

L'extrait de scénario pédagogique proposé ici a essentiellement pour objectif de montrer une modalité d'écriture très poussée et facilement communicable à un collègue. C'est aussi l'occasion de présenter une diversité de moments d'activité. Les choix d'enchaînements des idées constituent un ensemble cohérent mais ne sauraient être considérés comme un modèle exclusif, d'autres enchaînements logiques sont possibles sur ce chapitre.

BO

Expliquer quelques phénomènes géologiques à partir du contexte géodynamique global.

» Le globe terrestre (forme, rotation, dynamique interne et tectonique des plaques ; séismes, éruptions volcaniques).

Idées-clés pour mettre en œuvre son enseignement

- Mettre en relation les mouvements des plaques de lithosphère sur l'asthénosphère, également solide mais moins rigide avec séismes et éruptions volcaniques.
- Associer faille, séisme et mouvements de blocs rocheux et expliquer qu'ils témoignent de l'accumulation de tensions liées au mouvement des plaques lithosphériques.
- Associer le volcanisme, essentiellement explosif, aux zones de convergence lithosphérique (fosses océaniques) et le volcanisme, essentiellement effusif, aux zones de divergence (dorsales océaniques).
- Relier la tectonique des plaques à la dissipation de l'énergie thermique d'origine interne.

Mettre en œuvre son enseignement

L'approche systémique est à adopter : les processus géologiques sont abordés en lien avec des enjeux en matière de risques naturels. Réciproquement, les enjeux doivent être traités de façon coordonnée avec les différentes notions scientifiques sans les limiter à une introduction, une conclusion ou un exemple isolé.

Acquis des cycles précédents

À la fin du cycle 3, l'élève caractérise et décrit les manifestations de l'activité interne de la Terre : séismes et éruptions volcaniques. Il les met en relation avec l'évolution d'un paysage. Il n'explique pas les mécanismes à l'origine des séismes et des éruptions volcaniques. Il ne les replace pas dans un contexte géodynamique global.

Compétences	Connaissances
Expliquer quelques phénomènes géologiques à partir du contexte géodynamique global.	Dynamique interne et tectonique des plaques ; séismes, éruptions volcaniques).

Précisions et limites

L'objectif est de mettre en relation aléas consécutifs de l'activité interne du globe et enjeux à n'identifier et caractériser un risque pour l'être humain.

La compréhension de l'aléa s'appuiera autant que possible sur des observations de terrain (failles, indices de volcanisme, etc.) à l'occasion d'une sortie par exemple, soit à partir de ressources authentiques (lithothèque, banques de données, etc.).

Une mise en relation des phénomènes géologiques et de leur impact sur la biodiversité est possible. À l'occasion de la construction de ces compétences, il peut être pertinent de s'appuyer sur les représentations obstacles des élèves.

L'élève n'explique pas les mécanismes de convection et de conduction à l'origine de l'évacuation du flux thermique interne. Il ne rentre pas dans les explications de l'origine du ux thermique et des mécanismes de la fusion partielle des roches à l'origine du magmatisme. Il n'est pas attendu de l'élève qu'il établisse un lien de cause à effet entre les forces de traction à l'œuvre dans la subduction et les phénomènes distensifs constatés au niveau des dorsales.

La structure de la lithosphère n'est pas à aborder.

Dans le cadre de la partie sur la Terre dans le système solaire, il est envisageable de réinvestir les apprentissages de cette partie en cherchant des indices d'une tectonique des plaques sur Vénus ou Mars.

Continuité avec le lycée

En seconde, l'élève n'aborde aucun élément de géologie interne du globe.

Au cycle terminal : la tectonique des plaques est abordée à travers l'histoire du modèle. L'élève apprend comment la construction d'une théorie scientifique s'enracine dans une société et les préjugés de celle-ci. Les mécanismes à l'origine, de la convergence et de la divergence lithosphérique, et ceux de la mise en fusion partielle des roches sont explicités.

Synopsis pédagogique :

Le choix est fait ici d'organiser tout le chapitre dans une démarche d'investigation au sens large. On part d'une confrontation entre pairs des représentations initiales qui permet de faire émerger les questions à résoudre dans le chapitre. La stratégie, bien qu'imposée par l'enseignant, prend soin d'intégrer l'ensemble des questions soulevées dans cette phase introductive.

