

Les sciences de la Terre dans l'enseignement secondaire français

Regard historique et épistémologique

Pierre Savaton

Institut Universitaire
de Formation des Maîtres
Université de Caen –
Basse-Normandie
186 rue de la Délivrande
F – 14053 Caen cedex 04

E-mail:
pierre.savaton@unicaen.fr

In Reynard E., Laigre L. et Kramar N. (Eds) (2011). *Les géosciences au service de la société. Actes du colloque en l'honneur du Professeur Michel Marthaler*, 24-26 juin 2010, Lausanne (Géovisions n° 37). Institut de géographie, Université de Lausanne.

Introduction

La géologie est une science fort jeune, née à la charnière des XVIII^e et XIX^e siècles du croisement entre les théories spéculatives sur l'origine et la structure de la Terre des XVII^e et XVIII^e siècles, les descriptions empiriques des terrains, sous l'influence marquante de la géognosie de l'école de Freiberg, et les premières expériences de laboratoire sur la fusion/cristallisation des roches (Rudwick, 2005 ; Fritscher & Henderson, 1998 ; Laudan, 1987 ; Gohau, 1987). Elle s'organise au début du XIX^e siècle avec la création de sociétés savantes spécifiques, de chaires universitaires de minéralogie, puis de géologie, la publication et la diffusion de revues et d'ouvrages dédiés à cette nouvelle science. Son enseignement déborde rapidement la tradition des écoles minières et apparaît en France dans l'enseignement secondaire issu de la Révolution (Savaton, 2002). Enseignée conjointement avec les sciences du vivant, au sein d'une discipline nommée histoire naturelle, puis sciences naturelles (1902), puis sciences de la vie et de la Terre (SVT) (1994), elle est toujours restée secondaire par sa place réduite dans les plans d'études et par ses horaires (Savaton, 2002). Ballotée tout d'abord de classes en classes, elle s'est installée depuis 1880 en classe de quatrième (élèves de 13 à 14 ans) et depuis 1965 en classe de première (élèves de 16 à 17 ans). Présente épisodiquement dans le programme des questions au baccalauréat au XIX^e siècle, elle s'y est maintenue au long du XX^e siècle sous forme de questions de paléontologie. Enseignée en terminale scientifique à partir de 1994, elle donne lieu régulièrement depuis à des questions dans l'épreuve de SVT du baccalauréat scientifique. Ce sont donc plus de 200 ans d'enseignement secondaire de géologie que nous nous proposons d'aborder en ces quelques pages.

La géologie dans les plans d'études du secondaire

La minéralogie dans les écoles centrales

Des éléments de minéralogie figurent dans le cours de sciences physique des écoles centrales (1795-1802) et parfois également dans celui d'histoire naturelle (Duris, 1996). Si cette dernière se limite normalement à la zoologie et à la botanique, il n'est pas rare d'y ajouter les pierres et minéraux, comme troisième règne de la nature. C'est ce que fait par exemple Constant Duméril (Duméril, 1804) dans son *Traité élémentaire d'histoire naturelle*, ouvrage commandé pour servir de programme d'enseignement. A l'étude des *corps organisés*, il ajoute l'étude des *corps bruts*. Le *Traité élémentaire de minéralogie avec des applications aux arts* d'Alexandre Brongniart (Brongniart, 1807), tout comme le *Traité de minéralogie* de René-Just Haüy (Haüy, 1801), consiste essentiellement en un exposé des propriétés des minéraux et de la classification minéralogique qui en découle. L'enseignement des sciences de la Nature se veut méthodique, c'est-à-dire systématique. Il s'agit de décrire et classer des objets, mais pas encore de comprendre des phénomènes. L'étude des minéraux conduit toutefois à l'étude des roches et des terrains qui les renferment. Les promenades dans la nature sont encouragées. Elles servent tout à la fois à prendre l'air, à marcher (souvent en ordre) et à collecter les échantillons qui viennent constituer les collections des établissements. Les instructions officielles prévoient que les écoles

centrales soient dotées d'un jardin botanique et d'un cabinet d'histoire naturelle, mais peu le furent.

