

La sémiotisation du temps des processus biologiques : enquête didactique en contexte préscolaire

Corinne MARLOT

Université d'Auvergne-Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, laboratoire PAEDI

Florence LIGOZAT

Université de Genève, faculté de psychologie et des sciences de l'éducation

RÉSUMÉ • Cet article explore comment le choix et l'usage, par le professeur, de représentations graphiques – appelées ici systèmes sémiotiques – influent sur l'accès à la notion de processus biologique, pour les élèves d'une école maternelle française et d'une école enfantine genevoise. Il montre que les projets d'enseignement des deux professeurs engagent les élèves dans des démarches contrastées qui croisent divers domaines d'activité, notamment ceux de la découverte du monde vivant, de la maîtrise de la langue et de la socialisation. Les différences observées, si elles tiennent au choix des supports iconographiques et à la façon dont le professeur organise leur mise en discours, s'articulent à des déterminants de plus vaste portée, concernant la transposition des savoirs et des pratiques scientifiques dans chacun des contextes institutionnels considérés. À travers l'étude d'un processus biologique, il s'avère que ces déterminants prennent une part de responsabilité dans la construction de la notion de « temps théorique » chez le jeune élève.

MOTS-CLÉS • Processus biologique, durée, système, sémiotique, didactique, école maternelle.

1. Problématique

Notre travail se situe dans le cadre général des recherches en didactique des sciences quand elles tentent d'élucider les conditions de l'apprentissage scientifique chez de jeunes élèves. Dans ce travail, nous cherchons à saisir ce qui pourrait faciliter l'accès à la construction d'un espace de problématisation entre le domaine des faits empiriques et celui des modèles théoriques (Martinand, 1986 ; Orange, 1997, 2003, 2007 ; Tiberghien *et al*, 2007) pour permettre, de manière spécifique, la construction de la notion de processus biologique. Cette étude nous

place donc délibérément du côté de l'étude des conditions de l'apprentissage du raisonnement scientifique.

La construction de *la temporalité qui intervient dans le processus de développement d'un être vivant* nous paraît être un candidat intéressant pour examiner comment s'opère justement la spécification du raisonnement scientifique en maternelle. Dans ce travail, nous nous intéressons particulièrement à la façon dont les écrits scientifiques en tant que systèmes sémiotiques (Schneeberger & Vérin, 2009) participent de cette construction du temps, tout en autorisant le dialogue entre différents registres, empiriques et théoriques.

Pour autant, ce travail relève aussi d'un programme plus large de recherche en didactique comparée (au sens de Mercier, Sensevy & Schubauer-Léoni, 2002). Si cette dernière est souvent comprise comme une incontournable mise en perspective de pratiques didactiques et processus transpositifs relevant de domaines disciplinaires distincts, nous considérons que son spectre d'étude se doit aussi d'interroger les processus de disciplinarisation des enjeux de savoir à l'école, c'est-à-dire comment certaines catégories de pensée sont progressivement mises en cohérence par les sujets pour pouvoir comprendre le monde qui les entoure (Amigues & Zerbato-Poudou, 2000). Pour ce faire, il y a un certain intérêt à examiner les contenus véhiculés dans des pratiques didactiques ordinaires en vigueur dans les premières étapes de la scolarisation, au moment où les frontières disciplinaires ne sont pas encore fortement définies.

En choisissant d'observer d'une part comment une enseignante de classe maternelle française (3-4 ans) déploie la temporalité du développement du poussin dans l'œuf de poule¹ et, d'autre part, comment une enseignante de classe enfantine genevoise (4-6 ans) reconstruit certaines étapes du cycle de vie de la fourmi², nous nous proposons de confronter les modes de construction de processus temporalisés dans *des formes scolaires culturellement marquées par des projets éducatifs distincts*, mais dans le cadre d'un même domaine de savoir.

2. Cadre théorique et méthodologique

2.1 La liaison processus et durée

Un cycle de vie peut être pensé comme un processus dynamique, au sens d'un enchaînement organisé et ordonné de faits ou de phénomènes, répondant à un certain schéma et aboutissant à un résultat déterminé. Pour autant, par son caractère

1 Cette partie des données s'appuie sur une recherche réalisée en partenariat entre un professeur de SVT et un professeur maître formateur de l'IUFM d'Auvergne, Joëlle Perbet, qui a réalisé le recueil de données. Que ces personnes soient ici remerciées.

2 Cette partie des données s'appuie sur des observations réalisées dans le cadre des travaux du réseau Maison des petits à Genève (plan 2009-2013). Que cette institution soit ici remerciée, ainsi que Laurent Dubois, chargé d'enseignement en didactique des sciences à la faculté de psychologie et des sciences de l'éducation (FSPSE), qui a contribué au recueil et à la discussion des données genevoises.

complexe, l'activité d'un processus ne peut être expliquée par la simple description d'éléments matériels en interaction. Il est nécessaire de faire appel à la notion de temps et à celle d'émergence en tant qu'apparition de nouvelles propriétés comme, par exemple, le passage d'un insecte de l'état de larve à celui de nymphe.

C'est là que nous touchons à la spécificité des sciences de la vie, dans le rapport particulier qu'elles entretiennent au temps et que Bergson (1963) traduit ainsi :

« En d'autres termes, la connaissance d'un être vivant ou d'un *système naturel* est une connaissance qui porte sur l'intervalle même de durée, tandis que la connaissance d'un *système artificiel* ou mathématique ne porte que sur l'extrémité. » (p. 512-513).

La connaissance d'un processus naturel s'appréhende donc tout autant par l'idée de succession que par celle de durée. Pourtant, alors qu'il semble aisé de mesurer la succession du temps en comptant un certain nombre d'intervalles, de phases ou de moments, il semble beaucoup plus difficile de faire concevoir et exprimer la notion de durée, dans sa dimension objective. En effet, la durée ne présente pas de caractère concret qui soit immédiatement accessible aux sens, comme pourraient l'être certaines caractéristiques spatiales et structurales des éléments du réel.

Sur le plan psychologique, Fraisse (1967) développe l'idée que « l'enfant a des intuitions de la durée, celle-ci se révélant à lui sous la forme primitive d'un intervalle qui contrarie l'accomplissement de ses désirs » (p. 297). Il propose ainsi une distinction entre « horizon temporel » et « notion de temps », l'enfant pouvant avoir un horizon temporel, des sentiments de temps, apprécier la durée, avant de concevoir la notion de temps et être capable de constructions opératoires.

D'un point de vue épistémologique, rappelons Gonsseth (1964) qui distingue un *temps intuitif* (subjectif), dépendant des conditions matérielles, sociales et psychologiques dans lesquelles il est expérimenté par les sujets ; un *temps mesuré* (objectif) qui ne peut être pensé sans une méthode instrumentale pour le saisir ; un *temps mathématique* modélisable par une structure d'ordre (origine, suite illimitée de points désignant des intervalles dont on peut régler la longueur) analogue à un modèle géométrique et enfin, un *temps symbolique* cristallisé dans les formes du langage (mode et flexion des verbes, adverbess, etc.) et les systèmes sémiotiques qui se font la mémoire d'événements temporalisés (signes iconiques, digitaux, etc.). Nous faisons l'hypothèse que l'étude des processus de développement des êtres vivants convoque nécessairement ces différentes formes de temps, de manière concomitante ou alternative, pour construire un temps « théorique » fondé dans la dialectique de *la permanence et du changement*.

Aussi notre étude s'attache-t-elle à comprendre comment ces différentes formes de temps coexistent, dans les pratiques didactiques d'articulation des faits empiriques à l'univers des modèles propres aux savoirs scientifiques, et quelles sont les conditions d'accès à ces formes de temps pour les élèves, à travers les systèmes sémiotiques convoqués.

2.2 Outils d'analyse

2.2.1 La problématique de l'action conjointe en didactique

Ce travail prend place dans une étude beaucoup plus étendue (dans le temps et l'espace) dont l'objet tient aux conditions d'émergence du raisonnement scientifique chez de jeunes élèves. Dans ce contexte de recherche, les méthodes développées visent l'intelligibilité des pratiques enseignantes et l'explicitation de certaines de leurs déterminations. Ces méthodes travaillent à la description fine de l'action conjointe professeur/élèves. Dans la logique des didactiques disciplinaires, la problématique de l'action conjointe a émergé en réponse au constat que l'on ne peut comprendre l'action du professeur dans la classe (et donc les processus de ré-actualisation des savoirs dans un projet d'enseignement spécifique), sans décrire les modes de participation des élèves (Schubauer-Leoni & Leutenegger, 2002). En ce sens, l'action conjointe entre le professeur et les élèves doit être considérée comme constitutivement coopérative, bien que fondamentalement dissymétrique. La notion clé que constitue le *contrat didactique*, comme système d'attentes réciproques entre le professeur et l'élève à propos d'un enjeu de savoir, est réinterprétée comme une interdépendance de buts entre les participants, et un *ajustement permanent de leurs lignes d'action* au travers des transactions didactiques (Sensevy & Mercier, 2007 ; Marlot, 2008). En choisissant l'action comme unité d'analyse, et non plus seulement les interactions didactiques *hic et nunc*, nous tentons de nous donner les moyens de relier la nature des significations émergeant dans les échanges de classe à leurs conditions institutionnelles de production, existant à différents niveaux de réalité de l'activité didactique³. Pour cet article, nous modélisons la dynamique de la co-construction de significations dans l'action conjointe, à l'aide d'un *triplet de genèses* qui permet de saisir à la fois la nature des relations épistémiques construites par rapport à un système d'objets qui constitue la référence de l'action conjointe (mesogenèse) et les mécanismes du contrôle social de la construction de cette référence dans la classe (chronogenèse et topogenèse), au sens de Ligozat et Leutenegger (2008).

