Les sciences historiques : un impensé épistémologique dans l'enseignement de l'évolution

*Historical sciences: an implicit and neglected aspect of epistemology in
evolutionary biology teaching*

Fabienne Paulin, Sylvain Charlat et Éric Triquet

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ree/2242>

DOI : 10.4000/ree.2242

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Université de Nantes

Référence électronique

Fabienne Paulin, Sylvain Charlat et Éric Triquet, « Les sciences historiques : un impensé épistémologique dans l'enseignement de l'évolution », *Recherches en éducation* [En ligne], 32 | 2018, mis en ligne le 01 mars 2018, consulté le 25 octobre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/ree/2242> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.2242>

Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Les sciences historiques : un impensé épistémologique dans l'enseignement de l'évolution

Fabienne Paulin, Sylvain Charlat & Eric Triquet¹

Résumé

Les programmes scolaires actuels s'ouvrent aux aspects épistémologiques des sciences du vivant et des sciences de la Terre, qui ont comme pilier central le thème de l'évolution. Nous proposons ainsi dans cet article de rechercher comment les spécificités épistémologiques des sciences de l'évolution – lesquelles sont en tension entre les sciences fonctionnalistes et historiques – sont prises en compte dans les textes officiels de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre (SVT) au secondaire. Nous utilisons pour cette analyse les critères de différenciation de ces deux sciences pour caractériser les objets et les types de démarches scientifiques prescrites par l'institution scolaire et la place relative accordée à chacune dans l'enseignement des SVT. Nos résultats montrent une prédominance des démarches héritées des sciences fonctionnalistes et une quasi-absence des démarches historiques, alors que les aspects historiques de l'évolution sont bien inscrits dans les programmes. Nous proposons que ce déséquilibre épistémologique, conséquence d'une forme d'impensé des sciences historiques, pourrait expliquer certaines des difficultés récurrentes de l'enseignement de l'évolution, documentées dans de nombreux travaux sur cet enseignement.

L'enseignement de l'évolution, objet de recherche récurrent en didactique des sciences, soulève des problèmes de différents ordres dont le premier peut être qualifié d'idéologique. En effet, un certain nombre d'enseignants expriment leurs difficultés à trouver les réponses adéquates aux élèves qui mettent en question la légitimité de l'évolution dans le cadre du cours de sciences de la vie et de la Terre (SVT) (Fortin, 2000 ; Clément, 2004 ; Maurines, 2010). Le second est d'ordre plus didactique. Une majorité d'élèves en France acceptent parfaitement l'idée de l'évolution, et notamment celle de placer l'homme au sein de l'arbre du vivant, mais beaucoup la comprennent mal. De nombreux élèves persistent en particulier dans une vision finaliste du monde vivant, impliquant une intentionnalité latente dans l'évolution (Coquidé & Tirard, 2009 ; Bronner, 2007). Nous proposons ici que ces problèmes, bien que de nature différente, présentent comme point commun d'être sous-tendus par des questions d'ordre épistémologique. Les difficultés rencontrées par les enseignants et les incompréhensions récurrentes des élèves, indépendamment de toute résistance idéologique, témoignent selon nous de confusions quant aux raisonnements et aux modes de validation à l'œuvre dans les sciences de l'évolution, en particulier quand ils impliquent une mise en cohérence de données éparses, plutôt qu'une validation expérimentale directe.

Mais les enseignants de SVT disposent-ils d'un cadrage institutionnel et des ressources suffisantes pour répondre pleinement à ces problèmes épistémologiques ? Dans une période qui voit les programmes du secondaire français s'ouvrir aux aspects épistémologiques de la connaissance scientifique, il nous paraît pertinent d'interroger quels sont, dans ce domaine, les fondements des instructions officielles pour la discipline SVT. Précisons d'emblée que nous travaillons en premier lieu sur les programmes du lycée mis en place en 2010. Au collège, de nouveaux programmes sont en vigueur depuis la rentrée 2016. Ils sont donc en cours d'évaluation et amenés à se modifier. C'est pourquoi leur analyse nécessite une certaine prudence.

¹ Fabienne Paulin, chercheuse associée, Laboratoire Sciences, Société, Historicité, Éducation et Pratiques (S2HEP), Université de Lyon - Université Lyon 1. Sylvain Charlat, chercheur CNRS, Laboratoire de Biométrie et Biologie Évolutive (LBBE), Université de Lyon - Université Lyon 1. Eric Triquet, professeur d'université, Centre Norbert Elias, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse.

1. L'épistémologie des sciences historiques et fonctionnalistes

■ *Classification, définitions et choix sémantiques*

Avant d'examiner les spécificités des sciences historiques et fonctionnalistes, repérons d'abord ce qu'elles ont en commun. Toutes deux appartiennent au large ensemble des sciences de la matière, ou du « réel sensible » selon Michel Delsol (1989), en ceci qu'elles visent à décrire le monde et son fonctionnement selon des critères de rationalité appliqués à des entités matérielles. Pour cette raison elles sont à ranger dans les sciences empiriques, ou expérimentales, utilisant les données issues de « l'expérience sensible » et/ou de « l'expérimentation » (Madelrieux, 2010). Elles s'opposent en cela aux mathématiques et à la logique formelle qui a peu à voir avec le réel. Jean Gayon (2002) propose un premier niveau de définition spécifiant les différences entre sciences historiques et fonctionnalistes : « Depuis le milieu du XIX^e siècle, il est classique d'opposer les sciences qui disent « ce qui est toujours et partout (sciences nomothétiques, celles qui découvrent les lois de la nature), et les sciences qui disent ce qui n'a été qu'une fois (sciences idiographiques ou historiques). »

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 choisissons d'utiliser les expressions « sciences historiques » et « sciences fonctionnalistes » dans la continuité des travaux de Denise Orange Ravachol (2005) qui définit ainsi les types de sciences mobilisés dans le champ des sciences de la Terre². Elle en explore les tensions par le prisme du couple événement/phénomène dans des recherches qui croisent l'épistémologie et la didactique des sciences. Nous nous inscrivons dans cette démarche, et élargissons ce cadre à la biologie qui, comme le rappelle également Jean Gayon (2004, p.1), s'est donnée – dès son émergence (au début du XIX^e 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. »