De la minéralogie à la géologie

Dans les années 1830, la minéralogie quitte l'enseignement des sciences physiques, où persiste toutefois un cours de cristallographie, pour rejoindre l'histoire naturelle. Un projet de programme de 1833 ajoute à l'étude des propriétés des minéraux quelques notions générales sur la structure de l'écorce du globe, la formation et la classification des terrains, la cristallisation, les mines et les sources, les volcans et les tremblements de terre, les fossiles, l'étude de la tourbe et de la houille et un résumé sur les *révolutions du globe*. Simple projet sans lendemain immédiat, mais premier projet de programme de géologie, il témoigne de la vitesse à laquelle la science savante est introduite dans l'enseignement secondaire. Le terme *géologie* figure pour la première fois dans un texte officiel pour l'enseignement à l'occasion du nouveau programme des questions au baccalauréat ès sciences de 1837. En quelques années le terme de minéralogie disparaît des programmes et ouvrages scolaires et la discipline est intégrée dans le cours de géologie.

L'établissement d'une discipline scolaire

La hiérarchie des sciences, qui s'établit fortement au début du XIX^e siècle, se répercute sur l'enseignement secondaire, où l'histoire naturelle passe après les sciences physiques et les mathématiques. Les sciences et les techniques, comme héritage de la Révolution et des Lumières, ne font pas bon ménage avec l'attachement des conservateurs aux humanités classiques de l'Ancien Régime. Aussi les changements de régime, qui se succèdent au cours de ce siècle, se traduisent à chaque fois par des réformes de l'enseignement et une révision de la place qu'y occupent les sciences. La réforme majeure de 1852, dite « réforme de la bifurcation des études » (Hulin, 1989), parce qu'elle crée deux sections secondaires classiques, l'une tournée vers les lettres et l'autre vers les sciences, entérine l'histoire naturelle et son cours de géologie. S'il reste secondaire, limité à une année, ballotté d'une classe à une autre, au cours des années qui suivent, il se maintient dans le paysage scolaire, avec son programme et ses exercices (observation d'échantillons, excursions, dessin). En 1865, on y étudie : les phénomènes géologiques actuels propres à faire comprendre les phénomènes anciens ; les sédiments et leur transport ; les torrents, fleuves et glaciers ; les volcans ; la constitution générale du globe terrestre, la nature et l'origine des roches qui en forment l'écorce ; la chaleur centrale, les roches ignées ou non stratifiées ; les soulèvements ; les terrains de sédiments anciens ou primaires, moyens ou secondaires, supérieurs ou tertiaires et quaternaires ; les principales substances minérales et corps organisés fossiles qu'on rencontre dans ces divers terrains ; les eaux minérales, les sources thermales et les puits artésiens. La réforme de Jules Ferry de 1880 établit la géologie dans la classe de 4^e (13 à 14 ans). Elle y est restée quasiment sans interruption jusqu'à aujourd'hui, avec comme nous le verrons plus loin une grande stabilité des orientations thématiques des programmes jusqu'aux années 1970 et l'introduction de la tectonique globale. Cet enseignement n'a en revanche pas réussi au XIX^e siècle à s'établir durablement dans les classes supérieures de l'enseignement

secondaire. Les sciences naturelles s'établissent dès la première moitié du XX^e siècle comme un enseignement général des quatre premières années du secondaire (avec de la géologie en 3^e année) et de l'année terminale. Les grandes réformes structurales de 1902 et de 1959 n'y changent rien.

Le renforcement d'un enseignement

Ce n'est qu'en 1965 qu'une réforme des trois dernières années de cet enseignement (désormais désigné comme « second cycle » et limité aux lycées) crée une classe de première « mathématiques et sciences naturelles » (élèves de 16 à 17 ans), avec un enseignement conséquent de géologie, et place en classes terminales un enseignement de paléontologie. Le programme de géologie de cette classe de première « D », rédigé par le géologue Jean Aubouin, est construit comme un programme allégé de premier cycle universitaire. Les études de terrain et la carte géologique y occupent une place de choix.

Les programmes de sciences naturelles du nouveau collège (collège *unique* pour tous les élèves de 11 à 15 ans), instauré en 1975, distribuent la géologie sur les classes de 4^e et de 3^e, et ceux de la seconde indifférenciée introduisent en 1987 des notions sur la formation et l'exploitation des ressources géologiques. L'enseignement de la géologie achève sa conquête du lycée en 1994 avec l'introduction en classe terminale scientifique d'une étude de l'histoire géologique et de l'évolution biologique de la Terre.