Le professeur participe à ce contrôle social, à travers une structure d'action quaternaire (définir, dévoluer, réguler l'incertitude et instituer) dont les éléments précurseurs ont été formalisés dans la théorie des situations didactiques en mathématiques (Brousseau, 1986). Ces catégories génériques de l'action didactique conjointe sont utilisées dans nos analyses pour décliner les composantes spécifiques des situations d'enseignement/apprentissage que nous étudions.

Cette méthode d'analyse, qui utilise des catégories de description très fines, nous permet de procéder à des formes d'analyse ascendantes⁴, où la question

3 À savoir le texte oral de l'action *in situ*, mais également celui de l'action pré-figurée dans les textes institutionnels (Ligozat, 2010).

4 Ce sont les données qui donnent forme aux questions de recherche, mais celles-ci sont dans le même temps orientées par le cadre théorique d'analyse des chercheurs.

générale des conditions de la construction du raisonnement scientifique, chez le jeune élève, va se trouver spécifiée en fonction des données recueillies. Ainsi, dans le cours de nos analyses, les données recueillies se sont révélées aptes à documenter la sémiotisation du temps dans l'étude des processus biologiques en jeu. Cette remarque liminaire vise à préciser au lecteur que le travail présenté ici ne peut être séparé du contexte de recherche plus vaste dans lequel il prend place. La question de la construction du rapport au temps en sciences, traitée ici, est une spécification de la question plus générique de la construction du raisonnement scientifique.

2.2.2 La modélisation de l'espace des contraintes dans l'étude scientifique

Les travaux d'Orange (2003, 2007) assimilent l'apprentissage scientifique à la possibilité pour les élèves, de produire des savoirs dits « raisonnés », c'est-à-dire organisés par des nécessités. À sa suite, et selon Tiberghien, Buty & Le Maréchal (2005), nous considérons que les conditions de l'émergence de formes de raisonnement scientifique relèvent de la possibilité de faire dialoguer deux types de registre : le registre empirique, qui est celui des phénomènes et des faits qui sont retenus comme pertinents, et le registre des théories et des modèles, qui est celui des connaissances scientifiques disponibles à un moment donné, dans un contexte donné. La mise en tension de ces deux registres, par le professeur, construit un espace de problématisation qui doit permettre aux élèves de produire des éléments de réponse à la question générique : « dans quelle mesure et à quelles conditions ce phénomène décrit ou observé, est-il possible ? ».

Les systèmes sémiotiques, tels que les différents schémas, dessins, photographies, calendriers, rencontrés dans cette étude, peuvent se distinguer selon ces deux registres. Dans la mesure où nous étudions ici les conditions de la mise en œuvre du raisonnement scientifique chez les élèves, nous nous attachons à analyser la façon dont les professeurs organisent le dialogue entre ces différents systèmes sémiotiques, selon qu'ils relèvent du registre empirique ou du registre des modèles, favorisant ainsi la construction de la notion de temps « théorique ». En effet, le choix et l'usage de certains systèmes sémiotiques plutôt que d'autres, l'ordre dans lequel ils vont être présentés et utilisés par les élèves, convoquent une ou plusieurs « formes de temps » (au sens de Gonthier, 1964), à l'exclusion des autres. Nous faisons l'hypothèse que l'émergence chez les jeunes élèves, de la liaison « processus-durée » ou encore « processus-chronologie », aura plus ou moins de chance de s'actualiser selon la manière dont le professeur articulera les éléments du registre empirique avec les éléments du registre des modèles.

2.3 Les études de cas au service de la comparaison en didactique : quelques considérations méthodologiques

Sur le plan méthodologique, nos analyses mettent en perspective des études de cas (Passeron & Revel, 2005), qui font appel à des observations réalisées dans deux pays francophones différents et qui reposent par conséquent sur des

« traditions » d'enseignement non superposables. Nous provoquons un contraste méthodologique qui vise à mettre en évidence des manières de faire naturalisées à propos de la construction du temps propre aux processus biologiques en jeu dans chacun des systèmes. Ainsi, les présupposés de la comparaison reposent sur une élucidation des contrastes par constat de différences et similarités, plutôt que sur une symétrie qui serait établie *a priori* par un mode de production des données *ad hoc*.

D'une façon plus générale, notre intention n'est pas de produire une généralisation à partir de cas isolés, mais bien d'établir progressivement des « collections » de cas, selon le raisonnement à partir d'un prototype.

Pour chacun des cas, le processus d'analyse procède en deux étapes bien distinctes. Dans un premier temps, il s'agit de comprendre comment la notion de temps est dans le projet d'enseignement du processus biologique, en prenant appui sur des éléments de préparation fournis par le professeur. Un *synopsis* de la séquence est alors construit à partir des « grandes » unités d'action qui apparaissent comme étant sous le contrôle du professeur. Ce travail relève d'une description macroscopique de la logique de la séquence (au sens de Tiberghien *et al.*, 2007), qui doit nous permettre de procéder à une *analyse raisonnée de la situation de l'action* (au sens de Sensevy, 2007). Il s'agit de comprendre quelles sont les contraintes et les ressources de la situation, du point de vue du savoir en jeu (les étapes du processus de maturation d'un être vivant) et du point de vue de ces jeunes élèves aux prises avec la difficile appréhension de la notion de durée⁵. Dans un second temps, et à la lumière de cette première analyse, nous sélectionnons un (ou des) épisode(s) dans les transactions observées en classe, parce que nous les jugeons suffisamment significatifs par rapport à notre problématique de recherche, à savoir les conditions de (re)construction de la temporalité inhérente aux processus biologiques à partir des systèmes sémiotiques.

Autant le synopsis de la séquence présente le projet d'enseignement tel qu'il peut être anticipé par le professeur, autant le contenu des épisodes des événements émergents et leur délimitation est le plus souvent le fait de l'analyse du chercheur. Les hiatus qui se produisent dans les échanges entre professeur et élèves sont des marqueurs de l'établissement d'équilibres nouveaux. Pour comprendre et expliquer les choix du professeur en situation, nous référons notre analyse à des éléments de contexte comme à des événements antérieurs ou postérieurs, d'où la nécessité de pouvoir relier différentes échelles temporelles de saisie de l'action. En effet, après avoir présenté successivement ces deux analyses pour chacun des deux

5 Pour autant, nos études de cas, si elles concernent toutes deux l'étude d'un processus de maturation, celui-ci prend chaque fois une forme très différente : dans le cas de l'œuf de poule, il s'agit d'un processus unique de développement qui se déroule dans un temps linéaire ; dans le cas du cycle de vie de la fourmi, il s'agit d'un même processus de transformation qui recommence (œuf/larves/nymphes/adultes). Toutefois, nous avons fait le choix de ne pas traiter ici de cette spécification pour nous nous intéresser à ce qui nous apparaît comparable pour chacun des deux cas : la mise au jour de la notion de processus biologique.

professeurs étudiés, nous tentons une mise en regard des pratiques, afin de mieux saisir les formes du temps mobilisées par les différents systèmes sémiotiques convoqués par les professeurs.

3. Le cas de « la couvaison » dans la classe maternelle française (classe de Lucie)

3.1 Analyse raisonnée de la situation de l'action

Le synopsis ci-dessous reprend l'ensemble des 10 séances qui correspondent à la séquence mise en œuvre par Lucie (LU) dans sa classe de petite section de maternelle, entre fin février et fin mars. L'épisode analysé appartient à la séance n° 7. Il est à noter que les séances 5, 6 et 7 se sont déroulées de la même manière trois semaines de suite (à raison d'une fois par semaine). Dans le cadre de cette étude, seule la troisième reprise a été analysée. Ce synopsis a été réalisé à partir de la fiche de préparation fournie par le professeur (tableau 1).