Les sciences nomothétiques, citées ci-dessus, sont pour nous les sciences fonctionnalistes dans le sens où elles s'intéressent au fonctionnement et aux mécanismes à l'œuvre dans les objets biologiques et géologiques et aux lois qui les sous-tendent. C'est par exemple ce qui est investi en biologie dans l'étude de la reproduction ou de la digestion. En géologie, il peut s'agir de comprendre les mécanismes du magmatisme ou de la sédimentation. Au contraire, les sciences historiques étudient la répartition des objets biologiques et géologiques dans le temps et dans l'espace et cherchent à retrouver les causes probables de leurs enchainements. Notons que les différents champs scientifiques convoqués par la discipline SVT ne mobilisent pas systématiquement ces deux types de sciences. Ainsi la physiologie relève des sciences fonctionnalistes, alors que la paléontologie et la phylogénie reposent essentiellement sur des démarches historiques (Lecointre, 2009).

Les sciences de l'évolution, cadre fondamental des SVT³, portent ainsi sur une grande variété d'objets, dont on peut distinguer deux grandes catégories relevant de deux épistémologies différentes : l'étude des patrons de l'évolution (que s'est-il passé ?) et l'étude des processus (selon quels mécanismes ?). La première repose essentiellement sur la démarche des sciences dites historiques. La seconde catégorie relève plutôt des sciences fonctionnalistes (De Ricqlès, 2009 ; Gayon, 2004 ; Lecointre, 2009 ; Orange Ravachol, 2012 ; Mayr, 1982 ; Pigliucci, 2013).

² Rappelons que la notion de science historique est surtout mobilisée dans les sciences humaines et sociales (histoire, sociologie, anthropologie...) Elle est discutée et certains auteurs font référence aux styles de pensée d'Alistair C. Crombie pour caractériser les champs scientifiques. Nous la mobilisons ici uniquement dans le champ de la biologie et de la géologie.

³ L'évolution est inscrite dans le socle commun de connaissances, des compétences et de la culture.

L'enseignement des SVT, dont le pilier central est l'évolution, est donc tenu d'aborder des thèmes relevant à la fois des sciences historiques et fonctionnalistes pour atteindre ses objectifs de connaissances épistémologiques. La recherche présentée dans cet article prend appui sur les éléments spécifiques de l'épistémologie des sciences historiques d'une part, des sciences fonctionnalistes d'autre part, et met au jour notamment les choix faits par l'institution scolaire en matière de démarche scientifique dans les programmes actuels en SVT. Une analyse des problèmes pris en charge dans les chapitres de manuels scolaires du lycée est proposée en complément. Elle confirme l'orientation épistémologique actuelle de cet enseignement, qui privilégie l'approche des sciences fonctionnalistes, au détriment des sciences historiques.

■ **Critères de différenciation des sciences historiques et des sciences fonctionnalistes**

Les critères épistémologiques qui différencient sciences historiques et fonctionnalistes permettent d'élaborer une grille d'analyse des textes officiels de l'enseignement des SVT (introductions et programmes *stricto sensu*) conçus par l'institution scolaire. Les critères de différenciation portent sur les objets d'étude, les démarches, les raisonnements mobilisés dans ces démarches et leur mode de validation. Nous prenons appui sur les travaux de biologistes et de philosophes des sciences ayant proposé de tels critères, résumés dans le tableau suivant (De Ricqlès, 1996 ; Gayon, 2004 ; Lecointre, 2009 ; Morange, 2011).

Tableau 1 - Critères de différenciation entre sciences historiques et fonctionnalistes

Critères de différenciation	Sciences fonctionnalistes	Sciences historiques
Définition générale	Etudient les mécanismes biologiques et géologiques et recherchent les lois universelles qui les régissent.	Etudient la répartition spatio-temporelle des objets biologiques et géologiques et les relations causales de leur enchaînement.
Type de raisonnement	Abductif, inductif et déductif	Abductif, inductif
Mode d'administration de la preuve	Validation expérimentale : démonstration	Mise en cohérence de données convergentes : monstration
Caractéristiques des objets d'étude	Universaux, isolables en laboratoire, atemporels	Uniques (ayant existé une seule fois), non isolables en laboratoire, inscrits dans le temps et l'espace, contingents
Exemples d'objets d'étude	Biologie : les mutations, la sélection naturelle, la dérive génétique Géologie : le volcanisme, l'accrétion océanique, la collision	Biologie : la parenté entre les êtres vivants (phylogénie), l'origine de la vie... Géologie : la crise Crétacé-Tertiaire, la formation de la chaîne alpine...

Ce qui différencie clairement les sciences historiques des sciences fonctionnalistes, au-delà de leur définition, ce sont d'abord les types de raisonnements et le mode de validation qu'elles mobilisent, comme nous le développerons plus loin. Ajoutons un point important concernant les objets d'étude : si les objets des sciences fonctionnalistes sont isolables en laboratoire et accessibles à l'observation, certains objets des sciences historiques sont définitivement hors d'atteinte de l'observation directe. L'origine de la vie ou la phylogenèse du vivant sont des objets d'étude historiques qui, même si nous pouvons en comprendre et en reconstituer certains aspects, restent fondamentalement inaccessibles à l'observation directe et donc au test expérimental dans leur entièreté. Ces « inobservables » sont cependant des domaines de recherche importants et des objets d'enseignement.

Notons enfin que la polarisation entre objets d'étude « observables » et « inobservables » ne recouvre que partiellement la distinction entre sciences fonctionnalistes et historiques. En effet, certains objets observables peuvent mobiliser les deux types de démarche. Ainsi, un organe peut être étudié à la fois dans une démarche fonctionnaliste et historique, selon que la question porte sur son fonctionnement ou sur son histoire évolutive. Plus généralement, nous parlons ici des objets matériels (et non pas des mécanismes), qui en biologie et en géologie sont tous, de fait, le résultat d'une histoire. Nous pouvons questionner cette histoire ou nous intéresser au fonctionnement de ces objets de manière anhistorique. Pour distinguer la part accordée aux sciences historiques et fonctionnalistes, nous serons donc attentifs dans notre analyse à la fois aux types d'objets et aux types de problèmes posés sur ces objets.

