



VOIE GÉNÉRALE

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Sciences de la vie et de la Terre

ENSEIGNEMENT

SPECIALITÉ

RECONSTITUER UNE HISTOIRE GÉOLOGIQUE - DÉMARCHES ET PROBLÉMATISATION

Thème

Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

Note d'intention

L'objectif de cette fiche est de fournir aux professeurs des éléments didactiques et épistémologiques pour la mise en œuvre du sous-thème « À la recherche du passé géologique de notre planète ».

Mots-clés

Reconstruction d'une histoire géologique – démarche fonctionnaliste – démarche historique – enquête - phénomène – événement – problématisation historique – nécessité et contingence – rétro-diction – actualisme.

Références au programme

À la recherche du passé géologique de notre planète :

- le temps et les roches ;
- les traces du passé mouvementé de la Terre.

SOMMAIRE

<i>Un enjeu épistémologique : les sciences de la vie et de la Terre, science fonctionnaliste et science historique</i>	2
<i>Construire une démarche historique</i>	3
Distinguer phénomènes géologiques et événements géologiques	3
La démarche historique : une articulation entre deux opérations pour mener une enquête critique	4
<i>Pistes pour une problématisation historique</i>	6
Une problématisation par rétro-diction	6
Point de vigilance sur la question de l'actualisme	7

Un enjeu épistémologique : les sciences de la vie et de la Terre, science fonctionnaliste et science historique

« À la recherche du passé géologique de notre planète », ce titre évoque d'emblée la dimension historique dans le traitement de ce sous-thème du programme.

Cette dimension est à nouveau précisée dans les objectifs portés au bulletin officiel : il s'agit pour les élèves de mobiliser « leurs acquis de la classe de première sur la tectonique globale actuelle (notamment les marqueurs de collision ou d'extension) pour reconstituer l'histoire géologique de la Terre et notamment sa paléogéographie ».

Cette partie du programme s'appuie ainsi sur la **diversité des démarches scientifiques** qu'offre la discipline des sciences de la vie et de la Terre : elle conjugue tout à la fois les ambitions d'une **science fonctionnaliste** et d'une **science historique**.

En tant que **science fonctionnaliste**, la discipline s'attache à comprendre le fonctionnement du vivant ou de la Terre en faisant appel à des lois. Il s'agit alors de questionner le « comment », de proposer un cadre explicatif permettant d'identifier des **phénomènes** biologiques ou géologiques et de construire des modèles théoriques. Dans ce contexte s'engage une démarche scientifique et une problématisation fonctionnaliste basées sur l'expérimentation et un mode de raisonnement hypothético-déductif. En géosciences, de telles problématisation conduiront par exemple les élèves à expliquer les mécanismes de fusion partielle dans différents contextes géodynamiques. Cependant, ce cadre explicatif consistant à étudier les mécanismes à l'origine des objets géologiques du réel exclut la dimension temporelle dans le fil linéaire du temps, rendant complexe d'inscription des phénomènes dans une histoire géologique.

Considérée comme une **science historique**, la discipline s'emploie à reconstituer le passé, que ce soit l'histoire du vivant ou l'histoire de la Terre. Dans cette approche, la reconstitution d'une histoire ne peut être réalisée uniquement avec des lois,

laissant place également au hasard et à la contingence¹. Cette dimension caractérise ainsi toute la diversité des démarches puisqu'il s'agit dans ce cas de singulariser des **événements** inscrits cette fois-ci dans le temps et dont la succession permet de proposer la reconstitution d'une histoire géologique. Pour ce faire, il convient de mettre en œuvre une démarche et une problématisation historique.

Dans le parcours de l'élève du cycle 3 à la classe de première, une approche par la gestion des risques et la construction de modèles explicatifs ont principalement jalonné le traitement des programmes.

Dès lors, on saisit bien tout l'enjeu dans le traitement de ce sous-thème du programme de terminale. **Comment mettre en œuvre une telle démarche historique ? Quel type de problématisation peut-on mener avec les élèves ?**

Construire une démarche historique

Distinguer phénomènes géologiques et événements géologiques

Les sciences de la Terre articulent ainsi une science fonctionnaliste (expliquer le fonctionnement actuel de la Terre) et une science historique (reconstituer l'histoire de la Terre)². Deux démarches coexistent dans le traitement des programmes dans le parcours de formation de l'élève et caractérisent science des phénomènes et celle des événements :

- la démarche fonctionnaliste qui consiste à étudier les mécanismes à l'origine des objets du réel. Cette démarche conduit à la construction des **phénomènes**, répétables et qui participent à élaboration d'une loi ;
- la démarche historique étudie les objets géologiques dans leur contexte spatio-temporel où il s'agit de « faire parler le terrain » pour remonter aux **événements** qui ont présidé à sa mise en place actuelle.