La séance n° 7, présentée dans cet article, donne lieu à une focalisation de la classe pendant un temps très court, sur le processus de développement du poussin. Le professeur, dans la fiche de préparation de la séquence, précise qu'une fois par semaine, les élèves *vont regarder le document de référence* [le schéma du développement du poussin en quatre étapes] *et faire des hypothèses sur ce qui doit être en train de se passer à l'intérieur des œufs incubés dans la couveuse*. Pour ce faire, les élèves disposent du schéma : les (4) étapes du développement du poussin (SS2⁶), d'un calendrier de suivi de l'incubation (SS3), d'images affichées de la poule qui pond (SS1a) et du poussin qui brise sa coquille (SS1b) et du dispositif expérimental que représente la couveuse elle-même, avec les œufs à incuber. Le processus de développement du poussin doit donc être construit comme une réponse à la question de la discontinuité entre l'œuf et le poussin, pris comme des objets ontologiquement distincts et correspondant à des instants différents dans un processus temporel. Pour ce faire, le raisonnement doit remonter de l'effet attendu (l'éclosion et la naissance du poussin) à la cause (la ponte et en amont la fécondation) et inversement, en prenant appui sur les deux systèmes sémiotiques SS2 (les phases de développement du poussin) et SS3 (l'instrument de suivi de l'incubation). Ces deux systèmes sémiotiques ont pour fonction de permettre aux élèves de produire des inférences sur ce qui se passe à l'intérieur de l'œuf pendant la durée de l'incubation. Les différents supports écrits manipulés par la classe cristallisent cependant certains obstacles constitutifs de l'apprentissage visé, dont celui qui tient à l'appréhension de la continuité temporelle entre deux états matérialisés dans des espaces graphiques différents (les deux photographies de la poule qui pond et du poussin en train d'éclore). Le schéma du développement du poussin en quatre étapes est censé « combler ce vide de temps et d'espace »

6 SS2 = système sémiotique n° 2 (SS3 = système sémiotique n° 3, etc.).

et rétablir la continuité du processus. Pour autant, les très jeunes élèves vont devoir alors se confronter à d'autres difficultés :

- la prise en considération l'objet « œuf » comme un tout, avec néanmoins la distinction entre les deux facettes que sont l'intérieur et l'extérieur ;
- la nécessité de faire des inférences sur le processus de transformation interne qui n'est pas visible ;
- le rôle et le statut du schéma fonctionnel comme « modèle » du développement ;
- la relation entre l'œuf représenté par le schéma, l'œuf des deux affiches (couvaion et éclosion) et l'œuf (les œufs) dans la couveuse de la classe.

Séance	Unités d'actions dans la séquence « poule et poussin » en petite section de maternelle
1	Introduction du thème – Dévoilement de la « surprise » (la poule dans sa cage) et observation des réactions des élèves afin de prévoir les activités en liaison avec certains obstacles repérés – Conduite d'un questionnaire qui vise à distinguer cette poule des autres poules et à spécifier son mode d'alimentation
2	Débat sur l'origine du poussin – Proposition aux élèves d'images et d'albums documentaires pour soutenir les échanges
3	Identification des caractéristiques de la couvaion – Organisation d'un échange argumenté soutenu par des ressources documentaires variées, pour faire apparaître les caractéristiques de la couvaion chez la poule (chaleur, obscurité, humidité, durée et « retournement » régulier des œufs). – Proposition par le professeur du dispositif artificiel de la couveuse de manière à « remplacer » la poule.
4	Mise en place du protocole expérimental – Marquage des œufs : un rond bleu d'un côté et un rond rouge de l'autre. – Retournement des œufs dans la couveuse, 2 fois par jour, par un élève avec le professeur – Report de l'opération avec une gommette sur le calendrier conçu à cet effet. – Vérification de la température ainsi que de la présence d'eau
5, 6, 7	Production d'hypothèses – Observation, une fois par semaine, du schéma qui représente, selon 4 étapes, le développement du poussin à l'intérieur de l'œuf et formulation d'hypothèses sur « ce qu'il doit se passer à l'intérieur ». Lors de chacune de ces 3 séances, c'est l'ensemble des 4 étapes qui est proposé aux élèves.
8	Observation de l'éclosion – Expression des signes de changement à la surface de la coquille
9	Comparaison de l'autonomie à la naissance entre le poussin et le nourrisson humain
10	Évaluation – Choix entre 3 histoires sous forme d'images séquentielles : choisir l'histoire « possible » (poule et coq + couvaion) et barrer les 2 histoires « impossibles »

**Tableau n° 1. Tableau synoptique de la séquence réalisée en petite section :
« de la poule au poussin ».**

Il nous semble que le calendrier avec les gommettes, en tant qu'instrument de suivi de l'incubation des œufs et écrit scientifique auxiliaire⁷, pourrait contribuer à la mise en relation du schéma du développement du poussin et du dispositif d'incubation représenté par la couveuse de la classe. Nous allons, dans l'analyse qui suit, nous intéresser aux conditions de cette mise en relation.

3.2 Analyse d'un épisode significatif : l'anticipation de l'éclosion

L'attention du chercheur a été attirée par l'introduction par les élèves d'un élément imprévu : le pointage du carnaval dans le calendrier « social » de la classe. Son apparition a provoqué un changement de focalisation dont Lucie s'est saisie pour tenter de permettre aux jeunes élèves de construire un rapport contextualisé à la notion de durée, relative au processus de formation du poussin.

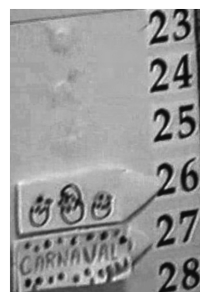
L'analyse qui suit tente de saisir la manière dont le professeur va prendre appui sur les différents systèmes sémiotiques, pour permettre aux élèves de faire l'expérience du « temps de la couvaison ». Les codes couleur de la transcription de l'épisode étudié permettent de visualiser la mobilisation des différents écrits, selon qu'ils appartiennent au registre empirique (souligné) ou au registre des modèles (encadré). Nous remarquerons que, pour ce qui est du registre des modèles, les trois systèmes sémiotiques convoqués (SS2, SS3 et SS4) mettent en avant l'aspect chronologique (aussi bien les différentes étapes du développement du poussin que le marquage quotidien du « retournement » des œufs dans la couveuse ou encore les événements qui témoignent au jour le jour de la vie de la classe).

<p>REGISTRE EMPIRIQUE</p> <p>Système sémiotique iconique : image de la ponte SS1a</p> <p>Système sémiotique iconique : image de l'éclosion SS1b</p> <p>Objet matériel : la couveuse OM</p> <p>Objet symbolique : le carnaval OS</p> <p><i>REGISTRE DES MODELES</i></p> <p>Système sémiotique schématique : les étapes du développement du poussin SS2</p> <p>Système sémiotique tableau : l'instrument-calendrier de suivi de l'incubation SS3</p> <p>Système sémiotique tableau : le calendrier des activités rituelles et sociales de la classe SS4</p>

Tableau n° 2. Les systèmes sémiotiques convoqués dans l'épisode analysé.

7 Le « principal » étant représenté par le schéma du développement du poussin en 4 étapes (SS2).

Afin de permettre au lecteur de mieux se repérer dans l'ensemble de la séquence, il nous semble important de préciser quelques éléments : les œufs ont été mis à incuber le 5 mars. Sur le calendrier de la classe (SS4) l'enseignante a anticipé l'éclosion prévue des œufs, soit 21 jours plus tard : le 26 mars. Il se trouve que le lendemain, le 27 mars, c'est le jour du carnaval de l'école.



Extrait séance n° 7 – (Production d'hypothèses) – épisode 1 – durée 1 min 53 LU = le professeur		
1	LU : <i>Qu'est-ce qu'on voit là ?</i> [Le professeur désigne l'image de la poule qui vient de pondre]	L'interaction se situe dans le registre empirique. La focale est sur le SS1a (l'image de la ponte). L'attention du professeur aux marques temporelles (elle a pondu ; elle va les couvrir), lui permet de reprendre avec les élèves la chronologie du processus : la ponte/la couvaison.
2	E1 : <i>il y a un œuf</i>	
3	LU : <i>Qu'est-ce qu'elle est en train de faire cette poule ?</i>	
4	E2 : <i>elle pond</i>	
5	LU : <i>Elle a pondu c'est vrai. Elle a pondu ++ On le voit elle a pondu dans un nid avec de la paille. Et là il y a plusieurs œufs. Qu'est-ce qu'elle...</i>	
6	E3 : <i>Elle va les couvrir</i>	
7	LU : <i>Ah elle va les couvrir +++ Peut être bien</i>	
8	E2 : <i>Elle va les mettre au chaud</i>	
9	LU : <i>C'est-à-dire que quand on couve les œufs il se passe des choses à l'intérieur de l'œuf et le petit germe grossit.</i> [Le professeur se tourne vers le schéma des étapes du développement du poussin]	Circulation entre le schéma (SS2) et la couveuse de la classe
10	E1 : <i>On va les voir les œufs là ?</i> [E1 montre les œufs représentés par le schéma du développement du poussin]	
11	LU : <i>Ah ! Ce sont les œufs que l'on a mis dans notre couveuse. Cela</i> [le professeur montre le schéma du développement du poussin] <i>représente les œufs qui sont dans notre couveuse</i>	
12	E1 : <i>On va les voir ?</i>	