■ ***Les raisonnements scientifiques des sciences du vivant et des sciences de la Terre***

Dans les sciences empiriques, aussi bien historiques que fonctionnalistes, c'est par inférence à partir de l'expérience sensible (les faits dans un sens large) que les raisonnements s'initient et conduisent à la connaissance. Une inférence est une opération qui consiste à tirer une conclusion ou admettre une proposition en raison de son lien avec des propositions préalables tenues pour vraies. Au sein de cet ensemble très général, on distingue classiquement trois modalités d'inférence fondamentales : l'induction, l'abduction et la déduction.

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 différence porte sur le degré de généralité auquel conduit l'inférence. Dans l'induction, les propositions conclusives ont une portée générale. Elles permettent de remonter de cas particuliers à la règle générale qui les régit. Le cas le plus simple est la généralisation à partir de l'observation de nombreux cas similaires. Par exemple, si tous les corbeaux que j'observe sont noirs alors je peux induire que tous les corbeaux sont noirs (Chalmers, 1987, p.39).

Dans l'abduction, la conclusion explique uniquement le cas étudié et n'a pas vocation à être généralisée. Charles Sanders Pierce (1934) a placé l'abduction comme centrale dans les raisonnements scientifiques. C'est le raisonnement type du diagnostic médical : la pathologie suspectée met en cohérence l'ensemble des symptômes décrits. L'abduction est appelée parfois « l'inférence à la meilleure explication » (Fitzhugh, 2005 ; Barberousse, 2005). Un point important de convergence entre induction et abduction est que la conclusion contient toujours plus que les prémisses car elle relève d'une forme d'extrapolation qui lui confère un degré d'incertitude.

La déduction est le raisonnement qui conduit de prémisses posées comme vraies (axiomes ou postulats) à une conclusion nécessaire et inévitable. L'archétype du raisonnement déductif est le syllogisme aristotélicien : « Tous les A sont B ; tous les C sont A ; donc tous les C sont B ». C'est le raisonnement par excellence de la démonstration mathématique. Il est également utilisé dans les sciences empiriques, mais dans ce cas les prémisses ne sont plus des axiomes (posés comme vrais) mais des hypothèses, dont on peut extrapoler des conséquences elles-mêmes vérifiables. Dans cette approche hypothético-déductive, la vérification des hypothèses s'inscrit bien dans un processus déductif mais, et cela est essentiel, cette forme de déduction n'atteint pas au degré de vérité de la déduction mathématique ; on parlera alors de démonstration déductive « faible ». En effet, la transition entre une observation expérimentale du type « A a causé B » et une relation causale du type « A cause toujours B » implique une généralisation (tout comme dans l'induction), portant elle aussi sa part d'incertitude.

■ ***Quel(s) raisonnement(s) pour quel type de sciences ?***

Les sciences historiques et fonctionnalistes ne sont évidemment pas strictement inféodées à un seul type de raisonnement. Selon Kirk Fitzhugh (2005), les raisonnements scientifiques inférentiels ont longtemps été pensés d'une manière dichotomique (l'induction pour les sciences

empiriques et la déduction pour les mathématiques et la logique formelle) ce qui est finalement peu opérant pour caractériser l'activité scientifique. Aujourd'hui, elle est présentée comme la succession d'une phase de découverte dans laquelle les hypothèses sont formulées et d'une phase de justification dans laquelle elles sont testées.

La phase de découverte mobilise des inférences abductives et inductives puisque l'hypothèse proposée est toujours une extrapolation à partir d'un ensemble de données empiriques ou théoriques, et qu'elle contient des éléments de nouveauté. Cette phase de découverte est commune aux sciences historiques et fonctionnalistes.

Par contre, dans les sciences fonctionnalistes, la phase de validation des hypothèses peut être expérimentale et faire l'objet d'une démonstration déductive faible, alors qu'elle ne peut pas l'être dans les sciences historiques. La validation fait alors appel à la preuve par « accumulation et mise en cohérence de données convergentes » et il s'agit d'une « monstration » et non pas d'une démonstration. Par exemple, les recherches sur l'origine de la vie impliquent d'explorer le vivant actuel dans toute sa diversité, pour en identifier les invariants, mais aussi les comètes lointaines et les météorites. Chaque domaine apporte des éléments nécessaires mais non suffisants pour préciser les conditions de possibilités d'émergence des premières formes vivantes.

En résumé une démarche fonctionnaliste comprend un problème portant sur un fonctionnement et qui concerne un objet « observable », pouvant être isolé en laboratoire et soumis à l'expérimentation. La phase de justification est centrée sur un protocole expérimental et la validation mobilise un processus déductif qui a comme prémisses l'hypothèse et les résultats expérimentaux. Une démarche historique débute quant à elle par un problème de reconstitution de l'histoire d'un objet « observable en partie ou non » mais non isolable dans un laboratoire. La phase de validation est centrée sur la convergence des données récoltées et leur mise en cohérence maximale par des inférences abductives et inductives (Triquet & Paulin, 2017).

Les sciences de l'évolution, en tension entre les pôles historique et fonctionnaliste, sont donc un champ scientifique particulièrement pertinent pour mobiliser, dans son enseignement, toute la gamme épistémologique des sciences dont nous parlons. Nous nous demandons si cette double référence s'exprime dans les nouveaux programmes de SVT du collège (2016) et les programmes actuels du lycée (2010). Est-ce que les deux types de problème sont pris en charge explicitement ? Un type de problème est-il privilégié ? Comment sont traités les problèmes de type historique dans l'enseignement de l'évolution ?

2. Une analyse épistémologique des programmes de SVT du secondaire

Depuis les années 2000, les connaissances épistémologiques sont devenues un objectif de l'enseignement des sciences et elles sont actées comme élément constitutif de la culture scientifique à transmettre aux élèves. Ces intentions sont explicites dans les premières phrases de l'introduction aux programmes actuels de SVT du lycée : « Si les connaissances à mémoriser sont raisonnables, c'est pour permettre aux enseignants de consacrer du temps pour faire comprendre ce qu'est le savoir scientifique, son mode de construction et son évolution au cours de l'histoire des sciences. » Il est rappelé dans la même introduction que « la science construit, à partir de méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur l'observation du monde, une explication de son état, de son fonctionnement et de son histoire. » (Introduction lycée, p.1)

Un enseignement des sciences en cohérence avec ces deux énoncés doit mobiliser des objets d'étude et les démarches des sciences fonctionnalistes (état et fonctionnement du monde) et des sciences historiques (explication de l'histoire du monde) et en expliciter les aspects épistémologiques.

