évidence que la littérature favorise l'empathie (Kidd et

Castano, 2013). Nous pensons avec Pau-Custodio et al. (2019, p. 36) que « *les émotions peuvent être un indicateur de la régulation des stratégies de prise de décision* ». En effet, grâce à l'affect positif, les élèves qui se sont engagés pleinement dans la mise en récit, ont pu reconsidérer leurs arguments, mener jusqu'au bout leurs raisonnements pour donner de la logique scientifique et de la vraisemblance à leur histoire. Nous avons approfondi les pistes que ces auteurs proposent pour passer d'une immersion affective à un engagement cognitif par un ciblage du questionnement ou des points d'attention pour conduire une réflexion sur les savoirs sous-jacents. Nos résultats montrent en effet que les explications des élèves s'organisent autour des concepts mis en évidence par l'enseignante dès le début du projet d'écriture et à nouveau pointés lors de temps de préparation du récit. Dans notre dispositif, les repères scientifiques convoqués sont issus des synthèses de cours et constituent la base des raisonnements, et l'enseignante réalise parfois un guidage pour certains élèves. De nouvelles questions de recherche pourraient reposer sur des dispositifs nouvellement aménagés, moins cadrés, laissant plus de possibilités aux élèves dans la recherche des contenus scientifiques à convoquer. Il s'agirait alors de rechercher les conditions qui peuvent rendre productives du point de vue des apprentissages scientifiques ces situations plus ouvertes.

Dans les recherches de Triquet et al. (2007), les élèves ont produit un récit de fiction à partir de leur visite d'un musée. Ils ont pu investir leur imaginaire et se saisir de leur ressenti positif déclenché par l'exposition pour s'engager dans un travail sur les connaissances scientifiques en parallèle à la construction de l'intrigue. Dans notre cas, les entretiens avec les élèves montrent que l'affect positif a été stimulé par la proposition d'élaboration d'une enquête policière et sa réalisation elle-même. Les élèves qui s'y sont engagés ont pu consolider leurs savoirs ou en acquérir de nouveaux grâce aux raisonnements menés. Ces constats recourent d'autres travaux qui ont établi la relation entre l'engagement cognitif et les facteurs motivationnels. (Venturini, 2007). Cet auteur précise que « *sans cet engagement, les élèves ne peuvent pas développer des apprentissages qui aient du sens pour eux, ni construire une conscience métacognitive pour mettre en place des stratégies d'autorégulation* » (p. 57).

2.3.2 Un processus qui déclenche un travail cognitif

Les élèves, auteurs de leur fiction, dans le dispositif que nous avons interrogé, réalisent un travail cognitif, en activant simultanément des contenus scientifiques et les éléments de l'intrigue. Quand des élèves lisent et exploitent un texte de fiction réaliste, cela suppose que « *la compréhension de l'intrigue passe par la compréhension des phénomènes scientifiques*

sous-jacents » (Pau-Custodio et al., 2019, p. 24). En plaçant les élèves en position d'auteurs nous avons accentué, par rapport à l'exploitation d'un récit de fiction, l'appropriation des processus cognitifs de connexions logiques en appui sur les savoirs scientifiques par le fait que les élèves devaient établir eux-mêmes les phénomènes scientifiques pour produire leur propre intrigue, et non pas seulement les mettre au jour à travers une lecture. L'approche par l'élève auteur a été choisie dans notre dispositif de façon à amplifier l'implication dans la compréhension des phénomènes scientifiques, placée à la source de la production des élèves, comme nécessité pour la production du récit. C'est dans le processus de mise en récit, lors des échanges oraux, que se construit ce savoir qui prend ensuite une matérialité dans le récit de fiction.

Par exemple, la mise en récit par le groupe A a permis l'explication des phénomènes de fécondation, l'argumentation des procédures d'investigation, favorisant, pour les élèves impliqués, une reconfiguration des connaissances conduisant à l'établissement de savoirs portant sur la compréhension du concept de fécondation ainsi que sur la représentation des structures et la consolidation ou l'acquisition du lexique associé. Pour le groupe C, l'explication par un élève de la succession des étapes de développement apprise en cours et la mobilisation implicite de la notion de transmission des caractères, lui ont permis, de manière à constituer l'intrigue, de reconfigurer ses connaissances et d'amener sa camarade comme lui-même, au savoir portant sur ces étapes de germination et de croissance. Les récits finaux ne sont pas forcément représentatifs de l'ensemble des argumentations et de l'élaboration de connaissances qui ont été menées dans le moment de mise en récit. Mais grâce à celle-ci, les élèves ont pu y réorganiser les éléments de cours, formuler les implicites, expliquer les mécanismes, les compléter et les associer avec des connaissances hors classe, reconstruire une démarche dans d'autres contextes en appui sur celle apprise en classe, pour finalement stabiliser les savoirs.

En tant que lecteurs, les élèves sont incités, pour comprendre l'histoire, à « *réinterroger leurs propres conceptions alternatives et leurs connaissances* » et à interroger « *la vérité dans la fiction* » (Pau-Custodio, et al, 2019, p. 27 et 38). Comme lecteurs, leur activité d'anticipation sur ce qui pourrait arriver dans la suite du récit est bien plus vive que celle que suscite un texte scientifique (Eco, 1979). Le lecteur devient acteur de l'histoire en imaginant des hypothèses, en menant un raisonnement hypothético-déductif.

C'est ce rôle d'acteur dans la compréhension du récit qu'il nous a paru intéressant d'amplifier en conférant un rôle d'auteur à l'élève, en lui permettant de produire un récit où se met en place « *une construction interactive au niveau de laquelle chacune des dimensions,*

fictionnelle et scientifique, se nourrit de l'autre, s'enrichit et se développe à partir de l'autre. » (Triquet, 2007, p. 128). Dans le sillage de Ricoeur, nous considérons avec Baroni (2007, p. 158) que, dans la construction de l'intrigue, « *l'accent est mis sur le travail de l'auteur en vue de rendre l'histoire signifiante ou compréhensible pour le lecteur* ». ... « *La configuration est un dispositif textuel dont la fonction est d'inscrire les événements racontés dans une totalité intelligible et de leur conférer un sens, qui peut être causal, intentionnel, explicatif, illustratif, moral ou autre.* » Ainsi, notre recherche élargit la potentialité du récit pour apprendre en proposant que la mise en récit par les élèves contribue au processus de conceptualisation, en dépassant les stricts énoncés des enseignements. De fait, nous avons montré que, lors de la mise en récit, dans les échanges et les argumentations nécessaires à la genèse d'indices, à la recherche de preuves, aux investigations scientifiques, les élèves explicitent et expliquent les phénomènes biologiques appris et les dépassent parfois en se saisissant de recherches complémentaires ou en formulant des implicites de cours. Ils remobilisent le vocabulaire anatomique au service de l'histoire dans des acceptations exactes.

Dans notre cas, il y a articulation entre le savoir du point de vue narratif (ce que les personnages connaissent de la situation et des événements, au sens de Greimas) et le savoir scientifique (construction intellectuelle mobilisant des cadres théoriques) intégré dans la narration pour lui donner sens et vraisemblance. Ainsi, nous prolongeons les propos de Greimas et Courtés (1992) indiquant le rôle important de l'auteur dans le choix de la distribution des savoirs dans la construction d'un récit. Nous installons l'élève-auteur comme pilote des savoirs du point de vue de l'histoire et aussi du point de vue scientifique. Dans le récit, le savoir dont disposent les personnages, sujets cognitifs, peut être considéré comme un pivot narratif à partir duquel les événements peuvent basculer et une transformation se réaliser. Dans notre cas, en plaçant l'élève-auteur comme maître de la distribution des savoirs, nous lui conférons la possibilité de se saisir des savoirs scientifiques pour ajouter cette maîtrise scientifique à certains sujets cognitifs.

Nous pouvons remarquer que nous stimulons ici à la fois la compétence et l'autonomie de l'élève dans sa responsabilité à établir des savoirs qui seront utiles à l'histoire. Il s'agit alors d'une amplification des motifs de l'engagement.

Nos travaux montrent que les élèves *a priori* éloignés des sciences (une élève en particulier, Mel groupe B, se déclare réfractaire ; d'autres, Adi groupe A, Ser et Ili groupe B, Zel groupe C, Mar groupe D, Zoe groupe E sont en difficulté) s'investissent dans les activités de mise en récit. Les discussions de groupe ont été l'occasion de clarifier certains contenus scientifiques par l'argumentation en appui sur les éléments de cours ou des recherches

complémentaires de façon à verser au récit des apports cohérents. Les risques sur les faibles contenus scientifiques ou la perte de lexique ont été précédemment abordés, en particulier par E. Triquet (2007, p. 129). Dans le cas de la rédaction d'une fiction à l'issue d'une visite de musée, il signale que, dans le produit final, « *les dimensions scientifiques demeurent pour une large part dans l'implicite* » mais que si les termes scientifiques sont absents, ils ont « *fait l'objet d'une réflexion relativement approfondie quant à leur signification profonde* ». Notre recherche montre que le travail de mise en récit convoque les connaissances, provoque les explicitations et explications, les connexions au vécu. Les contenus scientifiques dans le récit lui-même peuvent rester implicites mais ils s'appuient sur des fondements qui ont été discutés. Le lexique est, dans nos cas, bien présent, utilisé à bon escient, avec justesse scientifique.