13	<p>LU : <i>Alors attends explique parce que on ne va pas comprendre +++ Tout à l'heure quand on l'a collé la gomme ?</i></p>	<p>LU change la focale en direction d'un référent du registre des modèles : le SS3, l'instrument de contrôle de l'incubation et plus précisément « la gomme ». Celle-ci va jouer le rôle d'intermédiaire entre l'œuf réel (celui de la couveuse) et l'œuf de la modélisation (SS2, schéma du développement du poussin) et va permettre aux élèves d'appréhender la notion de durée (en terme de quantité de « temps » représenté par la quantité de gommes).</p>
14	<p>E1 : <i>Quand on tourne les œufs et après on met toutes les gommes et après ça va être le carnaval</i></p>	<p>Se produit au tdp 14 l'évènement qui va permettre aux élèves de faire effectivement l'expérience de la durée. L'élève E1 produit une inférence qui semble fautive : quand on aura mis toutes les gommes, ça sera le carnaval ! Il superpose l'évènement « carnaval » à l'évènement « éclosion et naissance des poussins ». LU tente alors de ramener l'élève vers le référent du registre des modèles SS2, (qu'est-ce qui va se passer dans les œufs ?).</p>
15	<p>LU : <i>Quand toutes les gommes vont être collées qu'est-ce qui va se passer dans les œufs ?</i> [P désigne le SS2, le schéma du développement du poussin à l'intérieur de l'œuf]</p>	
16	<p>E1 : <i>Ca va être le carnaval</i></p>	<p>Ce changement de focale n'est pas suivi d'effet chronogénétique.</p>
17	<p>LU : <i>Oui nous avons dit que nous irons au carnaval. [P désigne le calendrier de la classe où est indiqué le jour du carnaval].</i></p>	<p>LU se tourne alors vers un autre système sémiotique, le calendrier de la classe (SS4), sur lequel figurent les deux étiquettes-événement : le 26 mars « éclosion des œufs » et le 27 mars « carnaval ». Elle met alors en lien de manière implicite la durée représentée par les gommes sur l'instrument de suivi de l'incubation avec la même durée représentée par les cases du calendrier de la classe. Elle met ainsi implicitement en relation la durée voisine des deux événements : l'éclosion des œufs dans la couveuse et le carnaval.</p>
18	<p>LU : <i>là, c'est le jour où on a mis tous les œufs</i> [le P montre sur le calendrier de la classe la date du 5 mars] +++ <i>Où est-ce qu'on a mis les œufs ?</i></p>	<p>L'expérience de la durée se poursuit au tdp 18 avec la superposition des deux événements (tdp 20 « et on a tous ces jours à attendre ») : c'est la même attente qui les relie puisqu'ils sont concomitants.</p>
19	<p>E2 : <i>Dans la couveuse</i></p>	
20	<p>LU : <i>Et on a tous ces jours là à attendre</i> [P fait glisser son doigt sur le calendrier du 5 mars au 26 mars] +++</p>	
21	<p>LU : +++ <i>jusqu'à ce jour [P montre la photographie de l'éclosion] +++</i> <i>Voilà quand toutes les gommes vont être collées ++ tu as raison</i> Bérangère</p>	

Tableau n° 3. Mobilisation des différents registres empiriques et théoriques dans l'épisode de l'anticipation de l'éclosion.

Entre le tdp (tour de parole) 17 et le tdp 24, le professeur développe une position topogénétique haute : il va s'employer à mettre en relation les différents référents des deux registres. Pour cela, il va se déplacer physiquement d'un support à un autre, comme s'il « déroulait une même histoire ». Il raconte en fait deux « histoires » : celle, explicite, de l'éclosion mais qui contient l'autre histoire, plus implicite, celle du carnaval. Ces désignations successives dans le milieu physique permettent ainsi une avancée chronogénétique : les élèves, avec l'expérience de la durée, peuvent maintenant entrer dans l'idée de la continuité du processus d'incubation. En effet, l'expérience de *l'attente*, institutionnalisée par le professeur, a permis l'appréhension des « limites » temporelles du processus : un début orienté vers une fin. C'est peut-être cette appréhension de l'orientation et de la succession des événements (ponte, éclosion) qui pourrait permettre aux élèves d'approcher implicitement la notion de transformation en tant qu'accomplissement (c'est fini, le poussin est né).

Afin de figurer maintenant comment et à quelles fins le professeur organise la circulation entre les différents référents, nous proposons la représentation suivante (figure 1), dans laquelle les flèches grisées représentent les déplacements entre les deux référents opérés par les élèves et les flèches noires et épaisses ceux opérés par le professeur. Ce graphique qui se lit de gauche à droite, reprend la chronologie des tours de parole de la transcription.

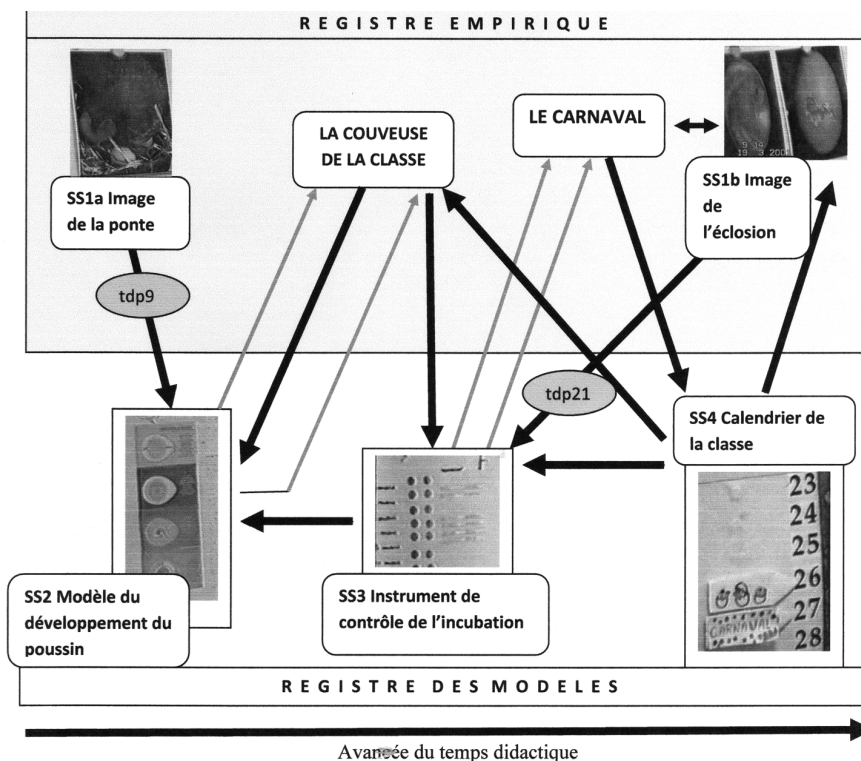


Fig. 1. Circulation entre les deux registres dans l'épisode de l'anticipation de l'éclosion.

Ce « cheminement » dans l'espace et le temps du processus d'incubation de l'œuf, se perçoit dans le déplacement de l'attention des élèves d'un registre à l'autre. Pour autant, l'orientation des flèches laisse apparaître que la construction des relations entre les référents du registre empirique et ceux du registre des modèles (mais également entre ceux du registre des modèles) est sous l'entière responsabilité du professeur. *A contrario* la tendance des élèves serait de « revenir » constamment aux référents empiriques (la couveuse de la classe et le carnaval). En effet, le passage, proposé par le professeur, d'un référent empirique à un référent du registre des modèles entraîne systématiquement une sorte de « résistance » des élèves. Le professeur – par un processus d'ajustement progressif – va alors proposer un nouveau système sémiotique dans le registre des modèles [SS3, instrument de contrôle] puis un autre [SS4, le calendrier de la classe]. Dans ce domaine scientifique, la forme que prend l'ajustement est celle de la construction progressive d'un *espace de contraintes* (au sens d'Orange, 1997) qui met en tension les deux registres et articule, dans le registre des modèles, des systèmes sémiotiques de niveaux d'abstraction sensiblement différents. Cette mise en lien pourrait s'apparenter à une « mise en discours » d'éléments disjoints (les différents référents mobilisés par la situation) qui, grâce à l'explicitation par le professeur de règles d'usage vont faire sens ensemble et permettre la construction collective des savoirs en jeu. Ces règles s'apparentent à la construction de la relation représenté/représentant de chacun des trois systèmes suivants : vraie poule/images de la ponte et de l'éclosion ; ce qui se passe dans la couveuse en fonction du temps/calendrier de suivi de l'incubation ; éclosion-carnaval/date dans le calendrier de la classe. Le modèle du développement du poussin (SS2), qui est l'enjeu d'apprentissage, se retrouve à la fois à l'interface et au cœur de ces trois systèmes qui contribuent à lui donner du sens.

Pour revenir à la question de la construction de la notion de processus biologique, nous souhaitons conclure cette analyse sur la relation entre l'usage de ces différents systèmes sémiotiques et l'expérience des différentes formes du temps. Si nous reprenons la catégorisation de Gonseth (1964), il ressort en premier lieu que c'est l'expérience du *temps intuitif* avec l'expérience de l'attente du carnaval figurée sur le calendrier (SS4) qui amène les élèves à appréhender la notion de durée. C'est le temps subjectif expérimenté par les élèves. Ils ont pu également faire l'expérience du *temps mesuré* grâce à l'instrument de suivi de l'incubation (SS3) et celle du *temps symbolique*, grâce à l'usage de certaines formes langagières (*elle a pondu, elle va couvrir* aux tours de parole 5 et 7) mais aussi grâce aux systèmes sémiotiques qui portent la mémoire du temps passé et permettent d'anticiper l'avenir (le calendrier de la classe, l'instrument de suivi de l'incubation). Enfin, le modèle du développement du poussin (SS2), considéré comme une structure ordonnée et orientée avec une origine et des intervalles de temps donnés et l'instrument de suivi de l'incubation (SS3) avec la succession des intervalles journaliers sémiotisés par les cases, pourraient autoriser l'expérience du *temps mathématique*.