Les SVT sont enseignées aujourd'hui à tous les niveaux de l'enseignement secondaire et les sciences de la Terre se retrouvent dans les programmes des classes de 5^e, 4^e, 2nde, 1^{ère} S et Terminale S.

La géologie enseignée

La trilogie : objets, phénomènes, histoire

L'étude des programmes montre une très grande stabilité des contenus depuis l'introduction d'un enseignement de géologie au milieu du XIX^e siècle jusqu'à l'introduction du modèle de la tectonique globale à la fin des années 1970. Ils sont construits autour d'une trilogie : objets, phénomènes, histoire.

Les objets ont tout d'abord été les minéraux, puis les roches et les fossiles. Il s'agissait de les décrire et de les classer, selon une démarche méthodique revendiquée par les naturalistes. L'étude des phénomènes géologiques et l'intérêt pour l'histoire de la Terre ont orienté ensuite l'analyse de ces objets vers la reconstitution des conditions passées. L'étude des phénomènes géologiques est introduite dans la deuxième moitié du XIX^e siècle. Selon le principe de l'actualisme, il s'agissait de comprendre les phénomènes actuels pour reconstituer l'histoire des roches et paysages passés. Enfin, l'histoire des terrains ou *histoire du sol de France* est introduite, d'abord comme chronologie et description des terrains, puis comme reconstitution de l'histoire géologique

et biologique de la Terre.

Si l'enseignement des minéraux, roches et fossiles s'est essentiellement appuyé sur des collections, celui des phénomènes a eu recours à des illustrations fixes, puis mobiles, à des expérimentations, et celui de l'histoire des terrains s'est construit avec l'aide des cartes géologiques et de descriptions écrites. Bien des géologues et réformateurs ont dénoncé cet enseignement trop souvent coupé du terrain, alors même que les programmes souhaitaient s'appuyer sur les ressources géologiques locales ou régionales. Des essais de lecture et des réalisations de cartes géologiques locales figurèrent également dans les textes, mais jamais de manière durable.

Les volcans et les tremblements de terre sont enseignés depuis les premiers programmes des années 1830, avec seulement une éclipse de 1970 à 1979.

L'enseignement de la tectonique globale

Le modèle de la tectonique globale est introduit dès 1979 dans le programme de la classe de 4^e, en prolongement de l'étude de la géologie locale, et l'année suivante en classe de 3^e, comme explication de la répartition des volcans et tremblements de Terre. La classe de 4^e visait à développer les capacités d'observation et d'analyse. Celle de troisième devait y ajouter la synthèse géologique et l'abstraction. La reconstitution de l'histoire géologique locale replacée dans un cadre global devait assurer cette continuité.

C'est à la faveur de la restructuration des classes de première scientifique (fusion des 1^{re} C et 1^{re} D en 1^{re} S) en 1982, que les programmes de géologie des années 1960 sont révisés et que la géodynamique interne est introduite. L'étude de la géologie locale devait conduire à celle de la géologie globale et développer l'esprit de synthèse et d'abstraction. Mais, se servir du local pour comprendre le global n'est pas sans difficultés et les documents sont venus rapidement remplacer les observations de matériels. La géodynamique des années 1980 s'est centrée dans les années 1990 sur les aspects thermodynamiques (*Terre et énergie* du programme de 1^{re} S de 1992) tout en confortant sa visée historique (*Histoire et évolution de la Terre* du programme de TS de 1994).

Ces vingt années d'enseignement de tectonique globale expliquent sans doute la mention dans le programme de 1^{re} S de 2002 d'une *classe de terrain*. Il s'agissait de réintroduire une étude de terrain, abandonnée progressivement par ces classes.

Trois aspects clés de cet enseignement

L'enseignement de géologie, entre laboratoire et terrain

Si le terrain était le lieu de la collecte d'échantillons, c'était toujours pour leur étude ultérieure en classe. L'échantillon étant plus important que l'échantillonnage, l'étude d'objets tirés des collections pouvait se substituer au terrain. Et c'est ce qui fut fait.