■ **Éléments de méthodologie**• **Corpus et traitement des données**

Les textes officiels analysés sont les programmes actuels de l'enseignement des SVT. Ils se composent des introductions qui explicitent les objectifs de cet enseignement disciplinaire et des programmes *stricto sensu* qui décrivent les savoirs à enseigner et les activités attendues. Nous travaillons en premier lieu sur les introductions générales des programmes qui seules exposent des éléments d'épistémologie générale des SVT. Les programmes *stricto sensu* nous donneront accès aux objets d'étude et seront analysés par la suite. Les unités d'analyse que nous retenons sont donc les phrases et expressions des introductions qui explicitent les aspects épistémologiques des sciences de la vie et de la Terre. L'objectif est de repérer si l'épistémologie des sciences historiques et celle des sciences fonctionnalistes sont exposées dans ces textes, et quelles parts relatives elles représentent. Nous classons les unités d'analyse dans deux rubriques différentes, selon qu'elles se rapportent à des éléments de définitions des sciences ou qu'elles décrivent des éléments de démarche scientifique (type de raisonnement et mode de validation), puis nous les discriminons à l'aide des critères de différenciation des sciences historiques et fonctionnalistes présentés dans le tableau n°2.

• **Exemples de traitement de deux unités d'analyse de l'introduction du lycée**

Exemple 1 : « La science construit à partir de méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur l'observation du monde, une explication cohérente de son état, de son fonctionnement et de son histoire. »

Cette phrase rentre dans la rubrique « définition » de la science.

Les parties de phrase suivantes : « une explication cohérente de son état, ... et de son histoire » font référence aux objectifs des sciences historiques.

L'expression « une explication de son fonctionnement » fait référence à un objectif des sciences fonctionnalistes.

L'expression « méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur l'observation du monde » rentre dans la rubrique « démarche scientifique » et concerne le raisonnement scientifique. Elle peut s'appliquer aux deux types de sciences dont nous parlons car elles mobilisent chacune des données empiriques.

Exemple 2 : « L'activité expérimentale offre la possibilité à l'élève de répondre à une situation problème par la mise au point d'un protocole, sa réalisation, la possibilité de confrontations entre théorie et expérience, l'exploitation des résultats. »

Cette phrase rentre dans la rubrique « démarche scientifique » et fait référence à une démarche expérimentale propre aux sciences fonctionnalistes.

Précisons que le type de démarches scientifiques prescrites est indirectement accessible par le choix pédagogique actuel de l'enseignement des SVT. Il s'agit d'une pédagogie active dans laquelle l'apprentissage des sciences passe par la mise en place d'une démarche d'investigation (DI) qui se veut à l'image de l'activité scientifique, avec les limites inhérentes à sa réalisation dans le cadre scolaire. Cette démarche d'investigation se décline en plusieurs étapes et les énoncés qui les décrivent explicitent pour nous ce que l'institution attend, en termes de raisonnements et de modes de validation.

En ce qui concerne les objets d'étude présents dans les programmes, nous les repérons directement dans les intitulés des chapitres. Comme nous l'avons déjà précisé, certains objets peuvent donner lieu à des problèmes et des démarches relevant des deux types de science, et la simple liste des objets à enseigner n'est pas suffisante pour estimer l'importance relative accordée aux sciences historiques et fonctionnalistes. Par exemple, en classe de seconde, dans le thème 1, les particularités de la planète Terre peuvent être abordées dans une approche fonctionnaliste (Quelles sont les conditions sur Terre qui permettent le maintien des êtres vivants ?) mais également dans une approche historique (Dans quelles conditions les premières cellules se sont formées sur la Terre ?). Il est donc opportun, tout en listant ces objets, de vérifier les types de problèmes mobilisés dans leur enseignement.

Nous pouvons nous appuyer, pour cette recherche, sur les questions et problèmes posés en début des chapitres dans les manuels scolaires. En effet, si les manuels ne sont pas strictement des documents officiels, ils sont cependant élaborés par des inspecteurs et des enseignants, et sont en lien étroit avec les programmes. Ils présentent en introduction de chaque chapitre une série de problèmes à résoudre, qui sont pour nous des indicateurs crédibles des types de problèmes soumis aux élèves.

Précisons que nous nommons « problème fonctionnaliste » un questionnement axé sur l'explication d'un mécanisme ou d'un processus. Un problème historique porte lui sur les causes d'un événement passé ou la reconstitution de l'histoire du vivant ou d'un événement géologique. Notons qu'à la lecture des différents manuels, certains problèmes sont davantage des questions descriptives (Quels sont les constituants de la matière vivante ?) que de réels problèmes fonctionnalistes ou historiques mais elles peuvent donner lieu à des expérimentations et donc nous les incluons dans le pôle fonctionnaliste.

L'ensemble de ces données nous permet d'estimer l'importance relative accordée aux démarches des sciences historiques et fonctionnalistes dans l'enseignement des SVT, et plus spécialement dans l'enseignement de l'évolution. L'analyse montre comment cette pluralité scientifique est insuffisamment prise en compte dans l'enseignement des SVT qui mobilise de manière quasi exclusive les outils épistémologiques propres aux sciences fonctionnalistes.

■ Résultats et analyses

• Une épistémologie qui privilégie le pôle fonctionnaliste

Nous présentons dans le tableau suivant le nombre total d'unités d'analyse (phrases et expressions), relevées dans les introductions des programmes de SVT du secondaire, qui exposent des éléments d'épistémologie des sciences. Elles sont réparties selon les deux rubriques d'analyse : définition des sciences, démarche scientifique, elle-même subdivisée en raisonnement et mode de validation. Nous déterminons ensuite le pôle scientifique (historique ou/et fonctionnaliste) auquel chaque unité d'analyse se rapporte.