Cette analyse montre que se construit ainsi progressivement un rapport spécifique à la notion de durée du processus biologique et ce, au travers d'une manière – collectivement admise – de faire « parler » ensemble différents systèmes de représentation. Cette mise en discours semble représenter une des conditions de possibilité de construction de la notion de « temps théorique » chez ces jeunes élèves.

4. Le cycle de reproduction de la fourmi dans une classe enfantine genevoise (classe de Pauline)

4.1 Analyse raisonnée de la situation d'action

L'une de nous a suivi le déroulement d'une séquence d'enseignement concernant *les caractéristiques et le mode de vie des fourmis* dans une classe de 1^{re} et 2^{de} enfantine genevoise (élèves de 4 à 6 ans). Cette séquence, entièrement construite et mise en œuvre par Pauline, enseignante de classe enfantine expérimentée, peut être considérée comme un exemple de *pratiques ordinaires* en vigueur dans le contexte genevois. En concordance avec le Plan d'étude genevois (2007) qui définit des thèmes de sciences à étudier pour le cycle élémentaire, Pauline a choisi l'étude de la fourmi, comme relevant de la catégorie « la microfaune proche de l'école » dont au moins un exemple doit être abordé en classe enfantine. Ce synopsis (tableau 4) a été construit à partir des indications fournies par Pauline (PAU) en entretien (séance 1, 2, 6, et 7) et à partir des observations filmées (séances 3, 4 et 5).

Dans le cheminement des types de tâches proposés aux élèves, nous allons nous intéresser plus particulièrement aux modes de regroupement d'images issues de l'album *La fourmi travailleuse infatigable* et au classement d'autres illustrations sur des posters dans la leçon n° 4 (unité surlignée dans le tableau). Dans les quatre dimensions de l'étude de la fourmi, proposée par Pauline, les notions de « naissance » incorporent nécessairement une dimension temporelle, marquée par une phase de maturation corporelle et une phase de reproduction qui, dans le cas de cette espèce, ne concerne qu'une catégorie des individus, les fourmis dites « reines ». Nous interrogeons ici les systèmes d'objets sémiotiques utilisés pour soutenir (ou pas) la succession des étapes du cycle de vie des fourmis (avec distinction entre reines et ouvrières), du point de vue des élèves.

L'album *La fourmi travailleuse infatigable* (Milan Jeunesse, 2007) est une ressource essentielle dans cette séquence. Nous présentons, en annexe n° 1, un extrait de cet ouvrage, comportant différents registres de signes (titre, texte, photo légendée, photo d'ambiance, dessin BD) pouvant faire système. L'analyse des contraintes et possibles liés à ce document dépasse largement le cadre de cet article. Nous nous limitons à quelques aspects qui nous paraissent importants pour comprendre le rapport au temps qui est privilégié dans cette ressource documentaire, et donc la préfiguration de ce rapport dans l'action conjointe professeur-élève *in situ*.

Séance	Unités d'actions dans la séquence « la fourmi » 1 ^{re} /2 ^e
1	<u>Introduction du thème</u> – Annonce du but de la séance : faire un exposé pour les élèves des autres classes de l'école qui étudient d'autres animaux. Les élèves expriment ce qu'ils savent déjà sur la fourmi et sont amenés à poser des questions sur ce qu'ils aimeraient savoir (questions notées sur une affiche).
2	<u>Recherche documentaire</u> – Sélection de livres qui traitent de la fourmi à la bibliothèque de l'école – Distinction entre récit imaginaire et explication de faits réels – Lecture d'une première partie de l'album « La fourmi, travailleuse infatigable » (Milan Jeunesse) par PAU
3	<u>Travail sur une collection d'images et photos photocopiées dans l'album « La fourmi, travailleuse infatigable »</u> – Recherche des modes de classements possibles des photos en petits groupes – Reprise de la lecture de l'album « La fourmi, travailleuse infatigable. »
4	<u>Reprise collective du travail sur la collection d'images & photos utilisée dans la séance précédente</u> – Discussion des images « qui parlent de la même chose » et regroupement en deux grandes catégories : la naissance et l'alimentation – Introduction de 4 panneaux thématiques (Où habite la fourmi ? Comment est le corps de la fourmi ? Comment naissent les fourmis ? Que mange la fourmi ?) en vue de fabriquer des posters pour l'exposé – Classement de nouvelles images dans les panneaux (tirées d'un imagier documentaire sur la fourmi)
5	<u>Classement d'informations selon les quatre catégories matérialisées sur les posters (questions, icône, couleur)</u> – Classement d'étiquettes-phrases composées et lues par PAU sur les différents posters – Dessins individuels de fourmis à partir d'images au choix – Classement des dessins sur les panneaux
6	<u>Préparation des posters</u> – Collage des dessins, photos et étiquettes-phrases sur les panneaux – Restitution orale des informations principales liées à chaque poster
7	<u>Exposé aux élèves d'une autre classe sur la base des posters réalisés</u>

Tableau n° 4. Tableau synoptique de la séquence d'enseignement sur « la fourmi ».

Le texte proposé fait appel à une combinaison de procédés linguistiques. Des éléments narratifs sont présents à travers l'utilisation d'adverbes, des changements de temps contribuant à une mise en forme discursive de la contingence. Par ailleurs, des structures explicatives co-existent avec des formes verbales au présent et des analogies qui dotent le discours d'une certaine généralité (ex : « La jeune reine a réussi à échapper aux hirondelles et aux lézards. Vite ! Elle trouve une cachette et creuse un trou dans la terre. Une fois à l'abri, elle commence à pondre des œufs qui

donneront ses premières filles. Pendant l'hiver elle vivra au ralenti ; elle se réveillera au printemps prochain. », p. 22 ; voir aussi un exemple de présentation tiré de l'album dans l'annexe II). Sur le plan temporel, le texte oscille entre la narration de la vie d'une fourmi pouvant constituer un référentiel empirique (verbes au passé composé), et la description des formes typiques de la vie des fourmis (verbes au présent et au futur simple), induisant la reproductibilité et/ou prédictibilité des phénomènes. Ces dernières formes de discours sont plutôt à ranger dans le registre des modèles scientifiques. L'élève est donc d'emblée confronté à une version sémiotisée d'une réalité à laquelle il n'a pas accès directement et à un univers de modèles qui s'expriment sous forme de propositions, le tout dans un même support.

Les différents statuts des illustrations (photos, images BD) font coexister des éléments parfois contradictoires et peuvent contribuer à dé-temporaliser le cycle de vie par la co-existence, dans un même espace graphique, d'éléments qui se succèdent dans le temps et donc qui n'existent pas ensemble du point de vue du développement d'un individu de l'espèce.



Fig. 2. Photo (P2) extraite de *La fourmi travailleuse infatigable*
© Milan Jeunesse, 2007, p. 10-11.

Par exemple, une vue des chambres d'élevage à l'intérieur de la fourmilière (fig. 2), montrant à la fois des larves, des cocons et des fourmis matures, exige de disposer d'un *modèle pour l'interpréter*. À savoir qu'après l'éclosion des œufs (très petits), les jeunes sujets subissent une métamorphose en trois étapes : larve, puis cocon/nymphe et enfin fourmi adulte, mâle ou femelle. La majorité des femelles évoluent vers la forme aptère et stérile (ouvrières), tandis qu'une petite partie d'entre elles, pourvues d'ailes comme les mâles, assurent la fonction reproductrice. Nous retrouvons ici le problème de la discontinuité ontologique entre l'œuf et le poussin, en plus complexe, car l'œuf de fourmi, point de départ du processus, est difficilement discernable à l'œil nu. Du point de vue de l'élève, il s'agit donc d'interpréter la diversité des formes présentées sur la photo P2, à la lumière d'un modèle métamorphique dont les étapes successives sont représentées dans la séquence de photos P3 (voir fig. 3) et du texte lu par l'enseignante. Ce modèle comporte une dimension temporelle implicite dans le déploiement

des quatre photos séquencées P3 a, b, c, d selon le sens de la lecture (gauche à droite). La photo P2 peut être considérée comme la sémiotisation d'un registre empirique, mais par comparaison avec la séquence de la poule, les élèves ne font pas l'expérience de la substitution entre une situation réelle, mettant en jeu les êtres vivants à étudier, et son représentant.

4.2 Analyse d'un épisode significatif : la définition de la catégorie « naissance »

Dans la séance n° 4, une discussion collective s'engage visant à *mettre ensemble les images qui parlent de la même chose*. Nous examinons quelles sont les significations, co-construites par le professeur et les élèves, à propos des images sélectionnées dans la catégorie « naissance » qui les portent et lesquelles sont sélectionnées pour faire partie d'une référence collective, instituée.