À l'inverse des phénomènes qui sont construits le plus souvent à l'écart du temps, les événements, eux, prennent place dans une « histoire »³. Il s'agit de « faire parler le terrain » pour remonter aux événements qui ont présidé à sa mise en place actuelle. Mais, à l'inverse des phénomènes qui sont construits le plus souvent à l'écart du temps, les événements, eux, prennent place le long des temps linéaires.

1. Gayon, La biologie entre loi et histoire. *Philosophie*, n°38, p. 50-57. 1993

2. Orange-Ravachol Denise. « Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en sciences de la Terre chez les chercheurs et chez les lycéens », *ASTER* N° 40. 2005

3. Dessart François, Triquet Éric, « Les analepses dans les récits de médiation géologique « sur le terrain » : un outil pour mobiliser la démarche historique ? », *Recherche en didactique des sciences et des technologies*, N°19, 2019

Ces événements géologiques se construisent comme des éléments⁴ :

- **uniques** : ils ne se produisent qu'une fois et ne se reproduisent pas à nouveau au sein de l'histoire géologique (deux éruptions volcaniques en un même lieu mais à des dates différentes constituent bien, même si elles sont similaires dans leur dynamisme éruptif, deux événements distincts). En ce sens, chaque événement est tout à la fois daté par les méthodes de chronologies relative et/ou absolue et localisé dans un cadre géographique ;
- **imprédictibles** : la survenue d'un événement ne peut pas être prédite dans le sens où l'histoire géologique n'est pas écrite « à l'avance » ;
- **nécessaires** : un événement s'est produit par ce qu'un autre est survenu antérieurement, ce dernier lui étant « nécessaire » ;
- **contingents** : les événements auraient pu ne pas se produire, ne pas exister (à ce titre, un rifting continental peut ou non conduire à une océanisation, notamment dans ce dernier cas pour un rift avorté).

Ainsi, pour que survienne un événement, il faut « nécessairement » que se soit produit, auparavant, un certain nombre d'événements contingents dépendants les uns des autres, dans un ordre rigoureux (contrainte de temps linéaire) et dans un endroit précis (contrainte d'espace).

C'est par l'exploration des traces laissées par ces événements accomplis que le géologue peut reconstituer les contextes spatio-temporels des histoires géologiques.

Reconstituer une histoire consiste par conséquent à identifier et situer des événements géologiques interdépendants dans un ordre chronologique.

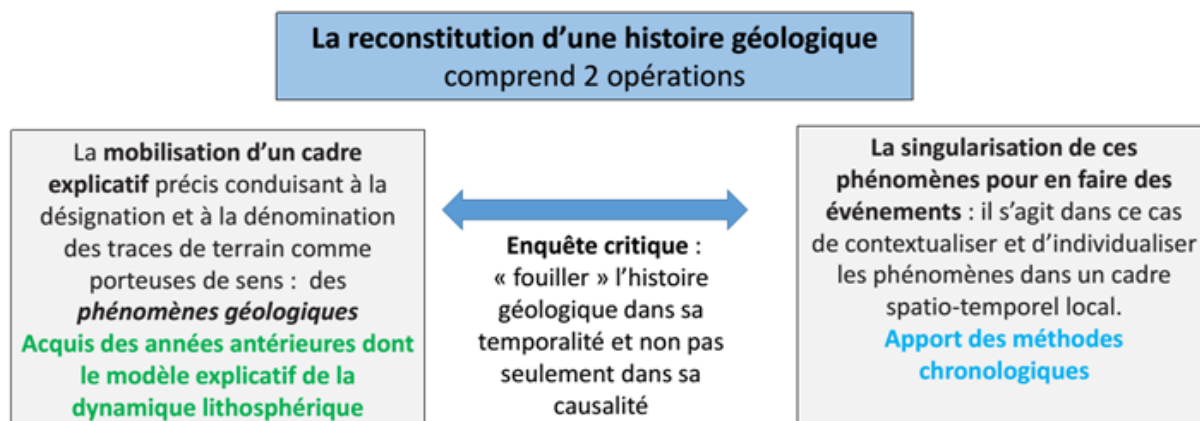
La démarche historique : une articulation entre deux opérations pour mener une enquête critique

La **reconstitution d'une histoire géologique** comprend deux opérations dont l'articulation permet de faire émerger une enquête critique :

- la mobilisation d'un **cadre explicatif** permettant d'identifier des **phénomènes** à partir des traces du terrain. Cette opération consiste à désigner et à la nommer des traces de terrain comme porteuses de sens : ce sont des phénomènes géologiques. Dans le cas présent, une mobilisation des acquis de la classe de première est requise ;
- la **singularisation** de ces phénomènes pour **en faire des événements** : il s'agit dans ce cas de contextualiser et d'individualiser les phénomènes dans un cadre spatio-temporel local ou global. Dans ce cadre, l'apport des méthodes chronologiques présent dans le programme prend tout son sens.