2.3.3 Un processus qui génère de la compréhension

Nous avons également ancré notre réflexion dans les travaux de Ricoeur (Partie 1, chapitre 2, section 2.3) afin de comprendre les mécanismes qui, à travers le récit, génèrent la compréhension des actions, des événements, du monde et des phénomènes qui l'animent, aboutissant ainsi à un savoir accru.

Ainsi, nous avons, en préalable à nos travaux, cherché en quoi la construction d'un récit pouvait aider les élèves à conduire des apprentissages. L'ancrage dans la précompréhension du monde réel, phase de préfiguration ou mimésis I, constitue le stade d'expérience pratique où sont identifiées des actions et leur signification. La configuration ou mimésis II, que réalise le récit dans la composition d'actions, l'agencement de faits ou d'éléments qui tirent leur cohérence de relations dont la causalité, a constitué un point essentiel qui a guidé notre raisonnement dans la recherche menée. La refiguration ou mimésis III, à l'intersection entre le monde du récit et celui de l'élève permet la transformation d'une expérience vécue enrichie par la médiation narrative réalisée en mimésis II. Au regard de ces apports éclairants, nous avons placé les élèves en situation d'auteur où ils procèdent à l'élaboration de l'intrigue par la configuration d'éléments de savoirs issus de la classe, articulés aux composants du récit, l'ensemble étant au service de l'histoire. La refiguration réalisée à l'issue de la mise en récit débouche alors sur le monde réel, et donne sens, dans ses trois composantes de la référence, de la manifestation et de la signification. Baroni (2010) souligne que le mimésis II ne constitue pas une seule mise en forme d'une expérience mais plutôt un enrichissement, une médiation.

Baroni précise encore que, dans la pensée de Ricoeur existerait une « préhistoire » ou un « arrière-plan » fait de « *l'imbrication vivante* » de toutes les histoires vécues les unes dans les autres, qui anticiperait les récits proprement dits. Il s'agirait alors que « les histoires

racontées émergent de cet arrière-plan. [...] Raconter, suivre, comprendre des histoires n'est que la « continuation » de ces histoires non dites » (1983, p. 115). Mais Ricoeur ne précise pas en quoi consiste cette « imbrication vivante » dans des « histoires vécues », ni comment procède l'émergence qu'il associe avec la « mise en intrigue ». Il insiste par contre sur l'enchevêtrement d'une pluralité d'histoires à partir de laquelle devrait se dégager, par contraste ou par sélection d'un point de vue, le récit proprement dit.

Nous développons dans notre contexte, l'aspect laissé ouvert par Ricoeur. Nous envisageons ici que les récits des élèves émergent de l'arrière-plan de l'enseignement et de leur culture propre. Nous proposons que cette pluralité d'histoires vécues (dans et hors la classe) enchevêtrées et discutées permet l'émergence des connaissances dans la mise en intrigue. Nous nous situons dans la proposition de Baroni (2010, p. 336) de « *relier cet arrière-plan fait de l'imbrication vivante d'histoires vécues avec une forme de narrativité mentale, à la fois cognitive et affective* ». Nous envisageons la mise en récit par les élèves comme un prolongement narratif de ce qui est vécu en classe et hors la classe, dans un contexte personnel. Ce prolongement narratif réalisé par les élèves auteurs s'érige alors en processus configurant les connaissances scientifiques émergentes du mimésis II et reconfigurant les savoirs à la croisée des mondes scientifiques et du récit. Un ***nouvel axe de recherche*** pourrait porter l'attention sur cet arrière-plan, comme lieu où se mettent en place les prémices de la conceptualisation narrative.

À ce stade, nous pouvons indiquer que notre modèle a pu fonctionner dans les situations observées et que nous avons pu l'affiner au fur et à mesure de notre travail. Nous indiquons, sur le schéma complété à l'issue de la recherche et dans le texte qui lui fait suite, les éléments que nous avons pu valider (typographie normale) et ceux que nous avons précisés (en italique).

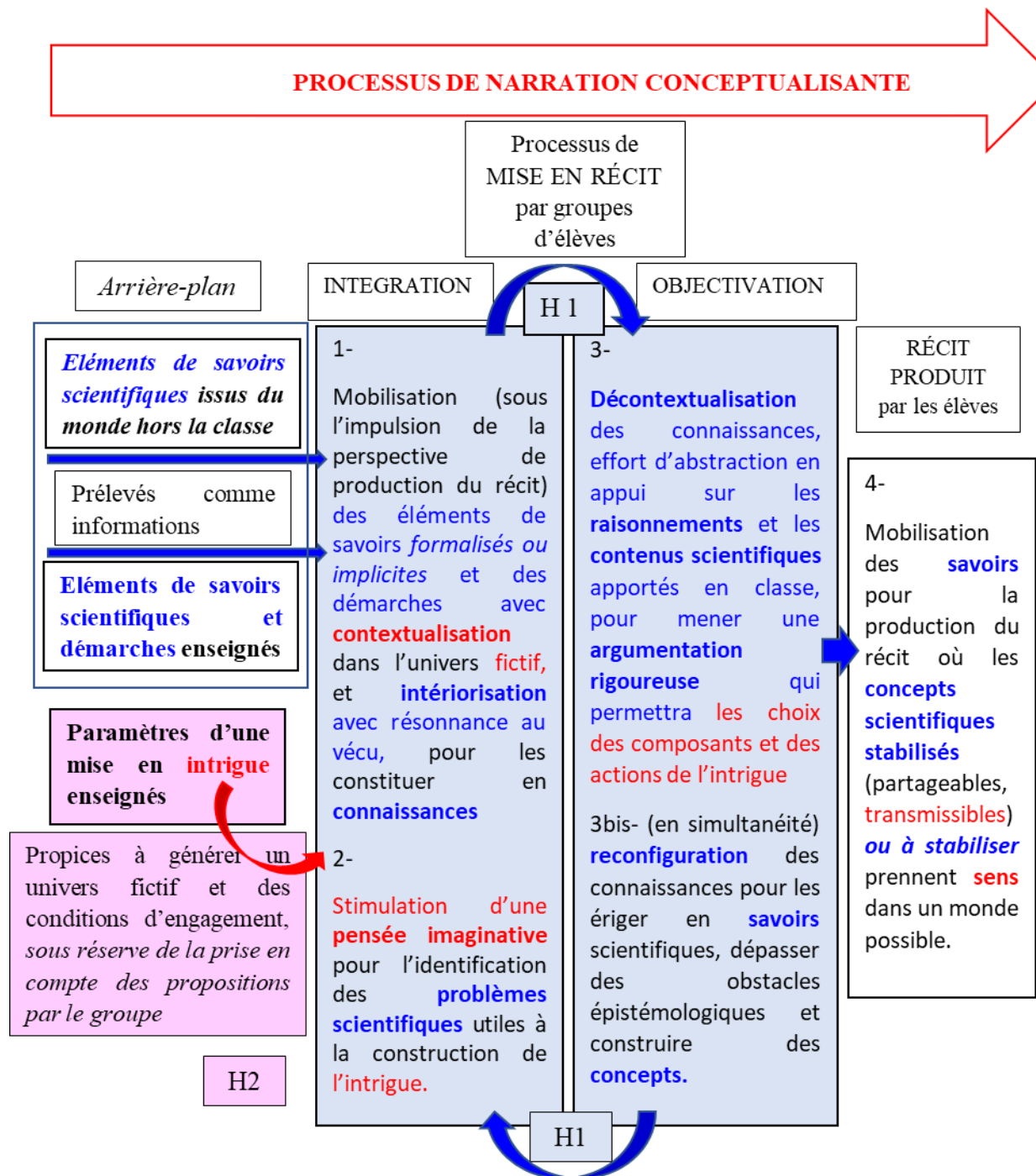


Fig. 47 : Modèle de la narration conceptualisante précisé après la recherche

Hypothèse 1 (sur fond bleu) :

Le processus global de narration conceptualisante a été validé, depuis la mobilisation des éléments de savoir et l'identification de problèmes scientifiques (intégration) en passant par le raisonnement et la reconfiguration (objectivation) pour mener à la construction de savoirs.

Nous précisons l'importance de l'arrière-plan qui permet la mise en récit, où les élèves peuvent aussi prélever des éléments de savoir dans leur environnement extrascolaire et les intégrer à ceux issus de la classe au fur et à mesure de leur raisonnement.

Plutôt que par une relation unidirectionnelle, la construction de savoirs se met en place au cours d'une circulation entre intégration et objectivation, les savoirs objectivés pouvant renvoyer à des éléments de l'intrigue qui génèrent de nouveaux problèmes scientifiques

Les savoirs construits mobilisés dans la production écrite peuvent être stabilisés, avec le lexique scientifique, ou à formaliser, s'agissant de savoirs rendus visibles par le récit mais non explicités.