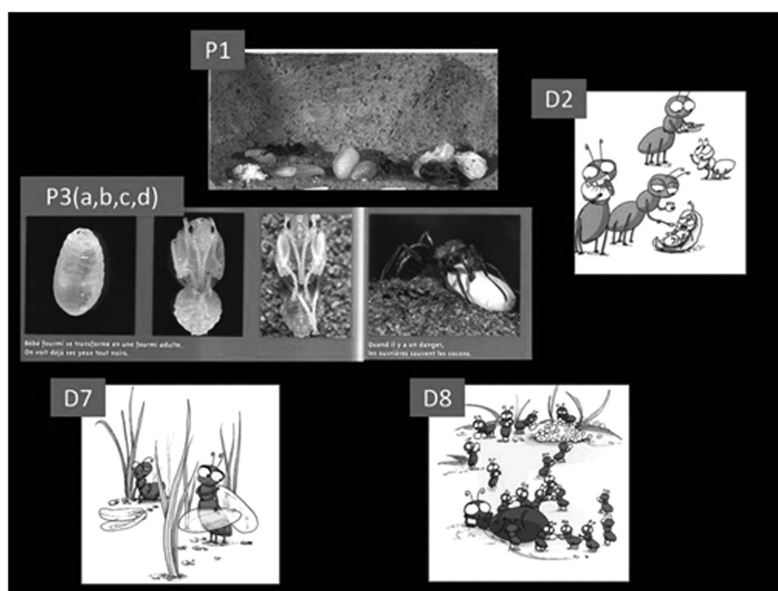


Fig. 3. Vue au tableau noir pour la catégorie « naissance ». © Milan Jeunesse.

a) P1 et P3 ont été associées sur le fait qu'elles ont en commun des « œufs ».

b) D7 a été re-décrite par l'enseignante Pauline (PAU) pour rectifier l'interprétation de Léa (LEA), qui identifie des œufs en lieu de place des ailes (au sol).

103 PAU : Alors là c'est pas des œufs Léa/c'est les ailes/tu t'appelles on avait lu dans un livre qu'il se passe quelque chose avec les ailes de la reine vous vous souvenez/Noé/qu'est-ce qui se passe avec les ailes de la reine ↑

104 NOE : Elle se marie et après les ailes elles s'enlèvent

105 PAU : Elles s'enlèvent/tu t'appelles quand la reine se marie avec le mâle/eh bien/les deux perdent leurs ailes/et sur cette image ben on voit quand elle perd ses ailes/donc ça [montre D7] c'est pas un œuf c'est des ailes

c) D7 et D8 ont tout d'abord été associés par Charlotte (CHA) qui identifie une fourmi blessée dans les deux cas ; l'enseignante se sert de D8 pour ramener l'attention sur les œufs.

158 PAU : *Oui alors qu'est-ce qu'elles sont en train de faire les fourmis là/ vous vous souvenez on avait vu que la fourmi reine elle pond des œufs/pis qu'est-ce qui se passe après* ↑

159 EL : *Elle perd*

160 PAU : *Elle perd ses ailes et qu'est-ce qui se passe avec les œufs* ↑

161 EL : *Ils viennent des larves*

162 PAU : *Oui mais où est-ce qu'on va mettre les œufs* ↑ */est-ce que les œufs restent par terre comme ça n'importe où* ↑

163 TOUS : *Nooooon*

164 PAU : *Où est-ce qu'on va aller les mettre ces œufs* ↑ */on avait lu des textes vous vous souvenez* ↑ */Quentin*

165 QUE : *Dans une chambre dans la fourmilière*

166 PAU : *Voilà/les œufs **partent** dans la fourmilière/alors peut-être qu'ici (D8) les fourmis elles sont en train de prendre les œufs/et puis la reine elle se repose/hein/puisque les fourmis elles font le travail*

d) D2 a été classée par Quélian (QUE) comme proche de P3.

206 PAU : *pis celle-ci alors Quélian/on va laisser la parole à Quélian/celle-ci est-ce que t'aurais envie de la mettre avec une autre* ↑ */// qu'est-ce que tu vois sur cette image* ↑

207 QUE : *les fourmis/elles sont en train// de faire la tétée*

210 PAU : *oui alors est-ce qu'il y a des images qui vont avec* ↑

211 QUE : *ici* [désigne un emplacement proche de P3]

212 PAU : *ici plutôt vers la naissance/les bébés/mouais moi je trouve que c'est une bonne idée/d'accord//alors là [regroupe les images P1, P3, D2, D7, D] voilà*

À l'établissement de la présence « d'œufs » (point supposé commun entre P1 et P3⁸), succède une distinction entre les œufs, d'une part, et les ailes qui apparaissent sur D7 d'autre part. Le rapport que les élèves doivent établir à l'objet « ailes de la reine » est déterminé par un appel à la mémoire collective portant sur le texte de l'album (tpd 103 : *on avait lu un livre*). La relation [*reine-mâle*] mariage → perte des ailes est co-construite par l'enseignante et Noé, et il s'agit maintenant de s'y référer pour interpréter D7. Malgré tout, cette référence va devoir être étendue puisque Charlotte identifie une similarité entre D7 et D8, en termes

8 De fait, les œufs ne sont pas visibles sur ces illustrations.

de « fourmis blessées » (effet anthropomorphique lié à la posture corporelle des fourmis dessinées ?). L'entrée de D8 dans la mesogenèse offre à l'enseignante une opportunité d'étendre la relation [*reine-mâle*] mariage → *perte des ailes*, en recentrant l'attention des élèves sur les œufs. Encore une fois, la mémoire collective est sollicitée à partir de la relation *reine* → (*ponte*) *œufs*. Cette relation est recontextualisée, par rapport à la précédente, par un élève qui (re)convoque le phénomène « perte des ailes » : *reine* → (*ponte*) *œufs* → *perte des ailes*. (tdp 159) et engage un nouveau rapport aux œufs, en termes de devenir dans le processus métamorphique : *reine* → (*ponte*) *œufs* → *larves* (tpd 161). Cependant, ce nouveau rapport ne permet pas de décrire effectivement D8, qui met en scène la gestion des œufs par les ouvrières. L'enseignante va donc devoir remettre le phénomène de ponte dans son contexte spatial (tpd 162) et social (tdp 166), pour construire les rapports attendus à D8 : *œufs* → *transport des ouvrières* (*fourmilière*) *reine-repos*. Enfin, l'association de D2 avec P3 par Quélian (tdp 211) introduit une nouvelle relation à forte composante anthropomorphique : (*bébés-têtée*)-*naissance* qui va subsumer les relations construites précédemment.

Les relations mésogénétiques, co-construites dans le discours à partir des images, montrent comment des objets iconiques se constituent progressivement en un système sémiotique exclusivement soutenu par l'arrière plan textuel (la lecture de l'album) mais aussi les concepts du quotidien qui ne peuvent être requestionnés, de par les choix d'illustrations⁹ faits par les auteurs de l'ouvrage. Dans ce processus, la séquence temporelle du cycle de vie se construit par petites touches, à partir de la mise bout à bout d'éléments de discours mémorisés, mais convoqués aléatoirement en fonction des images choisies par les élèves. Ainsi la notion même de processus biologique, qui s'inscrit dans la durée, ne semble pas être un enjeu dans la logique de la séquence, au-delà du maniement du temps symbolique incorporé dans les formes du langage (temps des verbes, connecteurs temporels).

Par rapport à l'ensemble de la séquence, le geste de regroupement, par Pauline, de toutes les images discutées produit un déplacement chronogénétique majeur : à partir de ce point de la séance, la catégorie « naissance », comme thème commun à l'ensemble des images discutées, est supposée être connue de tous. Ce geste se fait depuis une position topogénétique haute, quasiment magistrale, qui était latente durant toute la discussion. Le rôle du professeur consiste à sélectionner et mobiliser des significations adéquates en référence au texte de l'album. L'exploration du référent empirique, constitué par les photos et dessins BD, est intrinsèquement organisée par l'univers des modèles contenu dans le texte de l'album et par les catégories « naissance », mais aussi « habitat », « alimentation »

9 Le cycle de vie de la fourmi est présenté dans une analogie avec la forme de vie humaine. D'une part, on fait appel à un vocabulaire propre aux pratiques de socialisation humaine (le mariage, les princes et princesses), et d'autre part les dessins de type BD présentent des fourmis selon une morphologie humanisée : déplacement sur deux pattes arrières, postures et manipulation d'outils conçus par des humains pour des humains (ex : biberons).

et « formes du corps », qui sont prévues par Pauline, en prévision de l'exposition à réaliser. Du point de vue des savoirs scientifiques, la visée essentiellement communicative de la séquence (faire un exposé oral) affaiblit les conditions d'identification des processus biologiques qui caractérisent le cycle de vie de la fourmi, en ne proposant qu'une articulation de savoirs propositionnels autour de catégories puisées dans la tradition encyclopédique, mais qui ne reflètent pas l'interdépendance des processus et leurs temporalités propres.