Si l'on se réfère au programme officiel (« comprendre comment un objet géologique, quelles que soient ses dimensions, témoigne d'une histoire que l'on peut reconstituer par l'application de méthodes chronologiques »), il s'agira ainsi de réaliser une **enquête critique** afin de « fouiller » l'histoire géologique dans sa temporalité et non pas seulement dans sa causalité.

4. Dessart François, Triquet Éric, « Médiation géologique de terrain explorer « le réel de terrain » et problématiser les événements grâce au récit », *Spiral-E. Revue de recherches en éducation, supplément électronique* au n°55, 2015. Supplément au n° 55 : Supports et pratiques d'enseignement : quels risques d'inégalités ? pp. 75-94



Dès lors, la démarche historique se révèle dans l'architecture du sous-thème du programme :

- les premières lignes introductives renvoient à la remobilisation de la compréhension globale de la dynamique terrestre (phénomènes géologiques) explorée en enseignement de spécialité de première ;
- la partie « Le temps et les roches » caractérise les méthodes de datation permettant de singulariser des phénomènes pour en faire des événements géologiques (cadre spatio-temporel) ;
- la partie « Les traces du passé mouvementé de la Terre » constitue l'enquête critique sur les événements aboutissant à la reconstitution d'histoires géologiques, de cycles orogéniques situés dans le temps et l'espace et par là même aux périodes paléogéographiques.

La démarche historique est donc celle suivie par le géologue qui étudie un réel de terrain.

Ce réel de terrain est soumis à un travail d'enquête sur les archives géologiques qui se met en place en partie in situ, convoquant des concepts (modèles explicatifs, phénomènes géologiques), des outils (la carte géologique par exemple) et des méthodes chronologiques.

Cette enquête permet de mettre en cohérence des événements géologiques entre eux (un événement s'est produit par ce qu'un autre est survenu antérieurement, ce dernier lui étant « nécessaire »). Cette mise en cohérence des événements nécessaires entre eux s'articule ainsi dans le temps et dans l'espace : reconstituer l'histoire d'une chaîne de montagne par exemple, suppose que l'on recherche non seulement les événements successifs qui lui ont donné naissance, mais aussi les conditions de possibilité de l'apparition de ces événements⁵.

5. Dessart François, Triquet Éric, « Médiation géologique de terrain explorer « le réel de terrain » et problématiser les événements grâce au récit », *Spiral-E. Revue de recherches en éducation*, supplément électronique au n°55, 2015. Supplément au n° 55 : Supports et pratiques d'enseignement : quels risques d'inégalités ? pp. 75-94

Pistes pour une problématisation historique

Une problématisation par rétro-diction

Mener une démarche historique repose par conséquent sur l'identification d'événements géologiques et sur la cohérence de ces événements entre eux. Afin d'engager cette démarche avec les élèves, un modèle de problématisation a été développé par Denise Orange-Ravachol⁶.

Cette problématisation historique consiste à procéder à **une enquête « à rebours »**, nommée également « **rétro-diction** » à la recherche des raisons/conditions de possibilité des événements qui ont conduit l'histoire géologique à laisser les objets actuels (traces/archive).

Ce modèle consiste à reconstituer des événements qui se sont produits dans le passé en les replaçant dans un ordre chronologique. Ces événements sont contingents, ils auraient pu ne pas avoir existé. Le fait qu'ils se soient produits repose sur un ensemble de conditions de possibilité, que l'on ne peut reconstituer qu'en remontant ces événements dans le sens antichronologique.

À partir des données de terrain ou issus de celui-ci et leur interprétation, il s'agit de se poser la question suivante : « Que faut-il qu'il se soit produit auparavant afin que l'on arrive à l'objet géologique actuel ? ».

Les élèves sont ainsi amenés dans une enquête à la recherche d'événements inscrits dans un contexte et un fil spatiotemporel.

Le développement du programme, notamment dans sa section « Les traces du passé mouvementé de la Terre » invite à cette démarche et problématisation par rétro-diction ou enquête à rebours.