Tableau 2 - Répartition des unités d'analyse entre pôles fonctionnaliste et historique

Rubriques d'analyse		Nombre de phrases relevées	Nombre d'expressions propres aux sciences historiques	Nombre d'expressions propres aux sciences fonctionnalistes
Définition des sciences		4	4	4
Démarche scientifique	Raisonnement	15	5	15
	Mode de validation	8	2	7

Pour l'institution scolaire, la science conduit ainsi à « la compréhension et à l'explication cohérente de la nature » à partir de « méthodes d'argumentation rigoureuses. » (introduction lycée, p.1) ou « concourent à une première représentation globale, rationnelle et cohérente du monde dans lequel l'élève vit. » (introduction collège, p.186). Les autres phrases relevées concernant la définition des sciences sont également d'ordre très général, et peuvent s'appliquer aux deux pôles scientifiques que nous cherchons à repérer.

En revanche les unités d'analyse portant sur les démarches mettent plus clairement en avant les caractéristiques des sciences fonctionnalistes. Elles décrivent majoritairement les étapes d'une démarche dans laquelle l'expérience est une étape obligée de l'activité scientifique. L'observation

est également présentée comme une activité fondamentale et essentielle de l'enseignement des sciences : « Ainsi l'élève doit pouvoir élaborer et mettre en œuvre un protocole comportant des expériences afin de vérifier ses hypothèses, faire les schématisations et les observations correspondantes, réaliser et analyser des mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée ». (Introduction lycée)

Concernant le mode de validation, sept unités d'analyse mentionnent qu'il passe par la confrontation de résultats expérimentaux avec l'hypothèse formulée ce qui, là aussi, renvoie aux sciences fonctionnalistes. Une seule unité d'analyse, présente dans l'introduction du collège, décrit un mode de validation plus ouvert : « ... ; la formulation d'hypothèses et leur mise à l'épreuve par des expériences, des essais ou des observations ; ... » (introduction collège, cycle 4, p.185). L'accumulation de données peut être réalisée par des observations multiples qui concourent à la validation d'une hypothèse. Mais, avec une seule occurrence, l'explicitation du mode de validation des sciences historiques reste ténue.

Sans conteste, c'est l'épistémologie des sciences fonctionnalistes qui est mise en avant dans les textes d'introduction des programmes. La place centrale accordée à l'expérimental et au manipulable contraste avec la quasi-absence des modalités des sciences historiques dont l'épistémologie, sans être totalement absente du corpus, est peu exposée et reste de l'ordre de l'implicite.

- *Une majorité de problèmes fonctionnalistes dans les programmes scolaires*

Dans quelle mesure ce déséquilibre repéré dans le discours institutionnel est-il acté dans les choix des objets d'enseignement et des problèmes scientifiques qui leur sont associés ? Après une première lecture des têtes de chapitres des programmes du secondaire, nous constatons qu'un nombre important d'entre eux portent effectivement sur des objets d'étude propres aux sciences fonctionnalistes et sont traités comme tels. Il s'agit de comprendre un certain nombre de mécanismes biologiques et géologiques. Nous décidons donc de focaliser notre analyse sur les parties des programmes susceptibles d'être abordés dans une démarche des sciences historiques, afin de repérer s'ils sont traités comme tels, ou si ce sont plutôt des approches fonctionnalistes qui sont mobilisées.

Au cycle 3 (qui intègre la classe de 6^e) un thème sur quatre peut mobiliser les sciences historiques et concerne l'évolution : « le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent ». Quatre sous-thèmes sont définis dont un concerne la parenté entre les êtres vivants : « Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes » (programme cycle 3, p.189). Les approches prescrites sont fonctionnalistes et historiques avec notamment la prise en compte du temps long et la diversité des espèces passées et actuelles. Les trois autres thèmes du cycle 3 concernent des problèmes fonctionnalistes.

Au cycle 4 (5^e, 4^e et 3^e), un thème sur trois est concerné par des problèmes historiques : « le vivant et son évolution ». Deux sous-parties sur sept mobilisent les sciences historiques, l'une en reliant la parenté des êtres vivants et l'évolution, l'autre en prescrivant de « mettre en évidence des faits d'évolution des espèces et donner des arguments en faveur de quelques mécanismes de l'évolution » (Programme cycle 4, p.347).

Au lycée, les objets historiques sont présents dans le thème 1 des programmes communs aux trois années du lycée intitulé « La Terre dans l'univers, la vie et l'évolution du vivant ». Nous les trouvons également dans le chapitre de géologie de 1^{ère} S et dans celui portant sur les climats anciens (programme de spécialité de TS).

Pour chaque chapitre retenu, c'est-à-dire mobilisant potentiellement des problèmes historiques, nous avons identifié l'angle d'approche réellement prescrit (fonctionnaliste ou historique) dans les chapeaux des intitulés des programmes. Nous présentons dans les tableaux suivants les résultats de cette analyse pour les programmes du secondaire français (collège et lycée).

Tableau 3 - Type d'approche dans les thèmes des sciences historiques au collège

Année	Thèmes ou sous-thèmes du programme	Approches prescrites dans les programmes
Cycle 3 6ème	Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes	Fonctionnaliste (1 sous-partie sur 3) Historique (2 sous-parties sur 3)
Cycle 4 5ème 4ème 3ème	Le vivant et son évolution	Fonctionnaliste (5 sous-thèmes sur 7) Historique (2 sous-thèmes sur 7)