Hypothèse 2 (sur fond rose) :

La recherche des composants de l'intrigue a pris appui sur les enseignements portant sur le récit policier pour générer un univers fictif et a stimulé l'engagement cognitif des élèves.

L'effet d'engagement est conditionné à l'adhésion des élèves aux composants du récit sélectionnés. La prise en compte par le groupe des propositions de chacun permet la discussion des aspects fictifs et scientifiques.

2.4 La construction des savoirs grâce à la mise en récit par les élèves : une narration conceptualisante

Dans leur mise en récit, les élèves font usage d'éléments de savoirs issus de classe et de leur environnement extra-scolaire, qu'ils contextualisent, pour générer des événements du récit. L'intérêt de placer les élèves en situation de produire un récit est qu'ils puissent convoquer des connaissances intériorisées dans un contexte nouveau, créatif, et les mettre en discussion au service du sens de l'histoire. Meyer (1992, p. 185) proposait ainsi que « *la fiction nous permet de voir des choses d'un point de vue différent et de comprendre ce qui se passe à l'intérieur et à l'extérieur de nos esprits* ». Ainsi, sous ce nouveau point de vue, le processus de construction des concepts scientifiques va se tenir dans une alternance de phases de contextualisation/ décontextualisation/ recontextualisation, à la faveur de différents raisonnements et modes d'argumentations.

2.4.1 Caractérisation du cheminement conceptuel lors de l'élaboration du récit

Nous allons mettre en évidence les étapes présentes à la fois dans le groupe A qui est notre référence, et les autres groupes. Notre propos est de montrer comment les élèves conceptualisent, c'est-à-dire construisent et comprennent un concept associé à un savoir scientifique, même si sa mise en texte ne correspond pas forcément au texte du savoir institutionnalisé (avec l'ensemble du lexique spécifique).

Étape 1 : La nécessité d'activer des éléments de savoirs apparaît pour réussir à créer l'intrigue

Dans la contextualisation de l'histoire, les élèves réactivent la notion de pollen abordée en classe.

35, Adil : *Alors les traces qui sont laissées ...*

36, Aya : *Le pollen !*

L'enseignante maintient l'attention sur des éléments de savoir du cours pour favoriser leur intériorisation par les élèves et **l'intégration** à leurs connaissances.

38 : *Qu'est-ce qu'on peut faire avec le pollen ?* 49 : *Vous avez appris des choses sur le pollen...*

Étape 2 : Un problème scientifique est identifié qui peut contribuer à l'intrigue

50, Adil : *Il fait la fécondation*

Étape 3 : Une **décontextualisation** des connaissances se réalise : un effort d'abstraction est produit en appui sur les raisonnements et les contenus scientifiques apportés en classe, pour mener une **argumentation** qui permettra les choix des composants et des actions de l'intrigue. Une élève reformule et explique l'expérience de fécondation artificielle, elle mène une argumentation à l'aide de modèles théoriques.

51, Aya : *on a trois fleurs, on va mettre du pollen sur les trois et s'il y en a une qui fait des graines, ça veut dire que c'est cette fleur d'origine qui a donné le pollen*

Étape 3 bis : Une **reconfiguration des connaissances permet de construire le concept** (fécondation) en établissant des **savoirs** scientifiques qui ont été argumentés.

53, Neila : *On a fait une expérience de fécondation pour identifier la fleur pour savoir d'où vient le grain de pollen : On va éparpiller le pollen sur des fleurs pour voir si ça fait des graines.*

Étape 4 : Usage de la conceptualisation pour le récit : recontextualisation

67, Neila : *Donc, on a retrouvé le suspect qui était l'ami du botaniste. Il avait des traces de pollen d'une fleur du jardin du botaniste. Donc, on a fait une fécondation et du coup on a trouvé quelle est la fleur et on a identifié d'où viennent les grains de pollen.*

Etape 5: Stabilisation du savoir institutionnalisé perçu dans des productions ou les entretiens

Dans le récit produit par le groupe A, le vocabulaire des parties d'une fleur apparaît, sans être attaché à des explications de phénomènes biologiques. : « 5 pétales, 7 étamines ... » ; « Le pollen de l'ami est pareil que celui qui est sur le corps ».

Au cours des entretiens, des élèves expliquent ou citent des phénomènes en intégrant le lexique scientifique mobilisé : « la pollinisation et la fécondation après, quand le pollen rencontre l'ovule. » (Aya 44). « Tout ce qui est fécondation tout ça, je connaissais pas la partie mâle et la partie femelle. [...] Et puis on a utilisé ce qu'on a appris dans l'histoire, alors en expliquant c'était plus clair. » (Neila 46)

En utilisant le terme « chemin » le raisonnement apparaît linéaire. L'exemple donné montre en effet une suite logique causale. Pour autant, **une perspective de recherche** pourrait être de mener une réflexion sur la manière avec laquelle l'enseignante, en prenant appui sur l'une ou l'autre des étapes du raisonnement, pourrait conduire un questionnement sur les raisons scientifiques qui fondent les propos des élèves. Ainsi, la construction de savoirs apodictiques pourrait se développer en connexion, parallèlement avec l'axe de raisonnement premier.

2.4.2 Quelle place pour l'objectivation ?

La conceptualisation scientifique se met en place à un moment pivot de la mise en récit, entre l'émergence d'un besoin d'indices ou d'une preuve et le retour à l'usage de l'apport scientifique au service de l'énigme (pour confondre le suspect).

L'exemple ci-dessous met en évidence le cheminement conceptuel qui intègre **intrigue et savoir objectivé construit**, au sein d'une même prise de parole d'une élève du groupe A (Neila, 53).

Contextualisation dans l'histoire : intériorisation des éléments de savoir avec les connaissances des élèves	Décontextualisation : mobilisation des connaissances, des raisonnements scientifiques et aspects théoriques entrant dans la conceptualisation et la construction de savoirs	Recontextualisation et convocation des savoirs au service de l'histoire :
Le suspect il avait des traces de pollen sur sa veste	On a fait une expérience de fécondation pour identifier la fleur , pour savoir d'où vient le grain de pollen (de même espèce que la fleur).
	On va éparpiller le pollen sur des fleurs (différentes) pour	...quelle fleur (de même espèce que le pollen) le suspect a touché . Et si c'est

	voir si ça fait des graines et...	une fleur qui était près du botaniste, ça veut dire qu'il était là.
--	-----------------------------------	---

Dans cette alternance contextualisation/ décontextualisation/ recontextualisation, un raisonnement hypothético-déductif est activé quand l'élève propose des expérimentations qui utilisent sa compréhension du mécanisme de fécondation. Elle exprime à cette occasion un implicite du cours : pour obtenir une graine, la fécondation doit se réaliser entre du pollen et une fleur de même espèce.

Nous constatons ici que l'élaboration de l'investigation, nécessaire à la fiction, reconfigure la réalité (dans notre cas *via* l'explicitation de l'expérimentation portant sur les mécanismes de fécondation) en maintenant une cohérence avec les savoirs. Nous nous situons dans le prolongement de Bruguière (2019) qui a montré, pour la lecture de fictions réalistes, que la vraisemblance de ces fictions « *est construite par la référence implicite à des phénomènes scientifiques* » (p. 141). Nous montrons ici que le processus d'élaboration de l'intrigue par les élèves met en évidence les savoirs en question. L'annexe 15 synthétise visuellement le cheminement de chaque élève du groupe A vers la construction du concept de fécondation, à travers ses productions.

Le raisonnement hypothético-déductif a été au centre de la construction des savoirs pour plusieurs groupes dans une logique de validation des hypothèses. Dans ces situations, les réflexions n'ont pas été poussées jusqu'à la recherche des raisons qui fondent les mécanismes scientifiques mis en évidence, faisant apparaître à la fin du raisonnement, qu'il ne peut pas en être autrement. Ainsi, les élèves n'ont pas construit eux-mêmes des savoirs apodictiques portant sur des problèmes scientifiques mais en ont mobilisés pour résoudre par le raisonnement les problèmes liés à l'énigme. Aussi, une *nouvelle piste de recherche* serait de se demander à quelles conditions on pourrait associer à la narration conceptualisante une logique de construction d'un savoir apodictique.

2.4.3 L'explicitation et la perspective de narration prennent part à la conceptualisation et à la genèse de la signification

Au cours de leur conceptualisation, un aspect facilitant pour les élèves est qu'ils puissent s'exprimer sans contraintes externes : « *dire avec nos mots à nous* ». Ce propos d'un élève (Kha, groupe C) paraît paradoxal et pourtant, quand nous analysons ce qui se passe, nous décelons une réelle conceptualisation : les élèves se saisissent en réalité de contenus

scientifiques issus des éléments de savoirs du cours, ils les convoquent et les réorganisent en utilisant leurs propres termes qui renvoient aux mécanismes et aux concepts scientifiques sans pour autant afficher le terme exact du savoir établi par les chercheurs (fécondation intraspécifique ou transmission des caractères). Les mécanismes qui sont implicites dans le cours sont explicités ici scientifiquement sur le fond, même si le lexique n'est pas toujours scientifique. Il s'agit bien d'un processus d'abstraction, résultat d'une construction intellectuelle qui permet de comprendre un phénomène et de mettre en jeu de nouveaux problèmes.