En effet, l'identification des ceintures orogéniques et de complexes ophiolitiques d'âges différents conduit à la « recherche d'océans disparus ». À partir de l'identification des complexes ophiolitiques, il est possible de problématiser par une recherche active dans un ordre antichronologique des événements géologiques antérieurs et nécessaires à leur observation actuelle sur le terrain. Dans cette enquête à rebours sur les événements successifs et nécessaires s'individualisent ainsi des événements situés chronologiquement et géographiquement : événement de collision continentale, d'obduction, de subduction par convergence lithosphérique à partir d'une condition initiale caractérisée par un domaine océanique.

Par une problématisation similaire, il est possible de rechercher alors dans un ordre antichronologique les événements nécessaires à l'existence d'un domaine océanique en extension et de l'accrétion : événements liés aux marges passives, événement de rifting continental à partir d'une condition initiale d'un bloc continental.

Sur la base des données de terrain ou issus de celui-ci, la reconstitution des histoires géologiques est ainsi en mesure d'identifier différentes périodes paléogéographiques, celles correspondant aux périodes de réunion des blocs continentaux et celles à la fragmentation continentale.

6. Orange-Ravachol Denise, « Étude comparative des contenus et des apprentissages en biologie et en géologie : entre phénomènes et événements ». REDLCT « Recherches en didactiques » 2012, N° 13, pages 55 à 66

Point de vigilance sur la question de l'actualisme

La méthode actualiste, selon laquelle les phénomènes du présent nous permettent de comprendre les phénomènes du passé, constitue l'une des bases de la reconstitution des paysages anciens.

Les rides de courant qui se produisent de nos jours au sein des plages sont un exemple classique d'application de cette méthode permettant par analogie d'expliquer de tels motifs sur les archives géologiques du passé. Dans ce cas, le temps de mise en jeu du processus sédimentaire reste relativement court et de ce fait accessible pour les élèves dans leur représentation de l'échelle temporelle.

En est-il de même avec des durées géologiques beaucoup plus longues, notamment celles que nécessitent la surrection d'une chaîne de montagnes ou une fragmentation continentale ? À ce titre, l'application du principe de l'actualisme, et notamment dans le processus de reconstitution d'une histoire géologique, n'est pas sans difficulté pour les élèves⁷.

Denise Orange-Ravachol définit ainsi un actualisme de premier niveau (actualisme d'analogie) et un actualisme de second niveau (actualisme à temps long).

L'actualisme de premier niveau (actualisme d'analogie) conduit à une approche fonctionnaliste qui ne permet pas le processus de reconstitution d'une histoire géologique : il construit des phénomènes et non des événements. Dans l'exemple des ripple-marks cité plus haut, c'est bien un phénomène de sédimentation qui est identifié par les élèves mais le temps long de la diagénèse n'est pas considéré. L'exemple des ophiolites du Chenaillet est également bien documenté dans l'exploitation pédagogique réalisée par les élèves : ces derniers reconnaissent aisément dans les ophiolites un morceau de lithosphère océanique et expliquent leur formation en tant que phénomènes à partir des observations actuelles au niveau de failles transformantes proches des dorsales. Cependant, D. Orange-Ravachol met en évidence que très peu d'entre eux inscrivent les ophiolites du Chenaillet dans un temps long mettant en œuvre les dimensions tectoniques (obduction) ayant amené la position actuelle de ces roches. L'actualisme de premier niveau construit ainsi des phénomènes en écartant la temporalité, ce qui constitue un obstacle didactique majeur pour les élèves dans le processus de reconstitution historique.

L'actualisme de second niveau (actualisme à temps long) met en jeu l'articulation « nécessité/contingence » afin d'inscrire le processus dans un temps long. En reprenant l'exemple des ophiolites du Chenaillet dans une démarche historique, le géologue identifie quant à lui une origine océanique et leur mise en place sur le domaine continental dans un contexte de subduction/obduction. Pour ce faire, trois nécessités (correspondant in fine à des événements) sont construites par les géologues :

- nécessité d'une formation des roches dans un contexte de dorsale océanique ;
- nécessité d'un changement de régime des mouvements lithosphériques (passage d'un régime de divergence à un régime de convergence) ;
- nécessité d'un charriage de lithosphère océanique sur une marge continentale.

7. Orange-Ravachol Denise. « Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en sciences de la Terre chez les chercheurs et chez les lycéens », ASTER N° 40. 2005.

En mobilisant les deux formes d'actualisme, le géologue peut ainsi construire des phénomènes qui constituent le premier niveau structurant de l'histoire géologique avant d'en faire des événements.

Il sera ensuite possible, en organisant ces événements dans le temps et l'espace, de procéder à une reconstruction d'une histoire géologique.

La recherche des nécessités par les élèves leur impose ainsi une reconstitution mentale en mesure de les accompagner dans leur appropriation de l'échelle des temps long au-delà de la dimension du temps d'une vie humaine.