Le changement de dénomination en 1902 de *l'histoire naturelle* en *sciences naturelles* était fortement justifié par la représentation d'une science moderne où l'étude en laboratoire représentait un degré supérieur à l'étude sur le terrain. L'histoire naturelle était une science d'observation ; les sciences naturelles devaient être des sciences expérimentales et explicatives. Eugène Caustier (1905) écrivait ainsi : « *Les observateurs qui se plaisaient à contempler ont voulu expliquer et ils ont abandonné les champs et les bois pour les laboratoires.* » L'Union des naturalistes, unique association des professeurs de sciences naturelles créée en 1911, a été rebaptisée Association des Professeurs de Biologie-Géologie en 1965, confirmant, s'il en était encore besoin, cette volonté d'abandonner une étiquette naturaliste jugée trop ancienne par rapport à la modernité revendiquée par l'enseignement des sciences naturelles (Savaton, 2011a).

Le terrain ne fut pourtant jamais ni renié, ni totalement abandonné. Les réformateurs de 1902 affirmaient l'utilité de l'excursion pour compléter le cours et garder à celui-ci l'aspect *concret et vivant* et les instructions officielles des années suivantes ne manquaient pas de rappeler l'intérêt des excursions géologiques. Les instructions de 1938, marquées par leur plaidoyer pour les méthodes actives, faisaient également du terrain un lieu privilégié pour s'interroger sur l'histoire de la Terre et apprendre les gestes techniques du géologue. L'échantillonnage et le croquis de terrain devaient aider à faire le lien entre le terrain et le travail en classe sur échantillons et cartes. Le programme de 4^e de 1959 allait jusqu'à proposer l'établissement d'une carte géologique locale simplifiée, à partir de l'étude de terrain. Si la carte devait être simplifiée c'était aussi parce que la complexité du terrain ne pouvait être niée. Bien au contraire, cette complexité fut mise en avant, à partir des années 1950 et au début des années 1960, pour défendre la nécessité d'un enseignement des sciences naturelles pour tous les élèves du secondaire. Dans ce contexte, le terrain, lieu du concret et du réel, était également le lieu du complexe qu'il ne fallait pas cacher mais revendiquer. Dans le prolongement d'Emile Durkheim (1925), il s'agissait de « *faire comprendre à l'enfant ce qu'il y a de complexe dans les choses et ce que cette complexité a de parfaitement réel* ». Abandonner le terrain, c'était abandonner une complexité, c'était réduire le réel. Cet attachement au terrain était toutefois plus une revendication qu'une réalité. Marcel Oria, président de l'Union des Naturalistes de 1957 à 1960, écrivait en 1947 dans l'un de ses manuels scolaires : « *L'enseignement de la géologie devrait se faire sur le terrain* ». Mais, à défaut, il ajoutait : « *une leçon de géologie ne se conçoit pas sans cartes* ».

L'introduction de la tectonique globale en classe de 4^e en 1979 affirme le terrain comme point de départ d'une démarche hypothético-déductive. La sortie devait servir d'introduction au cours, elle devait *poser* le problème auquel on répondrait ensuite par un travail en classe. La classe de 3^e maintenait cette distance en cherchant dans la géodynamique globale l'interprétation d'observations parfois locales, étudiées en classe sous forme de documents. En première scientifique (1988), l'étude *quasi* exclusive de documents-papier faisait de l'éventuelle sortie de fin d'année une illustration de l'étude réalisée auparavant en classe. Cet éloignement de la réalité du terrain justifie sans doute en 2002 la volonté d'établir une *classe de terrain*, réduite

toutefois à une semaine de cours ou plus exactement au nombre d'heures de sciences naturelles d'une semaine de cours, c'est-à-dire moins d'une journée de terrain.

Derrière la relation terrain/laboratoire, c'est la relation concret/abstrait qui a toujours été mise en avant.

La relation concret/abstrait

L'enseignement des sciences naturelles est pris depuis bien des années dans une forte contradiction. Il revendique son attachement fondamental à l'étude du concret et à l'étude pratique de celui-ci, tout en s'appuyant de plus en plus sur des substituts du réel, qu'il s'agisse de documents-papier, de projections fixes ou animées, de maquettes analogiques ou de simulations informatiques. Les raisons sont multiples et nous ne pouvons pas les aborder ici en quelques mots. On y trouve à la fois la nature des objets biologiques et géologiques étudiés, les techniques et le temps nécessaires à leur étude, le coût, les effectifs d'élèves, etc. Il n'est pas rare que les travaux pratiques se fassent uniquement sur des documents.