Nous pouvons ici examiner l'explicitation des élèves et les écrits qui en résultent au regard de l'approche par la trivialité de Jeanneret (2008). Cet auteur analyse la façon dont les objets de savoir circulent, passent d'un espace social à un autre, se transforment, modifient ou conservent leur sens. La transmission de connaissances peut alors être vue comme traduction ou interprétation, être soumise à des altérations. Jeanneret questionne ainsi la nature de la réappropriation de contenus et la construction de leurs sens à travers le discours, en particulier l'écriture des textes, en tant que pratique humaine porteuse de créativité. Nous pouvons concevoir, dans notre cas, que plutôt que de mener à une altération délétère de contenus, les manières qu'ont les élèves d'exprimer les concepts, de les confronter, si elles s'écartent des formulations *ad hoc*, les amènent à discuter des concepts sur le fond, dans la dynamique de la créativité.

Par ailleurs, la perspective de la narration, c'est-à-dire l'anticipation de l'écriture de l'histoire, incite les élèves à construire un récit qui a du sens et où les apports scientifiques manifestent leur signification, en cohérence avec l'intrigue. Ainsi, le processus de narration conceptualisante se distingue de la simple « anecdote » ou « petite histoire » qui se replie sur le sens commun, dont Orange-Ravachol et Béorchia (2011) a montré qu'elle constitue un obstacle à la construction de savoir scientifique. Il se déploie dans le moment de construction du récit et y active les processus cognitifs d'explicitation, explication, argumentation dont le développement « *empêche d'emprunter un circuit trop court entre les idées et les raisons* », tel que l'exprime (Bachelard, 1938, p. 44). Il s'agit bien, dans cette mise en récit, d'une heuristique narrative capable de générer des savoirs raisonnés (Orange Ravachol, 2017). La conceptualisation a lieu au cours d'une forme de story « making », et non « telling » (Hadzigeorgiou, 2016), en appui, non pas sur un échange d'anecdotes mais sur une réelle construction (Salmon 2007).

CONCLUSION

De manière à comprendre dans quelle mesure une mise en récit réalisée par les élèves peut favoriser les apprentissages scientifiques nous avons construit et analysé un dispositif didactique portant sur la reproduction des plantes à fleurs et intégrant un moment d'enseignement dédié à l'élaboration d'une fiction. Nous avons ainsi pu mettre en évidence un processus de narration conceptualisante qui permet la consolidation ou construction de savoirs à la faveur de la mobilisation de problèmes scientifiques associés à l'intrigue et d'une reconfiguration de connaissances et d'éléments de savoirs. En les plaçant en position d'auteurs, cette mise en récit stimule l'engagement cognitif des élèves dans l'élaboration d'une histoire qu'ils souhaitent signifiante et compréhensible. Si la mise en récit apporte du sens aux démarches et contenus scientifiques traités, nous pouvons y déceler un écueil en ce que certains élèves ont de la difficulté à se détacher pas du pôle fictif et n'entrent pas dans la réflexion scientifique. Pour d'autres élèves, la non prise en compte par les camarades des apports qu'ils proposent pour l'intrigue les ferme à la recherche des aspects scientifiques. Il apparaît ici un axe d'approfondissement de la recherche concernant l'accompagnement et le questionnement possible de l'enseignant conduisant les élèves à prendre appui sur les composants de la fiction pour identifier des problèmes scientifiques sous-jacents. De nouveaux dispositifs didactiques seraient alors à penser et à expérimenter en ce sens. De plus, sachant que les raisonnements des élèves ont permis la construction de savoirs apodictiques portant sur des problèmes de l'intrigue, il serait intéressant d'approfondir les approches qui les amèneraient à construire, selon la même démarche, l'apodicité de savoirs scientifiques. Nous notons d'ailleurs la potentialité qu'a cette narration conceptualisante de faire émerger des savoirs scientifiques non formulés explicitement en classe. Il semble qu'une perspective de recherche peut s'ouvrir, portant sur ces problèmes et ces savoirs rendus visibles à l'occasion de l'élaboration de l'intrigue mais qui nécessitent d'être repris et retravaillés pour les stabiliser scientifiquement.

BIBLIOGRAPHIE

ADAM, J.-M. (2011). *Genres de récits. Narrativité et généricité des textes*. Louvain-la-Neuve: L'Harmattan-Academia.

ADÚRIZ-BRAVO A. (2015). Teaching the nature of science with scientific narratives. *Interchange*, 4, (3-4), 167-184.

ASTOLFI, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre*. Paris : ESF.

ASTOLFI J.-P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactiques. *Revue Française de Pédagogie*, (103), 5-18.

ASTOLFI, J.- P. (1992). *L'école pour apprendre*. Paris : ESF.

ASTOLFI, J.- P. (1990). L'émergence de la didactique de la biologie, un itinéraire. *Aster*, (11), 195-224.

ASTOLFI J.P., & DEVELAY M. (1989). *La didactique des sciences*, Paris : Presses Universitaires de France.

ASTOFI J.P., & PÉTERFALVI B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-124.

ASTOLFI J.-P., & PETERFALVI B. (1997). Stratégies de travail sur les obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, (25), 193-216.

ASTOFI J.P., & PÉTERFALVI B. & VÉRIN A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz, 267 p.

ATLAN, H. (1999). *La fin du tout génétique*. Paris : Éditions Quae.

AUDIGIER, F., & RONVEAUX, C. (2007). Récit d'histoire, récit de fiction. Exemple de l'expérience de la guerre. *Pratiques : Récits et disciplines scolaires*, (133-134), 55-75.

AUSUBEL, D. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. New-York: HRW.

AVRAAMIDOU, L., & OSBORNE, J. (2009). The role of narrative in communating science, *International Journal of Science Education*, 31, (12), 1683-1707.

BACHELARD, G. (1938). *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Vrin.

BACHELARD, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris : Presses Universitaires de France.

- BANDURA, A. (1995). *Self-efficacy in changing societies*. New York : Cambridge University Press.
- BARBIER, J.-M., & GALATANU, O. (2000). *Signification, sens, formation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- BARONI, R. (2007). *La tension narrative : suspense, curiosité et surprise*. Paris : le Seuil.
- BARONI, R. (2010). Le temps de l'intrigue. *Cahier de la narratologie*, (18), [en ligne]. <https://journals.openedition.org/narratologie/6085>
- BAUTIER, É., MANESSE, D., PETERFALVI, B., & VERIN, A. (2000). Le cycle du cerisier : une narration scientifique ? *Repères*, (21), 143-164.
- BEORCHIA, F., & LHOSTE (2007). La procréation : quelles problématisations du CP au collège ? *Recherche En Education*, (3), 29-50.
- BONNET (1762). *Considération sur les corps organisés*. Amsterdam : Marc-Michel Rey
- BOSDEVEIX, R. (2017). Les raisonnements classificatoires de futurs enseignants de SVT sur le groupe des végétaux. *RDST*, (16), 57-92.
- BOUCHER, L. (1992). *De la séduction à la transparence ou les enjeux contemporains de la diffusion culturelle. Muséo-séduction, muséo-réflexion*. Québec : Musée de la Civilisation.
- BOURASSA, M., MENOT-MARTIN, M., & PHILION, M. (2017). *Neurosciences et éducation. Pour apprendre et accompagner*. Louvain-la-Neuve : De Boeck.
- BOWMAN, S., & STANDIFORD, A. (2015). Educational larp in the middle school classroom: a mixed method case study. *International journal of role-playing*, 5, (1), 4-25.
- BOYER, C. (2000). Conceptualisation et action didactique à propos de la reproduction végétale. *Aster*, (31), 149-171.
- BRADLEY, R. (1739). *The History of succulent plants*. Londres: J. Hodges
- BROUSSEAU G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 7-2, Grenoble : la pensée sauvage, pp. 33-115.
- BROUSSEAU, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 4 (2), 165-198.
- BRUGUIÈRE, C. (2019). *Mise en récit et « fiction-réaliste » Potentialités et limites épistémologiques et didactiques dans la construction de savoirs biologiques*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Lyon 1.
- BRUGUIÈRE, C. & TRIQUET, E. (2014). 'Realistic-Fiction Storybooks' as a Resource for Problematic Questioning of Living Being with Pupils in Primary School. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (eds), *Topics and trends in current science education. 9th ESERA Conference Selected Contributions* (p. 505-518). Contributions from Science Education Research, 1 New-York : Springer.
- BRUGUIÈRE, C., ALDON, G., PAULIN, F., BÉCU-ROBINAULT, K., CHARLES, F., DELOUSTAL-JORRAND, V., LOISY, C., & MOULIN, M. (2014). Mises en récit et formes

de raisonnement en classe de mathématiques et de biologie. Communication présentée au colloque Narrative Matters Narrative Knowing/récit et savoir, Université Paris Diderot, 23-27 juin 2014. Paris, France.