5. Discussion

Que ce soit dans la classe de Lucie ou dans celle de Pauline, la construction de la notion de temps (et de ses formes d'expression que sont la durée et la chronologie), ne figure pas explicitement dans le projet d'enseignement. Chez Pauline il s'agit de thésauriser et d'organiser un ensemble d'informations concernant « la vie de la fourmi », en tant que thème figurant au Plan d'étude genevois. Chez Lucie, il s'agit de comprendre ce qui se passe à l'intérieur de l'œuf lors de la couvaison. Pour autant, ces deux séquences traitent – de manière exclusive chez Lucie et de manière plus réduite chez Pauline lors de l'étude de la catégorie « naissance » – du processus de maturation d'un être vivant. La construction de la notion de temps nous semble donc constitutive des savoirs en jeu dans ces deux séquences. Pourtant, nos analyses ont montré que la mobilisation des formes d'expression du temps était très variable dans les deux cas. Chez Lucie, la notion de durée est prise en compte dans le projet d'enseignement grâce à des outils de consignation du temps que sont les différents calendriers et relevés d'intervention. Ces outils permettent par ailleurs une anticipation du temps ; de même la notion de succession de phases et de chronologie est rendue intelligible au travers de la représentation schématique du développement du poussin à l'intérieur de l'œuf. Chez Pauline, nous assistons à une succession temporelle éclatée entre les différentes étapes de transformation (de l'œuf à la fourmi adulte) car il n'y a pas de relation d'ordre explicitement construite. La logique de succession est abolie et la relation au temps qui se construit incidemment résulte essentiellement d'événements contingents comme l'usage d'un certain lexique (bébé, tétée, mariage, parents) ou d'une certaine syntaxe (usage de la conjugaison ou de marqueurs temporels).

Dans la discussion qui suit, nous allons tenter de comprendre, du point de vue de l'organisation du milieu de l'étude (et notamment de l'usage des systèmes sémiotiques), ce qui pourrait expliquer une telle différence quant à l'objectivation de la notion de temps dans chacune des deux classes.

5.1 Le rôle du référent empirique et les formes de temps dans les processus biologiques enseignés

Comme l'ont montré nos analyses, le choix initial par le professeur et l'usage en situation des différents systèmes sémiotiques vont déterminer la possibilité (ou l'impossibilité) de faire dialoguer les éléments issus du registre empirique avec

ceux issus du registre des modèles. Dans le cas de Lucie, l'articulation des deux registres peut permettre aux élèves de faire l'expérience d'un temps « théorique » qui associe – au sens de Gonseth (1964) – différentes formes d'accès au temps (intuitif, mesuré, mathématique et symbolique). En revanche, dans la classe de Pauline, les deux registres sont plus juxtaposés qu'articulés : les élèves semblent alors accéder à une forme réduite d'expérience du temps, celle du temps symbolique. Toutefois, il nous apparaît qu'en amont de la possibilité d'une telle articulation, se pose la question même de la nature et de la qualité des référents et, notamment ici, du référent empirique.

Dans les deux cas, les élèves sont amenés à travailler à partir d'illustrations (photos de la poule, des œufs pondus *versus* photos de fourmis, reines, cavités de la fourmilière contenant des œufs, larves et nymphes) constituant une certaine « réalité ». Toutefois, nous soutenons que dans l'un et l'autre cas, le référent empirique n'a pas la même « épaisseur ».

Entre mémoire de la poule présentée en classe et projection d'un avenir (l'éclosion du poussin), on se rend compte dans l'observation du dispositif de Lucie, que le référent empirique a une épaisseur temporelle vécue par les élèves *dans laquelle alternent ou coexistent des « objets » vivants réels et leurs systèmes de représentation*. Il est distingué du registre des modèles par le type de sémiotisation en jeu : photo *versus* schémas de ce qui se passe dans l'œuf (SS2).

Dans la classe de Pauline, en revanche, l'album tient lieu de référent empirique sémiotisé et contient également des éléments de modèle. Dans le projet d'enseignement de Pauline, *le référent empirique proposé confronte les élèves à un temps symbolique à travers un texte* ; et à un temps symbolique uniquement. Le phénomène de reproduction n'est pas présenté selon un temps « théorique, c'est-à-dire comme un ensemble d'événements auto-organisés caractéristiques de l'espèce, mais plutôt dans sa dimension anecdotique. Ainsi, les éléments du cycle de vie de la fourmi, que les élèves sont amenés à manipuler, relèvent d'une certaine contingence propre au récit de « ce qui arrive à la fourmi » et du commentaire d'images dans un ordre aléatoire, plutôt que de la modélisation d'une fonction biologique.

Ces éléments de discussion nous amènent nécessairement à élargir le propos de cet article, relatif à la construction du temps. Il s'avère que, dans le cas de Pauline, le choix du support – un album qui raconte une histoire mêlant indistinctement les deux registres (empirique et théorique) – et l'usage qui en est fait (sélection d'éléments propres à alimenter des catégories relatives à la vie de la fourmi), hypothèque largement la possibilité pour les élèves (mais aussi pour le professeur) de distinguer les deux registres, donc de les faire dialoguer. Sans cette articulation, il paraît difficile d'amener les élèves à construire des savoirs de nature scientifique et donc, *a fortiori*, de faire émerger les diverses expressions du temps à l'œuvre dans les processus biologiques de maturation.

5.2 Sémiotisation du temps et co-disciplinarité

Pour autant, et c'est là que la dimension comparatiste de notre travail prend toute sa valeur, il nous paraît utile à ce stade d'aller interroger certaines des déterminations qui guident les choix des professeurs en terme de support et d'usage de ces supports.

Quel que soit le contexte institutionnel, français ou genevois, l'enseignement scientifique à l'école primaire est fortement marqué par la co-disciplinarité et donc par différents modes de contamination/fertilisation des pratiques entre domaines d'activités disciplinaires. Cette étude sur la sémiotisation du temps¹⁰, montre que les formes de co-disciplinarité, inhérentes à chacun des projets d'enseignement, se traduisent par l'engagement des élèves dans des démarches dont les épistémologies sont très contrastées du point de vue de la construction du savoir scientifique.

Dans le contexte genevois, le projet d'enseignement de Pauline est indexé sur le travail d'un texte documentaire comme source principale du savoir scientifique. On y trouve des enjeux liés à la lecture, via la reconnaissance de mots soutenue par des codes iconique et graphique, mais aussi un type de tâche lié au travail des genres de textes, et en particulier le texte explicatif de vulgarisation scientifique. Ce travail est particulièrement valorisé dans le contexte suisse-romand depuis une vingtaine d'années, sous l'impulsion de la recherche en didactique du français, et a fait l'objet de nombreuses ressources d'enseignement mis à la disposition des enseignants (Dolz, Noverraz & Schneuwel, 2001). Par conséquent, il n'est pas surprenant que la mise en forme d'un projet d'enseignement scientifique (cf. les visées de la séquence) à propos d'un thème de la vie animale prenne des formes hybrides fortement axées sur la catégorisation et la thésaurisation d'informations (type encyclopédique). La *mise en correspondance de différents systèmes de signes* (iconiques, graphiques et langagiers) a alors pour fonction de coder des catégories d'information telles que la « naissance » plutôt que de permettre aux élèves de répondre à la question : « à quelles conditions la naissance est-elle possible ? ». La notion de cycle de vie de la fourmi, en tant que temporalisation d'événements caractéristiques d'un processus biologique, passe ainsi au second plan au profit d'un travail de mise en forme discursive et thésaurisation de l'information.

A contrario, dans le contexte français de la classe de Lucie, la mise en relation de la notion de durée avec celle de transformation biologique relève de la construction d'un espace de problématisation scientifique, aussi modeste soit-il. Depuis 2000, sous l'impulsion du PRESTE¹¹ et du courant de *la Main à la pâte*, le recours à la démarche d'investigation dans l'enseignement scientifique est fortement valorisé, avec une place importante accordée aux différents types

10 Soit l'appropriation, par l'élève, de systèmes de signes socialement convenus et constitutifs de la notion de temps.

11 Plan de rénovation des sciences et technologies à l'école (ministère de l'Éducation nationale).

d'écrits scientifiques. L'usage du calendrier de l'incubation (SS3), comme moyen d'objectiver le temps vécu par un temps mesuré, en témoigne. Chez Lucie, le recours au calendrier de la classe¹² (SS4) vient soutenir le travail de construction de la notion de processus biologique. Cet usage garantit une continuité dans l'expérience des différentes formes du temps, tout en procurant à l'élève un horizon d'attente (au sens de Fraisse), ce qui lui permet d'apprécier *la durée* du phénomène de développement du poussin en tant que processus biologique. Cette notion de durée est, pour les élèves, la réponse à la question des conditions de possibilité de la transformation du poussin. La co-disciplinarité, qui se manifeste dans la corrélation du temps social (les repères d'activités telles que le carnaval) avec celui du suivi de la couvée, devient, dans ce cas, un moyen de soutenir le processus de problématisation scientifique. Pour autant, même s'il est déterminant, nous considérons que le contexte institutionnel ne porte pas l'entière responsabilité de la façon dont le professeur va faire jouer la co-disciplinarité. En effet, la mise en place de la démarche d'investigation, en France, ne va pas de soi et peut également donner lieu à des dérives langagières (Marlot, 2009).