Les programmes de 1902, qui souhaitaient que l'élève ait de ses yeux vu et de ses mains manipulé tous les objets étudiés en cours et qu'il ait réalisé lui-même les expérimentations, se sont heurtés à une difficulté pédagogique tout autant que matérielle. Rapidement, les photographies et projections (parfois de montages microscopiques) sont venues compléter, puis remplacer les objets réels. Le souhait de développer les manipulations expérimentales nécessitait un matériel nouveau, que la massification de l'enseignement secondaire au cours des années 1950-1960 ne permettait pas toujours de se procurer en nombre suffisant. La géologie n'a pas échappé à ces contraintes et solutions. Les sorties, dès qu'il fallait envisager un transport devenaient plus coûteuses qu'une plaquette de diapositives. Il en était de même pour les échantillons, les lames minces ou les cartes géologiques, qu'une illustration au sein d'un manuel scolaire remplaçait d'autant plus facilement que leur exploitation se réduisait. La volonté marquée dans les années 1960 de renforcer les aspects quantitatifs et mathématiques de cet enseignement a également poussé à travailler sur des graphiques, de moins en moins établis à partir d'observations et de mesures directes.

Les textes officiels des années 1990 souhaitaient renforcer la place du concret et de l'objet réel. Là aussi, les raisons étaient multiples : pédagogiques, sociologiques, tout autant que didactiques ou épistémologiques. Il est clair épistémologiquement que le substitut du réel est moins complexe et plus conceptuel. Les photographies d'objets, tout comme les objets sortis des tiroirs de collections mettent l'accent, attirent l'attention, guident le regard sur quelques caractéristiques de l'objet retenues par l'auteur de la photographie et l'enseignant. Ces caractéristiques sont généralement celles qui construisent le concept et leur mise en avant, si elle facilite l'apprentissage d'une définition, ignore la variabilité réelle de l'objet ainsi échantillonné. Un échantillon d'un granite gris à cristaux pluri-millimétriques de quartz, d'orthose et de biotite est une bonne approximation conceptuelle d'un granite. Mais cet échantillon est une étude de cas, qui ne permet pas de discuter les limites et extensions du concept

de granite ainsi illustré. Le concept construit à partir de cet échantillon est souvent insuffisant pour permettre l'identification ultérieure d'un autre échantillon où d'autres minéraux seraient présents (plagioclase, muscovite, amphibole, etc.), où l'orthose serait de teinte rose et la roche à grain fin. L'observation d'une diversité d'échantillons de granite est une aide, sinon une nécessité, pour construire le concept de granite. La simplification opérée par le choix d'un objet, si elle semble à première vue faciliter l'apprentissage de l'élève, fragilise en fait la construction d'un concept opérationnel, c'est-à-dire utilisable dans d'autres situations. Le réel construit dans la classe ne permet pas toujours à l'élève de reconnaître le réel du terrain et les sorties scolaires ou universitaires qui viennent illustrer un cours montrent régulièrement ce décalage (Orange et al., 1999). Mais, derrière la relation concret/abstrait, c'est aussi la relation observation/théorie qui est en jeu.

La relation observation/théorie

La géologie enseignée a souhaité, sinon depuis ses débuts, au moins depuis 1902, partir de l'observation de terrain, de l'observation d'objets concrets pour aller de manière inductive vers l'interprétation, la généralisation et l'exposé des théories. A cet inductivisme, tout d'abord fortement revendiqué, puis masqué dans les années 1970 par l'affichage d'une démarche hypothético-déductive, se substitue depuis le début des années 2000 un discours sur l'enseignement des modèles. La géologie enseigne des modèles qu'il convient de faire comprendre aux élèves en utilisant l'observation comme une illustration de ces modèles. Souhaitons qu'on puisse même aller au-delà en faisant des tests des modèles. Mais pour cela il faudrait sans doute penser autrement le terrain et sa place dans l'enseignement de la géologie. S'il était artificiel de tenter de tirer d'une journée d'excursion les observations qui allaient ensuite permettre de résoudre le problème brièvement construit ou énoncé et donc artificiel, de faire reposer les conclusions et la théorisation finale sur de prétendues observations *a priori*, il peut être tout aussi artificiel d'expliquer un modèle complexe comme ceux de la géologie actuelle par quelques observations, manipulations de maquettes ou simulations informatiques.