BRUGUIERE, C., HERAUD, J.-L., ERRERA, J.-P., & REMBOTTE, X. (2007). Mondes possibles et compréhension du réel. *Aster*, (44), 69-106.

BRUNER, J. (2002). *Pourquoi nous racontons-nous des histoires ? Le récit, au fondement de la culture et de l'identité*. Paris : Retz.

BRUNER, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture. Les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle*. Paris: Retz.

BRUNER, J. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Harvard: University Press.

CALMETTES, B., & BOILEVIN, J.-M. (2014). Le modèle " investigation-structuration " et l'actualité des tensions autour des constructivismes. *RDST - Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (9), 103-128.

CAMERARIUS, R.-J. (1694). *De sexu plantarum epistola*.

CANGUILHEM, G. (1962). *Du développement à l'évolution au XIX^e siècle*. Paris : Presses universitaires de France.

CARIOU, D. (2016). Information ou indices ? Deux lectures d'une image en classe d'Histoire. *Revue Française de Pédagogie*, (197), 63-77.

CHERUBINI, M., RASMUSSEN, J., GASH, H., & Mc CLOUGHLIN T. (2002). Digital Seed: An interactive toy for children's explorations of plant growth and life cycles. *Interaction Design and Children Workshop*. En ligne :

<http://jamierasmussen.com/publications/digitalseed.pdf>.

CIFALI, M. (1994). *Le lien éducatif : contre-jour psychanalytique*. Paris : Presses Universitaires de France.

CLOT, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : Presses Universitaires de France.

COHEN-AZRIA, C. (2007). Les récits en sciences à l'école : première approche. *Pratiques*, (133-134), 125-141.

COHN, D. (2001). *Le propre de la fiction*. Paris : Le Seuil.

COQUIDE, M., & MORGE, L. (2011). Espace et temps dans l'enseignement des sciences et des technologies. *RDST*, (4), 9-26.

CORBINEAU, F., & GENDREAU, E. (2016). De la pollinisation à la formation des graines et des fruits. *Jardins de France*, (643), 17-19.

COURDENT, A. (2022). *En quoi la perspective d'une mise en récit et sa réalisation peuvent favoriser les apprentissages scientifiques ?* Communication présentée au colloque *Telling Science-Drawing Science : Sciences en récit, Sciences en images*, du 15 au 17 juin 2022, Angoulême, France.

COURDENT, A., & ALVAIN, S. (2022). En quoi, dans le cadre d'interactions entre élèves et chercheurs, les conditions installées pour et par les mises en récit peuvent-elles favoriser les apprentissages scientifiques. Dans A. Courdent (éd.). *Quand raconter permet d'apprendre. Le récit dans l'enseignement et la formation* (p. 41-60). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.

COURDENT, A., DECROIX, A.-A. & MIMOUNE, M. (2024). Médiation pour l'enseignement scientifique. La médiation par des chercheurs peut-elle faire évoluer les pratiques d'enseignement des sciences ? Dans L. Pelissier et P. Venturini (éds). *Après les XIIème rencontres de l'ARDIST: Actualité des recherches en didactique des sciences*. p. 447-461. Edition de l'ARDIST.

COURDENT, A., DELIGNE, C., & VERSELE, R. (2019). La mise en récit dans l'éducation scientifique au service du Lire-Dire. Effet de l'élaboration d'énigmes par les élèves sur les apprentissages scientifiques et langagiers. *Spirale*, (64), 113-140.

COURDENT, A., & EGGINGER, J.-G. (2020). Quelles pratiques langagières favorisent la conception d'un outil didactique au service de la diffusion de connaissances scientifiques ? Dans I. Kermen (éd.), *Diversité des approches en didactique des sciences et des technologies*. Arras : Artois Presse Université.

COURDENT, A., & EGGINGER J.-G. (2018). *Interactions à long terme chercheurs-élèves : mécanismes cérébraux en jeu dans la mise en récit*. Communication présentée aux 10e Rencontres de l'ARDIST du 27 au 30 mars 2018, Université de Bretagne, Saint Malo, France. <https://ardist2018.sciencesconf.org/>

COURDENT, A., & EGGINGER, J.-G. (2017). Comment les pratiques langagières favorisent-elles la réalisation d'un outil didactique au service de la diffusion de connaissances ? Exemple de la maladie d'Alzheimer. *RDST, Éducation à la Santé, regards didactiques*, (16), 9-32.

COURDENT, A., & GOSSELET, F. (2020). Vivre avec la maladie d'Alzheimer : *un serious game* au service des aidants de malades. Dans C. Carra (éd.), *Silver économie, vulnérabilités, territoires*. Valenciennes : Presses Universitaires de Valenciennes.

CRAFT, A. (2001). Little creativity. In A. Craft, B. Jeffrey & M. Leibling (Eds), *Creativity in education* (pp.45-61). London: Continuum.

CREMIN, T., CHAPPELL, K., & CRAFT, A. (2014). Reciprocity between narrative, questioning and imagination in the early and primary years: examining the role of narrative in possibility thinking. *Thinking skills and creativity*, (9), 131- 151.

DARWIN, C. (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Londres: John Murray edition.

DECI, E.L., & RYAN, R.M. (2002). *Handbook of self-determination research*. Rochester : University of Rochester Press.

DECROIX, A.-A., & COURDENT, A. (2022). Dans quelle mesure un *escape game* peut-il constituer un outil de formation des enseignants ? Dans A. Courdent (éd.). *Quand raconter permet d'apprendre. Le récit dans l'enseignement et la formation* (p. 113-135). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.

- DELANNOY-COURDENT, A. (2013). L'EIST, une pédagogie de projet possible au collège : Cas d'une collaboration CM2-6ème. *Spirale*, (52), 103-129. <http://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1158>
- DELANNOY-COURDENT, A. (2011). Les procédés de diffusion de l'enseignement et de la vulgarisation scientifique : des témoins de stratégies, des vecteurs de contenus, *Spirale, Revue de Recherches en Éducation*, (48), 35-62. <http://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1080>
- DELANNOY-COURDENT, A. (2009). *Pratiques langagières et image des sciences à l'école : analyse didactique des pratiques langagières orales des maîtres et des élèves au cycle 3*. Thèse de doctorat sous la direction d'Isabelle Delcambre. Soutenue le 22 octobre 2009, à l'Université de Lille 3.
- DELANNOY-COURDENT, A., & EGGINGER, J.-G. (2011). *Formation des maîtres à la culture scientifique : quelques repères à l'élaboration d'outils mis en place lors de la formation initiale universitaire des étudiants se préparant au professorat des écoles*. Communication présentée à la 2^{ème} Journées d'étude S-TEAM, « Accéder et développer la culture scientifique » du 10 au 12 mai 2011, Grenoble, France,. http://iufm.ujf-grenoble.fr/images/Documents/S-TEAM/ALBINE_DELANNOY-COURDENT.pdf
- DELSOL, M. (1985). *Cause, loi hasard en biologie*. Paris : Vrin.
- DELEUZE, G. (1969). *Logique du sens*. Paris : Minuit.
- DE QUEIROZ, K. (1998). The General Lineage Concept of Species: Species criteria and the process of speciation. In Daniel J. Howard & Stewart H. Berlocher (eds), *Endless Forms, Species and Speciation* (p. 57-75). Oxford: University Press.
- DEROLEZ, S. (2016). *Une mise en image d'un objet du patrimoine scientifique contemporain dans les bandes dessinées. Quel contenu représentationnel ?* Communication présentée au colloque « *Telling Science, drawing Science* », les 24 et 25 novembre, 2016. Angoulême : France.
- DEROLEZ, S., & BÉCU-ROBINAULT, K. (2022). L'utilisation du récit de fiction dans la résolution de problème en physique au collège. Dans Albine Courdent (éd.). *Quand raconter permet d'apprendre. Le récit dans l'enseignement et la formation* (p 63-90). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.
- DUBIED, A. (2000). Une définition du récit d'après Paul Ricœur. *Communication*, 19 (2), 45-66.
- ECO, U. (1985). *Lector in fabula*. Paris : Grasset.
- ECO Umberto (1988), *Sémiotique et philosophie du langage*. Paris: Presses Universitaires de France.
- EGAN, K. (1986). *Teaching as storytelling: an alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school*. London: Althouse Press.
- EGGINGER, J.-G., & DELANNOY-COURDENT, A. (2013 a). De beaux documents, choisis pour leur exemplarité. À la recherche de la notion de document patrimonial dans le cas de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre : l'exemple du cerveau. Dans V. Castagnet-

Lars (éd.), *L'éducation au patrimoine de la recherche scientifique aux pratiques pédagogiques* (p 1925-2011). Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion.