Tableau 4 - Type d'approche dans les thèmes des sciences historiques au lycée

Année	Thèmes du programme	Approche prescrite dans les programmes	Nombre de problèmes fonctionnalistes (manuels scolaires)	Nombre de problèmes historiques (manuels scolaires)
<i>Thème 1 : La Terre dans l'univers, la vie et l'évolution du vivant</i>				
2 ^{nde}	Les conditions de la vie : une particularité de la Terre ?	Fonctionnaliste	5	0
	La nature du vivant	Fonctionnaliste	5	0
	La biodiversité, résultat et étape de l'évolution	Fonctionnaliste/ historique	7	2
1 ^{ère} S	L'histoire d'un modèle La naissance d'une idée	Historique	2	5
	L'hypothèse d'une expansion océanique et sa confrontation à des constats nouveaux	Historique	0	4
	Un premier modèle global	Fonctionnaliste	2	0
	Le renforcement du modèle	Fonctionnaliste	4	0
	L'évolution du modèle	Fonctionnaliste	3	0
TS	Le brassage génétique et sa contribution à la diversité génétique	Fonctionnaliste	8	0
	Diversification génétique et diversification des êtres vivants	Fonctionnaliste	6	0
	De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité	Fonctionnaliste/ historique	3	4
	Un regard sur l'évolution de l'Homme	Historique	4	4
	Les relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution : l'exemple de la vie fixée chez les plantes	Fonctionnaliste	11	0
<i>Thème de spécialité</i>				
TS spé	Atmosphère, hydrosphère, climats : du passé à l'avenir	Historique/ fonctionnaliste	2	5

Nous indiquons l'année d'étude, les thèmes étudiés et précisons d'après les têtes de chapitre l'angle d'approche prescrit par l'institution.

Pour le lycée, les deux dernières colonnes comptabilisent les types de problème répertoriés dans les manuels scolaires (Bordas et Nathan). Nous n'avons pas de données pour le collège car les manuels des cycles 3 et 4 ne sont pas encore édités à l'heure où nous écrivons.

Exemple : Au cycle 4, dans la partie « le vivant et son évolution », parmi les approches fonctionnalistes nous trouvons : « Relier les besoins des cellules animales et le rôle des systèmes de transport dans l'organisme. » ou encore « Expliquer comment les phénotypes sont déterminés par les génotypes et par l'action de l'environnement. » Les approches historiques sont : « Relier l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants et l'évolution. » et « Mettre en évidence des faits d'évolution des espèces et donner des arguments en faveur de quelques mécanismes de l'évolution. »

Exemple : En classe de seconde, dans le thème 1, le chapitre sur « la biodiversité, résultat et étape de l'évolution », nous trouvons dans les manuels des problèmes fonctionnalistes comme « Les activités humaines jouent-elles un rôle dans l'évolution de la biodiversité ? » ou « Comment la repérer sur le terrain ? » (Bordas). Deux problèmes historiques sont soulevés : « Peut-on reconstituer la biodiversité qui existait dans une région voici plusieurs années ? » (Bordas) et « Comment expliquer les modifications de la biodiversité ? » (Nathan)

■ **Discussion**

Un constat se dégage de nos analyses : l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre est très majoritairement axé sur des problèmes et des démarches fonctionnalistes qui se prêtent à des activités expérimentales dans la salle de classe. Même pour des thèmes pouvant être abordés par des problèmes historiques, l'approche fonctionnaliste est souvent privilégiée. L'accent est mis en premier lieu sur l'observation du réel qui est présentée comme une activité fondamentale de l'activité scientifique et une compétence méthodologique dont l'acquisition est un enjeu de l'enseignement des sciences. La réalisation d'un protocole expérimental est le second point saillant des démarches prescrites. Au lycée, « la démarche d'investigation prend tout particulièrement son sens » et « s'appuie le plus souvent possible sur des travaux d'élèves en laboratoire. » (Introduction lycée)

L'observation est évidemment une pratique intrinsèque aux sciences empiriques et donc aux sciences fonctionnalistes et historiques, mais sa place ne peut être cantonnée à la seule phase initiatrice d'une démarche scientifique. Cet aspect simplificateur de l'empirisme devient particulièrement problématique dans le cas des démarches propres aux sciences historiques portant sur des objets inobservables (exemple la crise crétacé-tertiaire). Ce qui est observable dans ce cadre, ce sont les effets ou les résultats supposés de processus ou d'événements passés. Ce type d'observation peut entrer dans la phase de validation et venir grossir des séries de données convergentes et conforter un modèle ou une théorie. Mais dans les textes analysés, l'observation est toujours placée dans la phase initiale de la démarche expérimentale, ce qui occulte une partie des pratiques observationnelles des sciences historiques.

Cependant (et il s'agit d'une nouveauté des programmes de 2010) une alternative à la démarche d'investigation (dans sa version fonctionnaliste) est proposée dans le texte d'introduction des programmes du lycée : « L'approche historique d'une question scientifique peut être une manière originale de construire une démarche d'investigation. » Il s'agit d'aborder « l'histoire de l'élaboration d'une connaissance scientifique. » Cette option est présentée comme un moyen utile pour « comprendre la nature de la connaissance scientifique et son mode de construction, avec ses avancées et éventuelles régressions. »

Intégrer l'histoire des sciences dans les démarches d'enseignement répond à un réel souci de faire acquérir des connaissances épistémologiques, en ouvrant la réflexion sur la construction des savoirs scientifiques et notamment des modèles. C'est par exemple celui de la tectonique des plaques qui est prescrit dans le programme de 1^{ère} S. Le chapeau de cette partie décline certaines caractéristiques épistémologiques des sciences historiques : « La solidité du modèle est peu à peu acquise par l'accumulation d'observation en accord avec lui. »

Notons que ce mode de validation par la mise en cohérence de données multiples, connu par les programmeurs pour l'élaboration d'un modèle scientifique, est cependant peu mobilisé dans l'enseignement des objets typiquement historiques tels que la phylogénie ou l'origine de la vie. Et s'il est opportun de convoquer l'histoire des sciences pour aborder l'épistémologie des sciences au niveau de la construction d'une théorie, cela ne dédouane pas de mobiliser les objets et les démarches des sciences historiques dans la classe. Ces deux approches complémentaires ne sont pas interchangeables.