Conclusion

Les sciences de la Terre sont enseignées dans le secondaire français depuis l'introduction d'un enseignement des sciences de la nature en 1795. Elles ont toujours été associées aux sciences de la vie au sein d'une même discipline scolaire partageant ainsi des objectifs pédagogiques et une épistémologie fondée sur l'observation d'objets naturels concrets, sur le raisonnement par induction, puis sur une démarche hypothético-déductive et enfin une démarche d'investigation. Leur enseignement, s'il s'est toujours revendiqué par nature comme lié au terrain, est passé progressivement de l'étude majoritaire d'objets de collections, à l'étude des phénomènes géologiques au travers de documents. Mais, si la France a une longue expérience scolaire de l'enseignement de la géologie, elle a en revanche très peu d'études historiques, didactiques, pédagogiques ou épistémologiques sur cet enseignement. Si les sciences de la Terre font partie de l'enseignement général des collèges et des lycées, l'ancien élève, l'enseignant ou le chercheur savent aussi que cette discipline fut et reste une disci-

plaine mal aimée, mal comprise et vite oubliée. Les questions sur son enseignement sont donc multiples et le choix d'introduire un enseignement historique du modèle de la tectonique des plaques, à la rentrée 2011 en classe de première scientifique, n'est sans doute pas le moindre des paradoxes (Savatton, 2011b). Si la construction historique de ce modèle est en effet un bel exemple pour une réflexion et un apprentissage épistémologique, son enseignement scolaire ne peut suffire à rééquilibrer un enseignement des sciences de la Terre très peu ouvert par ailleurs à cette dimension.

Bibliographie

Sources primaires

- Brongniart A. (1807). *Traité élémentaire de minéralogie avec des applications aux arts*. Paris, Deterville.
- Duméril C. (1804). *Traité élémentaire d'histoire naturelle*. Paris, Deterville.
- Haüy R.-J. (1801). *Traité de minéralogie*. Paris, Louis.

Nous n'indiquons pas dans ces sources les très nombreux textes officiels qui ont défini l'enseignement secondaire français des sciences de la Terre. Le lecteur pourra en revanche retrouver les références de ces textes dans l'article cité dans les références bibliographiques ci-dessous (Savatton, 2002).

Sources imprimées

- Caustier E. (1905). L'enseignement des sciences naturelles dans le premier cycle, In Le Dantec et al. (eds). *L'enseignement des sciences naturelles et de la géographie*. Paris, Imprimerie nationale, 59-84.
- Duris P. (1996). L'enseignement de l'Histoire naturelle dans les écoles centrales (1795-1802). *Revue d'Histoire des Sciences*, 99(1), 23-52.
- Durkheim E. (1925). *L'éducation morale*. Paris, PUF.
- Fritscher B., Henderson F. (1998). *Toward a history of mineralogy, petrology, and geochemistry*. München, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften.
- Gohau G. (1987). *Histoire de la géologie*. Paris, La Découverte.
- Hulin N. (1989). *L'organisation de l'enseignement des sciences*. Paris, CTHS.
- Laudan R. (1987). *From mineralogy to geology. The foundations of a science, 1650-1830*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Orange C., Beorchia F., Ducrocq P., Orange D. (1999). Réel de terrain, réel de laboratoire et construction de problèmes en sciences de la vie et de la Terre. *Aster*, 28, 107-129.
- Oria M. (1947). *Sciences d'observation. Géologie. Botanique. Classe de quatrième et cours complémentaires*. Paris, Hatier.
- Rudwick M. J. S. (2005). *Bursting the limits of time. The reconstruction of geohistory in the Age of revolution*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Savatton P. (2002). De la minéralogie aux sciences de la Terre. La géologie dans l'enseignement secondaire de 1795 à 1988. *Revue d'Histoire des Sciences*, 55(4), 533-558.

- Savaton P. (2011a). L'enseignement des sciences naturelles dans les années 1960 : entre réformes, révolution et reconnaissance. In D'Enfert R., Kahn P. (dir.). *La politique scolaire des années 1960 : aspects institutionnels et enjeux disciplinaires*. Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, 121-139.
- Savaton P. (2011b). Histoire des sciences et démarche historique dans l'enseignement des SVT. Quelle histoire de la tectonique des plaques ? *Recherche en didactiques des sciences et des technologies*, 3, sous presse.