EGGINGER, J.-G., & DELANNOY-COURDENT, A. (2013 b). L'enseignement intégré de science et technologie (EIST) : À la recherche d'un *curriculum*, Introduction. *Spirale*, (52), 3-8. <https://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1152>

EGGINGER, J.-G., & DELANNOY-COURDENT, A. (2012). *De beaux documents, choisis pour leur exemplarité. À la recherche de la notion de document patrimonial dans le cas de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre : l'exemple du cerveau*. Communication présentée, Journée d'Études « Des documents patrimoniaux aux documents culturels authentiques : À la recherche d'une éducation au patrimoine dans les politiques curriculaires contemporaines », le 9 mars 2012, Université de Toulouse - Le Mirail, Tarbes, France.

FABRE, M. (2007). Des savoirs scolaires sans problèmes et sans enjeux. La faute à qui ? *Revue Française de Pédagogie*, (161), 69-78.

FABRE, M. (2005). Formation et problématisation. Peut-on parler d'une problématisation pédagogique ? *Recherche et Formation*, (48), 107-118.

FABRE M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses Universitaires de France.

FABRE, M. (1997). Pensée pédagogique et modèles philosophiques : le cas de la situation problème. *Revue Française de Pédagogie*, (120), 49-58.

FABRE M. (1989). *L'enfant et les fables*. Paris : Presses Universitaires de France.

FABRE, M. & ORANGE, C. (1997). Construction de problèmes et franchissement d'obstacles. *Aster*, (24), 37-57.

FREEMAN, S., EDDY, S., Mc DONOUGH, M., SMITH, M., OKOROAFOR, N., JORDT, H., & WENDEROTH, M. (2014). Active learning increases students' performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, (111), 8410-8415.

GALATANU, O. (2000). Signification, sens et construction discursive de soi et du monde. Dans J.-M. Barbier & O. Galatanu (éds), *Signification, sens, formation* (p. 25-43). Paris : Presses Universitaire de France.

GAYON, J. (2009). Déterminisme génétique, déterminisme bernardien, déterminisme laplacien. Dans J.-J. Kupiec, O. Gandrillon, M. Morange & M. Silberstein (éds.). *Le hasard au cœur de la cellule, probabilité, déterminisme, génétique* (p. 79-91). Paris : Syllepse.

GAYON, J. (2004). De la biologie comme science historique, *Sens Public*, [en ligne]. https://sens-public.org/IMG/pdf/SensPublic_Jean_Gayon_Biologie.pdf

GENETTE, G. (1972). *Figures III*. Paris : Seuil.

GINZBURG, C. (1989). *Mythes, emblèmes et traces. Morphologie et histoire*. Paris : Flammarion.

- GIORDAN, A. (1983). *L'élève et/ou la connaissance scientifique : approche didactique de la construction de concepts scientifiques par les élèves*. Berne : Peter Lang.
- GIORDAN, A. (1991). *Histoire de la biologie*. Tome 2. Paris : Tech et Do éditions.
- GOBERT, J. (2010). Métaphore du programme génétique et problématiques de la différenciation cellulaire au cours du développement embryonnaire par des élèves de première scientifique. *RDST*, (1), 121-152.
- GREIMAS, A.-J., & COURTES, J. (1992). Les points de vue dans le discours. *Voies Livres*, (63), 1-21.
- GREIMAS, A.-J. (1966). *Sémantique structurale*. Paris : Presses Universitaires de France.
- GREW, N. (1682). *The Anatomy of Plants*. Londres : W. Rawlins.
- GRIZE, J.-B. (1996). *Logique naturelle et communications*. Paris : Presses Universitaires de France.
- HADZIGEORGIOU, Y. (2016). *Imaginative science education. The role of imagination in science education*. Suisse : Springer
- HARTSOEKER, N. (1694). *Essai de dioptrique*. Paris : Imprimerie royale.
- HELLDÉN, G. (2000). A longitudinal study of pupils' conceptualisation of the role of the flower in plant reproduction. In *The Second Conference of European Researchers in Didaktik of Biology, University of Göteborg, November 18-22, 1998*, (p. 47–59). En ligne : <<http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:320112>>.
- HERAUD, J.L., Lautesse, P., Ferlin, F., Chabot, H. (2017). Representing the quantum object through fiction in teaching: ontological contribution of Gamow's narrative as part of an introduction to quantum physics, *Science & Education*, 26 (3-4), 299-322.
- HERAUD, J-L., Lautesse, P., & Ferlin, F. (2016). Explorer le monde quantique par le récit de fiction : du texte à l'image. *Actes colloque intergalactique telling science drawing science*, Angoulême.
- HERTWIG, (1900). *Traité d'embryologie*. Paris : Schleicher-frères éditions.
- HICKLING, A. K., & GELMAN, S. A. (1995). How does Your Garden Grow? Early conceptualization of seeds and their place in the plant growth cycle. *Child Development*, (66), 856–876.
- HOLSTERMANN, N., & BÖGEHOLZ S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I [Gender-specific interests of adolescent learners in science topics]. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, n° 13, p. 71-86.
- IZQUIERDO M. (2010). Com es comunica la ciència, més enllà de les paraules. In C. Márquez Bargalló & À. Prat i Pla (éd.), *Competència científica i lectora a secundària. L'ús de textos a les classes de ciències* (p. 19-27). Barcelone : Associació de Mestres Rosa Sensat,.
- JACOB, F. (1981). *Le jeu des possibles*. Paris : Fayard
- JACOB, F. (1970). *La logique du vivant, une histoire d'hérédité*. Paris : Gallimard.

- JACOBI, D. (1986). *Diffusion et vulgarisation : itinéraire du texte scientifique*. Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté.
- JAHN, I. (1998). *Geschichte der Biologie: Theorien, Methoden, Institutionen, Kurzbiographien*. Jena : Fischer.
- JAUBERT, M., & REBIERE, M. (2009). Récit et activité scientifique. Dans P. Schneeberger & A. Vérin (éds.). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école*. Lyon : INRP.
- JAUBERT, M., & REBIERE, M. (2002). Parler et débattre pour apprendre : comment caractériser un « oral réflexif » ? Dans J.-C. Chabanne & D. Bucheton (éds), *Parler et écrire pour penser, apprendre et se construire* (p. 163-186). Paris : Presses Universitaires de France
- JEANNERET, Y. (2008). *Penser la trivialité*. Volume 1 : *La vie triviale des êtres culturels*. Paris : Hermès-Lavoisier.
- JEWELL, N. (2002). Examining children's models of seed. *Journal of Biological Education*, vol. 36, (3), p. 116-122.
- JUNGIUS, J. (1662). *Doxoscopiae physicae minores*. Hamburg: Johannes Nauman.
- JUNGIUS, J. (1679). *Isagoge Phytoscopica*. Hamburg: Michael Pfeiffer
- KALALI, F. (2010). *L'enquête ROSE en France (Relevance Of Science Education) : Analyse statistique des populations scolaires de Paris et de Créteil*. Paris, France. En ligne : <http://www.roseproject.no/network/countries/france/ROSE-Kalali.pdf>.
- KEELING, P. J. (2013). The number, speed, and impact of plastid endosymbioses in eukaryotic evolution. *Annual Review of Plant Biology*, (64), 583-607.
- KIDD, D. C., & CASTANO, E. (2013). Reading literary fiction improves theory of mind. *Science*, 342 (6156), 377-380.
- KÖLREUTER, J.-G. (1777). *Das entdeckte Geheimniss der Cryptogamie: eine der Ehur-Pfälz Academie der Wissenschaften zugedacht gewesene Preisschrift* - Karlsruhe : Druckts und verlegts Michael Maklot,
- KUPIEC J.-J. (2013). Histoire de la théorie de l'évolution : un long fleuve tranquille ? In J.-J. Kupiec (éd.), *La vie, et alors ? Débats passionnés de l'Antiquité à nos jours* (p. 319-343). Paris : Belin/Pour la science.
- KUPIEC J.-J. (2012). *L'ontophylogenese : évolution des espèces et développement de l'individu*. : Éditions Quae.
- KUPIEC J.-J. (2008). *L'origine des individus*. Paris : Fayard.
- KUPIEC J.-J. (1996). A chance selection model for cellular differentiation. *Cell death and differentiation*, vol. 3, p. 385-390.
- KUPIEC J.-J. & SONIGO P. (2000). *Ni Dieu ni gène : pour une autre théorie de l'hérédité*. Paris : Seuil.