Concernant les sciences de l'évolution, ses objets historiques et fonctionnalistes sont effectivement présents dans les programmes et leur étude est répartie de la sixième à la terminale S, mais les approches fonctionnalistes sont majoritaires dans les activités proposées. Elles sont, bien entendu, pertinentes pour l'étude des mécanismes de l'évolution, mais sans travail conséquent sur les problèmes historiques il n'est guère possible d'entrer réellement dans les reconstitutions historiques, ou d'ouvrir une réflexion sur les « preuves de l'évolution » qui ne sont pas seulement des preuves expérimentales. Notons cependant que les nouveaux programmes de collège font une part plus importante à l'évolution, notamment en faisant le lien dès la sixième entre classification phylogénétique et évolution, ce qui n'était pas le cas dans les programmes précédents. En annexe des programmes, deux articles d'évolutionnistes reconnus, Guillaume Lecointre et Hervé Le Guyader (2016), redéfinissent les contours des concepts de l'évolution tels que l'hérédité, la variation, l'espèce, la sélection naturelle, la biodiversité. Hervé Le Guyader insiste également sur les liens entre histoire et évolution, et propose des manières de mobiliser l'histoire des sciences dans l'enseignement des SVT. Il sera pertinent d'étudier l'impact de cette actualisation des connaissances sur les pratiques enseignantes.

Cependant, au lycée, certains des thèmes historiques abordés au collège ne sont pas réinvestis (origine de la vie, crise biologique) et ce sont majoritairement les mécanismes liés à l'évolution qui sont présents, et étudiés à juste titre dans des approches fonctionnalistes (mutation, diversification du génome, sélection naturelle, dérive génétique). Nous remarquons également qu'il n'y a pas de réelle synthèse sur l'évolution au lycée, qui serait pourtant attendue à la fin de la classe de troisième, et donc pas de formulation élaborée de cette théorie pour un élève sortant de la filière scientifique.

Comment expliquer la faible part des démarches historiques dans l'enseignement des SVT et spécialement dans celui de l'évolution ? Si nous comparons les programmes de Terminale S actuels avec les précédents (2002), nous constatons une diminution de la part concernant des problèmes historiques de l'évolution. En effet, la phylogénie n'est plus enseignée qu'une semaine au lieu de trois, et le chapitre consacré à la mesure du temps est réduit de moitié. L'origine de la vie et les crises biologiques ne sont plus au programme du lycée, mais sont enseignées au collège. En contrepartie les parties concernant les processus de diversification du génome se sont développées.

Faut-il mettre cette orientation vers les sciences fonctionnalistes au lycée en relation avec l'évaluation des capacités expérimentales (ECE)⁴ qui s'est mise en place en 2013 ? Au cours de cette épreuve, l'élève est évalué sur ses capacités à proposer et à réaliser un protocole expérimental pour résoudre une problématique. Il existe des sujets pour chaque chapitre du programme (25 par année) mais ils sont obligatoirement axés sur des problèmes fonctionnalistes, puisqu'il s'agit de manipuler et d'expérimenter dans la classe. La préparation de cette épreuve tout au long de l'année renforce nécessairement la part des démarches

⁴ Épreuve pratique du baccalauréat S. La note obtenue compte pour un cinquième de la note finale de SVT.

fonctionnalistes dans l'enseignement des SVT, ce qui questionne l'impact des modes d'évaluation sur les choix programmatiques.

Nous pouvons aussi évoquer, comme autre élément à charge, l'enseignement par compétence, qui se développe particulièrement dans les derniers programmes du collège. Par exemple, les deux compétences « scientifiques » travaillées au cycle 4 sont : « pratiquer des démarches scientifiques » et « concevoir, créer, réaliser ». La première se décline notamment en « formuler une question ou une problématique », « proposer des hypothèses et concevoir des expériences pour la tester », « utiliser des instruments d'observation, de mesures et des techniques de préparation de collecte » et « interpréter des résultats et en tirer des conclusions ». La seconde compétence est présentée ainsi : « concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental ». Nous sommes là principalement dans la sémantique des sciences fonctionnalistes ce qui ne peut que renforcer la tendance générale repérée ici.

D'un autre côté, les nouveaux programmes du collège concernant l'évolution mettent davantage l'accent sur les problèmes historiques, apportant un contrepoint à la tendance fonctionnaliste présente au lycée dans ce champ scientifique. Cependant l'épistémologie des sciences historiques n'est toujours pas clairement explicitée dans ces nouveaux programmes, et il sera pertinent d'identifier des moyens de résoudre cette contradiction.

Conclusion

La connaissance approfondie de l'épistémologie des sciences historiques et fonctionnalistes est selon nous un enjeu essentiel de la formation scientifique. Elle seule permet la compréhension fine de ce que sont les démarches et les modes de validation des savoirs scientifiques, et permet d'investir le « rapport au vrai », restreint trop souvent dans l'enseignement des SVT à la seule preuve expérimentale. Les démarches historiques sont par ailleurs les seules qui permettent d'aborder le rapport au temps long et à la contingence, deux concepts majeurs pour une compréhension réelle de l'évolution. Plus globalement, l'épistémologie est un outil incontournable pour la formation à l'esprit critique, qui constitue un objectif transversal de l'enseignement, mis en avant dans les nouveaux programmes du collège.

Nous avons repéré la présence des objets des sciences historiques dans les programmes, mais elle contraste avec, d'une part, leur prise en charge dans des démarches majoritairement fonctionnalistes et d'autre part, une explicitation trop rudimentaire de l'épistémologie des sciences historiques. Ces éléments nous conduisent à proposer que l'épistémologie des sciences historiques constitue un impensé de l'enseignement des sciences.

Selon nous, cet état de fait est la conséquence d'un manque de clarification entre démarche d'enseignement des sciences et démarches scientifiques. Dans les laboratoires de recherche, les démarches scientifiques sont en permanence ajustées à la nature des objets d'étude, et au type de problème abordé. Les chercheurs en biologie évolutive travaillent à la fois sur des problèmes historiques et fonctionnalistes, et mobilisent les raisonnements et les modes de validation adéquats. Dans l'enseignement des sciences le mouvement inverse s'opère : il existe une démarche d'enseignement type (la démarche d'investigation), très orientée dans ses déclinaisons vers les pratiques fonctionnalistes, qui seules permettent la manipulation et l'expérimentation. Sa formulation initiale dans les programmes (formulation d'une problématique, l'énoncé d'une stratégie pour éprouver les hypothèses, mise en œuvre d'un projet, confrontation des résultats et des hypothèses) est bien compatible avec des démarches historiques et fonctionnalistes, mais les explications qui détaillent cette démarche d'investigation orientent les activités vers le pôle expérimental. Dans ce cadre, les objets d'étude, quelle que soit leur nature, sont contraints d'entrer dans ce canevas, restreignant la possibilité d'aborder l'ensemble des spécificités épistémologiques des sciences du vivant et de la Terre, et plus spécialement celles de l'évolution. Pour répondre aux questions des élèves sur l'évolution, l'enseignant ne disposant que de la « preuve expérimentale » dans sa « besace » épistémologique se trouve

nécessairement en difficulté. Selon nous, seule une réelle formation en épistémologie dans le cursus des enseignants de SVT lui permettrait d'avoir une meilleure prise en charge de la théorie de l'évolution en tant qu'objet d'enseignement, conçue à partir des objets de savoirs et des problèmes soulevés.