Au-delà de déterminations institutionnelles plus larges, cette étude montre que les conditions de construction de la notion de processus biologique, et celle du temps qui lui est nécessairement associée, tiennent à la façon dont le professeur choisit et organise la mise en discours des différents types de supports iconographiques. La possibilité de pouvoir référer clairement les supports aux différents registres empirique et théorique, pose les conditions préalables à la mise en tension de ces registres et assure l'émergence d'un espace de problématisation, propre à favoriser, d'une manière plus générale, l'entrée dans la culture scientifique de très jeunes élèves et la naissance d'une conscience disciplinaire.

Corinne MARLOT

corinne.marlot@univ-bpclermont.fr

Florence LIGOZAT

florence.ligozat@unige.ch

BIBLIOGRAPHIE

AMIGUES R. & ZERBATO-POUDOU M.T. (2000). *Comment l'enfant devient élève. Les apprentissages à l'école maternelle*. Paris : Retz.

BERGSON H. (1963). *L'évolution créatrice. Œuvres complètes*, vol. 21-22, Paris : Presses universitaires de France.

BROUSSEAU G. (1986). Fondement et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 7, n° 2, p. 33-115.

12 Objet scolaire caractéristique de l'école maternelle française dont la tenue fait partie du « rituel » du matin.

- DOLZ J., NOVERRAZ M. & SCHNEUWL B. (2001). *S'exprimer en français*. Bruxelles/Neuchâtel : De Boeck & Corome [commission romande des moyens d'enseignement et d'apprentissage], 3 vol.
- FRAISSE P. (1967). *Psychologie du temps*. Paris : Presses universitaires de France.
- GONSETH F. (1964). *Le problème du temps*. Neuchâtel : Éd. du Griffon.
- LIGOZAT F. (2010). Les textes de l'activité mathématique scolaire. Préconstruits et ressources dans la genèse des formes de l'action didactique. In G. Gueudet & L. Trouche. *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs de mathématiques*, Rennes/Lyon : Presses universitaires de Rennes/INRP, p. 303-320.
- LIGOZAT F. & LEUTENEGGER F. (2008). Construction de la référence et milieux différentiels dans l'action conjointe du professeur et des élèves. Le cas d'un problème d'agrandissement de distances. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 28, n° 3, p. 319-378.
- MARTINAND J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l'initiation aux sciences et aux techniques*. Berne : Peter Lang.
- MARLOT C. (2008). *Caractérisation des transactions didactiques : deux études de cas en découverte du monde vivant au cycle 2*. Thèse de doctorat, université de Rennes 2.
- MARLOT C. (2009). Glissement de jeu d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique de professeurs au CP. *Aster*, n° 49 *Enseignements scientifiques et techniques dans la scolarité obligatoire*, p. 109-136.
- MERCIER A., SENSEVY G., & SCHUBAUER-LEONI M.-L. (éd.) (2002). Vers une didactique comparée. *Revue française de pédagogie*, n° 141, p. 135-171.
- ORANGE C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris : Presses universitaires de France.
- ORANGE C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, n° 37, p. 83-107.
- ORANGE C. (2007). Quels milieux pour l'apprentissage par problématisation en SVT ? *Éducation et didactique*, vol 1, n° 2, p. 37-56.
- PASSERON J-C & REVEL J. (2005). *Penser par cas*. Paris : Éd. de l'EHESS.
- SCHNEEBERGER P. & VERIN A. (dir.) (2009). *Développer les pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages en sciences ?* Lyon : INRP.
- SCHUBAUER-LEONI M.-L. & LEUTENEGGER F. (2002). Expliquer et comprendre dans une approche clinique et expérimentale du didactique ordinaire. In F. Leutenegger & M. Saada-Robert (éd.), *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation*, Bruxelles : De Boeck (Coll. Raisons éducatives), p. 227-252.

- SENSEVY G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy & A. Mercier (dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, p. 13-49.
- SENSEVY G. & MERCIER A. (2007). *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. In G. Sensevy & A. Mercier (dir.). Rennes : Presses universitaires de Rennes, p. 153-185.
- TIBERGHIE A., BUTY C & LE MARECHAL J.-F. (2005). Physics teaching sequences and students' learning. In D. Koliopoulos et A. Vavouraki (éd.). *Sciences and technology education at cross roads : meeting the challenge of the 21st century. 2nd Conference of EDIFE and IOSTE in Southern Europe*. Athens : Association for Science Education, p. 25-55.
- TIBERGHIE A., MALKOUN L., BUTY C., SOUASSI N. & MORTIMER E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, p. 93-122.

Annexe : Extraits de l'album documentaire *La fourmi travailleuse infatigable* (© Milan Jeunesse, 2007)





Les bébés des fourmis

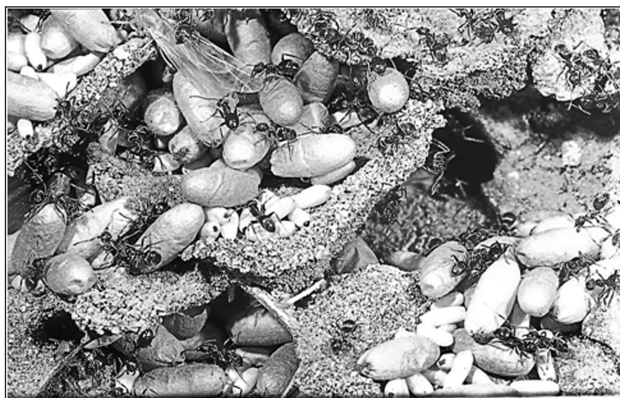
La reine pond des milliers d'œufs. De chaque œuf sort un bébé fourmi, qui ressemble à un petit asticot blanc. Cette larve grandit en mangeant beaucoup et en changeant de peau plusieurs fois. À la fin de sa vie de larve, le bébé se transforme, souvent à l'intérieur d'un cocon, en une fourmi adulte.



Il ne faut pas confondre les œufs, invisibles, avec les petits et les gros cocons, dans lesquels les bébés se transforment en adultes.



Bébé fourmi se transforme en une fourmi adulte. On voit déjà ses yeux tout noirs.



Quand il y a un danger, les ouvrières sauvent les cocons.



Abstracts • Zusammenfassungen • Resúmenes

The semiotisation of time in biological processes: didactic study in a preschool environment

This paper examines how the choice and use of graphic representations by teachers have an impact on access to the notion of biological process among the pupils of two nursery schools, one in France and the other in Geneva. It shows that the two teachers take different approaches involving various fields of activity such as the discovery of the living world, language proficiency and socialisation. While the differences observed are due to the choice of iconographic materials and to how teachers use them discursively, they are influenced by larger-scale determinants such as the adaptation of knowledge and scientific practices in each of the institutional environments considered. The study of a biological process finds that determinants partly contribute to the development of “theoretical time” among young pupils.

KEYWORDS • Biological process, duration, system, semiotics, didactics, nursery school.

Die Semiotisierung der Zeit der biologischen Prozesse : didaktische Untersuchung im vorschulischen Kontext

Dieser Artikel untersucht, wie sich die Wahl und der Gebrauch durch den Lehrer von graphischen Vorstellungen – hier semiotische Systeme genannt – auf den Zugang zum Begriff des biologischen Prozesses für Kinder aus einer französischen Grundschule und aus einem Genfer Kindergarten auswirkt. Er zeigt, dass die Unterrichtsprojekte beider Lehrer die Schüler zu verschiedenen Herangehensweisen führen, die folgende Bereiche betreffen: Entdeckung der lebendigen Welt, Beherrschung der Sprache und Sozialisierung. Die festgestellten Unterschiede, wenn sie an der Wahl der Bilder und an der Art und Weise liegen, wie der Lehrer die Schüler darüber sprechen lässt, artikulieren sich auch mit weiter führenden bestimmenden Elementen, die die Vermittlung der wissenschaftlichen Kenntnisse und Praktiken in jedem der beobachteten institutionellen Kontexten betreffen. Durch die Studie eines biologischen Prozesses nehmen diese bestimmenden Elemente einen Teil der Verantwortung in der Bildung des Begriffs der „theoretischen Zeit“ beim jungen Schüler ein.

La semiotización del tiempo de procesos biológicos : encuesta didáctica en contexto preescolar

Este artículo explora cómo la elección y el uso por el profesor de representaciones gráficas – llamadas aquí sistemas semióticos – influyen sobre el acceso a la noción de proceso biológico, para los alumnos de una guardería francesa y de una escuela infantil ginebrense. Muestra que los proyectos de enseñanza de dos profesores llevan a los alumnos a procesos contrastados que mezclan varios dominios de actividades, en particular los del descubrimiento del mundo vivo, del dominio del idioma y de la socialización. Las diferencias observadas, si bien se explican por la elección de los soportes iconográficos por la manera con la que el profesor organiza su enunciación, se articulan en torno a unos determinantes de mayor alcance que tienen que ver con la transposición de los saberes y de las prácticas científicas dentro de cada uno de los contextos institucionales considerados. A través del estudio de un proceso biológico, resulta que estos determinantes toman una parte de responsabilidad en la construcción de la noción de « tiempo teórico » para el alumno joven.