- LABOV, W. (1997). Some further steps in narrative analysis. *Journal of narrative and life history*, 7 (1-4), 395-415.
- LAFOREST, M., & VINCENT, D. (1996). Du récit littéraire à la narration quotidienne. Dans M. Laforest (éd.), *Autour de la narration*, (13-28). Québec : Nuit Blanche
- LAHANIER-REUTER, D. (2007). Récits dans la classe de mathématiques. *Pratiques : Récits et disciplines scolaires*, (133-134), 101-123.
- LANGE, J.-M., & Munier, V. (2019). Interdisciplinarités : rencontres entre les disciplines, enjeux, dispositifs, freins et leviers. *RDST*, (19), 9-20.
- LAMARCK, J.-B. (1809). *Philosophie zoologique*. Paris : Musée d'Histoire Naturelle.
- LARIVAILLE, P. (1973). *Perspectives et limites d'une analyse morphologique du conte. Pour une révision du schéma de Propp*. Nanterre : Université Paris X.
- LECOINTRE, G. (2018). *Savoirs, opinion, croyances*. Paris : Belin.
- LECOINTRE, G. (2009). Récit de l'histoire de la vie ou De l'utilisation du récit. Dans T. Heams, P. Huneman, G. Lecoindre & M. Silberstein (éds.) : *Les mondes darwiniens. L'évolution de l'évolution* (p 381- 408). Paris : Syllepse.
- LECOURT, D. (2006). *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. Paris : Presses Universitaires de France.
- LEGRAND M. (1996). La problématique des situations fondamentales. *Repères-IREM*, (27), 81-125.
- LÉONTIEV, A. (1975). *L'Homme et la culture*. Collection Sport et développement humain. Paris : Éditions sociales.
- LEWIS, D. (1978). Truth in Fiction. *American Philosophical Quarterly*, 15 (1), 37-46.
- LIGOZAT, M. & MARLOT, C. (2016). Un espace interprétatif partagé entre l'enseignant et le didacticien est-il possible ? Dans F. Ligozat, M. Charmillot & A. Muller (éds.), *Le partage des savoirs dans le processus de recherche en éducation* (p. 143-163). Bruxelles : De Boeck.
- LINNÉ, C. (1753). *Species plantarum*. Stockholm : Lars Salvius.
- LHOSTE Y., & GOBERT J. (2009). L'espèce, outil/obstacle pour comprendre l'évolution des espèces : l'exemple d'une problématisation scolaire en première ES. *6^e rencontres scientifiques de l'ARDIST*, Nantes, 14-19 octobre 2009.
- LHOSTE, Y., BOIRON, V., JAUBERT, M., ORANGE, C., & REBIERE, M. (2011). Le récit : un outil pour prendre en compte le temps et l'espace et construire des savoirs en sciences ? *RDST*, (4), 57-82.
- LHOSTE, Y., & PETERFALVI, B. (2012). How to help Pupils to build up Scientific Problems in Biology Lessons. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (éds.), *Science Learning and Citizenship* (Part 3, p. 170-178). Lyon : European Science Education Research Association.
- MADLRIEUX, S. (2010). Le pragmatisme et les variétés de l'expérience. Dans L. Perreau (éd.), *L'expérience* (p. 111-131). Paris : Vrin.
- MALPIGHI, M. (1675). *Anatomia Platarum*, Londres: J. Martyn.
- MAYR, E. (1989). *Histoire de la biologie*. Paris: Fayard

- MAYR, E. (1942). *Systematics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press.
- MARTINAND, J.-L. (1989). Pratiques de références, transposition didactique et savoirs professionnels en sciences et techniques. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, (2), 23-29.
- MAUPERTUIS, P.-L. (1744). *Vénus physique*. Gand : Université de Gand.
- MENDEL, G. (1866). *Versuche über Pflanzen-Hybriden*. Brünn : Verlage des Vereines
- MEYER, M. (1992). *Langage et littérature*. Paris : Presses Universitaires de France.
- MONTEIL, J.-M. (1993). *Soi et le contexte : constructions autobiographiques, insertions sociales, performances cognitives*. Paris : Colin.
- MONTPIED, P., HIOLE, V., GRAS, R., & TIBERGHEN, A. (2011). Profils d'attitudes et orientations motivationnelles : les dynamiques d'engagement à l'égard des sciences chez des élèves de troisième, de seconde et de première. *Éducation et didactique*, (5-1), 45-70.
- MONTPETIT R. (2003). L'exposition, un geste envers les visiteurs. *Médiamorphoses*, (9), 31-35.
- MOULIN, M. (2014). *Inscription du récit dans le milieu en résolution de problèmes de mathématiques : Études des contraintes didactiques, des apports et des limites dans la construction de raisonnement*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université Claude Bernard, Lyon 1.
- NAUDIN, (1862). *Nouvelles recherches sur l'hybridité des végétaux*, Paris : Cambridge University Library.
- NEGRETE, A., & LARTIGUE, C. (2004). Learning from education to communicate science as a good story. *Endeavour*, 28, (3), 120-124.
- N'KAOUA, B., & CLAVERIE, B. (1991). Effet de position sérielle en reconnaissance d'images : approche psychophysique des processus de récence et de primauté. *L'année psychologique*, 91, (3), 329-346.
- NOT, L. (1979). *Les pédagogies de la connaissance*. Toulouse : Privat.
- NYBERG, E., & ANDERSSON, B. (2004). Elementary school students' understanding of life cycles. In M. Ergazaki, J. Lewis & V. Zogza (eds.), *Trends in biology education research in the new biology era. Proceedings of the Vth Conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB)*. Patras : Patras University Press.
- ORANGE C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, (35), 1, 25-42.
- ORANGE, C. (2000). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : Le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen, *Aster*, (37), 83-107.
- ORANGE C. (1997) - *Problèmes et modélisation en biologie : quels apprentissages pour le lycée?* Paris : Presses Universitaires de France.
- ORANGE, C. & ORANGE, D. (1995). Géologie et Biologie : analyse de quelques liens épistémologiques et didactiques. *Aster*, (21), 27-49.

ORANGE RAVACHOL, D. (2017). Récits des élèves et récits scientifiques dans les sciences de la nature. *Cahiers de la narratologie*, (32), [en ligne]. <https://journals.openedition.org/narratologie/7838>

ORANGE RAVACHOL, D. (2010). *Problématisations fonctionnaliste et historique dans la construction de savoirs et les apprentissages en sciences de la terre et de la vie : entre continuité phénoménale et discontinuité événementielle*. Mémoire d'Habilitation à Diriger de Recherches. IUFM des Pays de la Loire, Université de Nantes.

ORANGE RAVACHOL, D. (2007). Des mises en histoire aux savoirs scientifiques : le cas de lycéens confrontés à quelques problèmes de tectonique des plaques. *Aster*, (44), 41-68.

ORANGE RAVACHOL, D. (2005). Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en Sciences de la Terre chez les chercheurs et chez les lycéens. *Aster*, (40), 177-204.

ORANGE RAVACHOL, D., & BEORCHIA, F. (2011). Principes structurants et construction de savoirs en sciences de la vie et de la Terre. *Éducation et didactique*, 5 (1), 7-28.

ORANGE RAVACHOL, D., & GUERLAIS, M. (2005). Construction de savoirs et rôle des enseignants dans une situation de « débat scientifique » à l'école élémentaire : comparaison de deux cas. *Actes du 5ème Colloque International Recherche(s) et Formation*. Nantes, 14- 15-16 février 2005.

ORANGE RAVACHOL, D., & LE MAREC, Y. (2009). La construction et l'interprétation des traces en Histoire et en sciences de la Terre. *Actes du 1er colloque international de l'Association pour des Recherches Comparatistes en Didactique (ARCD) « Où va la didactique comparée ? Didactiques disciplinaires et approches comparatistes des pratiques d'enseignement et d'apprentissage*, 15-16 janvier 2009. Genève : Suisse.

PATRON, S. (2019). Récits non naturels, narratologie non naturelle : apports, problèmes et perspectives. *Pratiques : le récit en question*, (181-182), [en ligne]. <http://journals.openedition.org/pratiques/5726>

PAU-CUSTODIO, I., BRUGUIERE, C., & MARQUEZ BARGALO, C. (2019). La lecture d'un roman de fiction-réaliste selon un point de vue socio-scientifique : analyse didactique d'un dispositif interdisciplinaire. *RDST*, (19), 21-47.

PAULIN, F., CHARLAT, S., & TRIQUET, E. (2018). Les sciences historiques : un impensé épistémologique dans l'enseignement de l'évolution. *Recherches en éducation* (32) [en ligne]. <http://journals.openedition.org/ree/>

PETERFALVI, B. (2001), *Obstacles et situations didactiques en sciences : processus intellectuels et confrontations. L'exemple des transformations de la matière*, Thèse de doctorat en sciences de l'Éducation, Université de Rouen, non publiée.

PIAGET, J. (1967). *Essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs*. Paris : Gallimard.

PITRAT J. (1986). Connaissances et métaconnaissances. Dans J.-L. Lemoigne (éd.), *Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence*. Paris : Fayard.

POPPER, K. (1985). *Conjectures et réfutations. La croissance du savoir scientifique*. Paris : Payot.