Bibliographie

■ Monographies

CHALMERS Allan F. (1987), *Qu'est-ce que la science ?*, Paris, La Découverte (pour la traduction française).

COQUIDÉ Maryline et TIRARD Stéphane (2009), *L'évolution du vivant : un enseignement à risque ?*, Paris, Vuibert, ADAPT-SNES.

DELSOL Michel (1985), *Cause, loi hasard en biologie*, Paris, Librairie philosophique J. Vrin.

LECOINTRE Guillaume (dir.) (2009), *Guide critique de l'Évolution*, Paris, Belin.

MAURINES Laurence (2010), *Sciences & religions, quelles vérités, quel dialogue*, Paris, Vuibert.

MAYR Ernst (1982/1995), *Histoire de la biologie : diversité, évolution et hérédité*, Tome 1, Paris, Fayard (Traduction par Marcel Blanc)

MORANGE Michel (2011), *La vie, l'évolution et l'histoire*, Paris, Odile Jacob.

ORANGE Ravachol Denise (2012), *Didactique des sciences de la vie et de la Terre : entre phénomènes et événements*, Rennes, Presses Universitaires de France.

■ Chapitres d'ouvrage

DE RICQLÈS Armand et PADIAN Kevin (2009), « Quelques apports à la théorie de l'Évolution, de la "Synthèse orthodoxe" à la "Super synthèse évo-dévo" 1970-2009 : un point de vue », *Comptes Rendus Palevol*, vol.8, n°2-3, Paris, Elsevier-Masson, p.341-364.

FORTIN Corinne (2000), « Causalité et finalité. Les causes de l'évolution », dans Guy Rumelhard (dir.), *Les formes de causalité dans les sciences de la vie et de la Terre. Approche didactique : représentation, conceptualisation, modélisation*, Paris, Institut national de la recherche pédagogique, p.81-101.

MADRELIEUX Stéphane (2010), « Le pragmatisme et les variétés de l'expérience », dans Laurent Perreau (dir.), *L'expérience*, Paris, Vrin, p.111-131.

PIGLIUCCI Massimo (2013), « The nature of evolutionary biology: at the borderlands between historical and experimental science », dans Kostas Kampourakis (dir.), *The philosophy of biology: a companion for educators*, New York, New York academy of sciences, p.87-100.

■ Articles

BRONNER Gérald (2007), « La résistance au darwinisme : croyances et raisonnements », *Revue française de sociologie*, n°48, p.587-607.

DE RICQLÈS Armand (1996), « Biologie historique et évolutionnisme. Leçon inaugurale », *Collège de France*, n°137.

FITZHUGH Kirk J. (2005), « Les bases philosophiques de l'inférence phylogénétique : une vue d'ensemble », *Biosystema*, n°24, p.83-106.

GAYON Jean (2004), « De la biologie comme science historique », *Sens [Public]*, p.1-11, En ligne www.sens-public.org

GAYON Jean (2002), « Exobiologie, aspects historiques et épistémologiques », *Cahiers François Viète*, Série 1, n°4, p.5-7.

ORANGE RAVACHOL Denise (2005), « Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en sciences de la terre chez les chercheurs et chez les lycéens », *Aster*, n°40, p.177-204.

TRIQUET Éric & PAULIN Fabienne (2017), « En quoi la théorie synthétique de l'évolution est-elle une théorie scientifique ? », *Biologie Géologie APBG*, n°1, p.131-140.

■ *Acte de colloque*

CLÉMENT Pierre (2004), « Science et idéologie : exemples en didactique et épistémologie de la biologie », *Actes du colloque Science - Médias - Société*, Lyon, ENS-LSH, p.53-69.

■ *Publications du ministère de l'Éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la culture*

LECOINTRE Guillaume (2016), « Une nouvelle biologie, qui prend mieux l'évolution en compte », *Eduscol.education.fr/Ressources*, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, En ligne <http://cache.media.eduscol.education.fr>

LE GUYADER Hervé (2016), « De la difficulté de l'enseignement du concept de biodiversité », *Eduscol.education.fr/Ressources*, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, En ligne <http://cache.media.eduscol.education.fr>

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

- (2010a), « Programme de sciences de la vie et de la Terre en classe de seconde et technologique », *Bulletin officiel spécial*, n°4, 29 avril 2010.
- (2010b), « Programme d'enseignement spécifique de sciences de la vie et de la Terre en classe de première de la série scientifique », *Bulletin officiel spécial*, n°9, 30 septembre 2010.
- (2011), « Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de SVT-Classe terminale de la série scientifique », *Bulletin officiel spécial*, n°8, 13 octobre 2011.
- (2015), « Programme pour les cycles 2, 3, 4 », *Bulletin officiel spécial*, n°11, 26 novembre 2015, p.183-196, p.339-351.

■ *Manuels scolaires*

LIZEAUX Claude et BAUDE denis (dir.) (2012), *SVT TermS enseignement spécifique*, Malesherbes, Maury Imprimeurs.

- (2012), *SVT TermS enseignement de spécialité*, Italie, Bona.
- (2011), *SVT 1reS*, Saint Armand Montrond, Clerc.
- (2010), *SVT 2^{nde}*, Malesherbes, Maury Imprimeurs.

JUBAUT-BREGER Marc (dir.) (2012), « SVT TermS spécifique », Italie, Cayfosa.

- (2012), « SVT TermS spécialité », Italie, Grafica Veneta.
- (2011), « SVT 1S », Italie, Grafica Veneta.
- (2010), « SVT 2^{nde} », Italie, Grafica Veneta.