POPPER, K. (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier

- PREVOST, J.-L., & DUMAS, J.-B. (1824). *Nouvelles théories de la génération*, Tome 1. *Annales des Sciences naturelles*. Paris : Masson.
- PROPP, V. (1965). *Morphologie du conte*. Paris : Seuil.
- QUINTE, J. (2016). *Cycle de la vie des plantes à fleurs - lebenszyklus der blütenpflanzen : étude comparative des conceptions d'élèves en Alsace et au Baden-Württemberg*. Thèse de doctorat, soutenue le 01-09-2016, à Strasbourg. Université de Strasbourg et Pädagogische Hochschule de Karlsruhe. En ligne : <https://publication-theses.unistra.fr/public/theses_doctorat/2016/Quinte_jana_2016_ED519.pdf>
- QUINTE, J. (2020). Conceptions d'élèves au sujet du cycle de vie des plantes à fleurs : approche comparative franco-allemande. *RDST*. (21), 135-162.
- RASTIER, F. (2000). Problématiques du sens et de la signification. Dans J.-M. Barbier & O. GALATANU (éds), *Signification, sens, formation* (p. 5-24). Paris : Presses Universitaires de France.
- RAY, J. (1682). *Methodus Plantarum Nova*.
- REUTER, Y. (2019). Des récits et des élèves. *Pratiques : le récit en question*, (181-182), [en ligne]. <http://journals.openedition.org/pratiques/5971>.
- REUTER, (2001). Comprendre, interpréter en situation scolaire. Retour sur quelques problèmes. Dans C. Tauveron (éd), *Comprendre et interpréter le littéraire à l'école et au-delà* (p. 69-79). Paris : INRP.
- REUTER, Y. (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- SAGERET, A. (1826), Considération sur la production des hybrides, des variantes et des variétés en général. *Annales des Sciences naturelles*, (1), T 8.
- RICŒUR, P. (2000). *La mémoire, l'histoire et l'oubli a fait figure d'événement*. Paris, Seuil.
- RICŒUR, P. (1986). *Du texte à l'action. Essai d'herméneutique, II*. Paris : Seuil.
- RICŒUR, P. (1984). *Temps et Récit II. La Configuration du temps dans le récit de fiction*. Paris : Seuil.
- RICŒUR, P. (1985). *Temps et Récit III. Le temps raconté*. Paris : Seuil.
- RICŒUR, P. (1983). *Temps et récit I. L'intrigue et le récit historique*. Paris : Seuil.
- RICŒUR, P. (1965). *De l'interprétation. Essai sur Freud*. Paris : Seuil.
- SALMON, C. (2007). *Storytelling. La machine à fabriquer les images et à formater les esprits*. Paris : La Découverte
- SCHMEHL-POSTAI, A., SIMON, F., & HUCHET, C. (2014). Entrer dans l'album *L'intrus* de C. Boujon en Grande Section de maternelle : une situation potentielle de problématisation. *Repères*, (50), 131-156.

- SELOSSE, M. A. (2008). Que sont devenus animaux, végétaux et champignons ? Dans R. Prat, A. Raynal-Roques & A. Roguenant, *Peut-on classer le vivant ? Linné et la systématique aujourd'hui* (p. 225-233). Paris : Belin.
- STENGERS, I., & BENSAUDE-VINCENT, B. (2003). *100 mots pour commencer à penser les sciences*. Paris : Les empêcheurs de penser en rond/Le Seuil.
- SOUDANI, M., HERAUD J.-L., SOUDANI-BANI, O., & BRUGUIERE, C. (2015). Mondes possibles et fiction-réaliste. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire. *RDST*, (11), 135-159
- TRIQUET, É. (2007). Élaboration d'un récit de fiction et questionnement scientifique au musée. *Aster*, (44), 107-134.
- TRIQUET, É. (2005). *La littéracie muséale; nouvelles approches, nouvelles perspectives*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bourgogne, Dijon.
- TRIQUET, É., & BRUGUIERE, C. (2014). Album de fiction, obstacles sur la métamorphose et propositions didactiques. *RDST*, (9), 51-78.
- TRIQUET, É., DEROLEZ, S., HERAUD, J.-L., & LAUTESSE, P. (2014). *Récits fictionnels de voyage : explorer des mondes inconnus par la pensée scientifique*. Communication présentée à la 7th Narrative Matters Conference, Paris.
- TRIQUET, É., NGUYEN, C., CHOUTEAU, M., & BRUGUIERE, C. (2015). Quelle place pour les sciences et les techniques dans des récits collectifs. Le cas du jeu « Mène l'enquête ». *Actes du colloque international « La culture scientifique en mouvement : formes de mobilisation, contextes culturels et politiques, liens sociaux »*, Science and You 2015, Nancy, France.
- TUAILLON-COMBES, J. (2018). *De l'effet mémoire aux alliages cœur-coquilles dans les agrégats à base de cobalt et de nickel. Le choix de Louis Néel, le récit de fiction, ouverture vers l'histoire et la didactique des sciences*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Lyon 1.
- VALLERAND, R.-J., Blais, M.-R., & Pelletier, L.-G. (1989). Construction et validation de l'échelle de Motivation en Éducation (ÉMÉ). *Revue canadienne des Sciences du comportement*, 21 (3), 324-349.
- VENTURINI, P. (2007). *L'envie d'apprendre les sciences*. Paris : Fabert.
- VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques*, 10, 2-3, 133-170.
- VEYNE, P. (1971). *Comment on écrit l'histoire*. Paris : le Seuil.
- VEZIER, A., & DOUSSOT, S. (2019). *Les pratiques de récit pour penser les didactiques. Dialogue entre histoire et autres disciplines*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- VIENNOT, L. (1993). Temps et causalité dans les raisonnements des étudiants en physique. *Didaskalia*, (1), 13-27.

VIENNOT, L. (2003). Raisonnement commun en physique : relations fonctionnelles, chronologie et causalité. Dans L. Viennot & C. Debru. *Enquête sur le concept de causalité*. Paris : Presses Universitaires de France.

VIENNOT, L. (2007). La physique dans la culture scientifique : entre raisonnement, récit et rituels. *Aster*, (44), 23-40.

VYGOTSKY, L. S. (1985). *Pensée et langage*. Paris : Éditions sociales.

WEISSER, M. (2006). *La construction du sens par le sujet apprenant*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Haute Alsace, Mulhouse.

WEISMANN, A. (1889). *Essays Upon Heredity and Kindred Biological Problems: Authorized Translation*. Oxford, Clarendon press.

RÉSUMÉ

Nous nous demandons, dans ce mémoire, en quoi l'élaboration par les élèves d'un récit de fiction peut être propice à la construction de savoirs scientifiques et de démarches qui y sont associées. Nous interrogeons donc le processus à l'œuvre lors de la mise en récit que nous nommons narration conceptualisante. Après avoir approfondi, dans la première partie, les cadres théoriques nécessaires à notre réflexion, nous traitons de la méthodologie de recherche dans la deuxième partie. L'analyse des résultats, dans la troisième partie, montre qu'au cours de cette narration conceptualisante les élèves mobilisent des éléments de savoir issus des enseignements et de leur vécu, les intègrent et les reconfigurent à la faveur de raisonnements argumentés scientifiquement pour construire des savoirs. La quatrième partie met en évidence le potentiel motivationnel de la mise en récit qui permet aux élèves de prendre appui sur les nécessités de l'intrigue pour s'engager cognitivement dans des raisonnements scientifiques. Les conditions de mise en œuvre de cette narration conceptualisante sont alors identifiées, telles que l'importance d'un arrière-plan portant sur les contenus scientifiques et sur les constituants d'un récit, ainsi que la prise en compte des composants de l'intrigue suggérés par les élèves pour asseoir les raisonnements. Ces raisonnements peuvent être développés par les élèves et déboucher sur la consolidation ou la construction de savoirs dans la mesure où ils mobilisent des problèmes scientifiques pouvant servir l'intrigue. De nouvelles perspectives de recherche sont envisagées à partir de ce travail, en particulier l'approfondissement de la construction de savoirs apodictiques par les élèves au cours de la mise en récit. La conception et l'expérimentation de nouveaux dispositifs didactiques pourraient aussi permettre d'étudier plus finement l'accompagnement de l'enseignant amenant les élèves à prendre appui sur les composants de la fiction pour identifier des problèmes scientifiques sous-jacents et à stabiliser scientifiquement les savoirs ayant émergé de la mise en récit.

Mots clés : récit, didactique des sciences, savoirs, narration conceptualisante

ABSTRACT

In this study, we wonder how the development by students of a fictional narrative can lead to the building of scientific knowledge and linked approaches. We therefore question the process during the narrative development that we call conceptualizing narration. After having deepened, in the first part, the theoretical frameworks necessary for our reflection, we deal with the research methodology in the second part. The analysis of the results, in the third part, shows that during this conceptualizing narration the students mobilize elements of knowledge from the teachings and their experiences, integrate and reconfigure them in favour of scientifically argued reasoning to build knowledge. The fourth part highlights the motivational potential of the narrative development that allows students to rely on the needs for the plot to engage cognitively in scientific reasoning. The conditions of implementation of this conceptualizing narration are then identified, such as the importance of a background on scientific content and on the constituents of a narrative, as well as the consideration of the components of the plot suggested by the students to establish the reasoning. These reasoning can be developed by students and lead to the consolidation or construction of knowledge to the extent that they mobilize scientific problems that can serve the plot. New research perspectives are envisaged from this work, in particular the deepening of the construction of apodictic knowledge by students during the narrative development. The design and experimentation of new didactic devices could also make it possible to study more finely the accompaniment of the teacher leading the pupils to take advantage of the components of the fiction to identify scientific problems and to stabilize the knowledge that emerged from the narrative development.

Key words: narrative, didactic of sciences, knowledge, conceptualizing narration