Il s'agit dans un premier temps de définir les aspects géométriques, physiques et dynamiques d'une plaque tectonique. La découverte des différents types de frontières de plaques conduit à s'interroger sur les liens entre les mouvements observés et les manifestations géologiques observées (volcanisme et sismicité). On s'intéresse en premier lieu aux zones de divergence. L'observation des produits volcaniques émis sur les parties émergées d'une dorsale et l'étude des édifices volcaniques permet de proposer un premier modèle explicatif de fusion partielle et de remontée de magmas. Le risque volcanique étant faible, on fait le choix de ne pas développer ici l'étude de la sismicité. L'étude se poursuit par les zones de subduction où les notions toutes récentes sur le volcanisme sont réinvesties. Les séismes sont vus en lien avec le plongement de la plaque subduite. On termine par les zones de collision avec l'exemple himalayen facilement didactisable au cycle 4. Le choix est fait d'évoquer les risques volcaniques une première fois en zone de divergence puis de reprendre risques volcaniques et sismiques en zone de convergence. Les modèles récents de dynamique interne montrent que le lien entre la convection mantellique et la dynamique lithosphérique est très complexe. Afin de rester dans les strictes limites du programme et de ne pas proposer un modèle faux de convection mantellique entraînant la lithosphère qui constituerait un obstacle épistémologique en terminale, seule la dissipation préférentielle de la chaleur au niveau des zones d'accrétion sera étudiée.

Afin de respecter les préconisations des "idées clés" et de donner plus de sens à l'étude des risques, l'aspect EDD est évoqué plusieurs fois à l'intérieur même du scénario sans le cantonner à une phase introductive ou à un paragraphe déconnecté.

Légende :

- en noir : consignes orales et écrites, lien logiques notés dans le cahier, bilans
- En bleu : précisions pédagogiques sur l'organisation du temps d'enseignement
- Encarts grisés : précisions ou explicitations des choix retenus

Scénario pédagogique :

La séance s'ouvre sur l'annonce d'un nouveau chapitre sur les plaques tectoniques et la tectonique des plaques, termes en général connus des élèves. On annonce l'objectif général : construire une représentation commune et argumentée des objets et mécanismes.

Ecriture du titre au tableau

Plaques tectoniques et tectonique des plaques

Activité introductive :

Consigne : Construire une carte mentale autour des expressions "plaques tectonique" et "tectonique des plaques" avec l'ensemble des idées que ces mots vous évoquent.

Conditions de travail : travail individuel sur le cahier. 10 minutes

L'enseignant repère pendant le travail 3 ou 4 profils types de carte heuristique présentant des idées variées qui ne sont pas compatibles entre elles et/ou posent problème.

Un représentant de chaque grand type de carte va reproduire son travail au tableau. (Les différentes propositions sont relevées ou photographiées pour être retravaillées en fin de chapitre)

Il faut, pour que le travail soit efficace que les élèves aient déjà construit des cartes heuristiques. On peut sinon faire construire une liste des mots et concepts évoqués (le mot évocation est compris dans le sens proposé par Antoine de la Garanderie).

Phase collégiale

Consigne : relevez, sur les propositions au tableau, les idées qui vous semblent incertaines ou qui sont en conflit les unes avec les autres.

Les expressions qui posent problème sont entourées au tableau puis relevées par les élèves à la suite de leur carte.

Cette phase nécessite une régulation. Si des propositions erronées font consensus parmi les élèves, elles doivent être pointées par l'enseignant.

Consigne : En vous appuyant sur les idées relevées, formulez les questions auxquelles vous souhaitez que le chapitre réponde.

Condition de travail : Travail en groupe de 4. Ne sont notées que les questions qui conviennent à l'ensemble du groupe.

L'enseignant aide les élèves à améliorer les formulations.

Phase collégiale de problématisation du chapitre

Un nombre raisonnable de questions simples, problèmes scientifiques et problèmes pragmatiques (comment va-t-on faire pour..) qui font consensus sont inscrites au tableau et notées dans le cahier à la suite des propositions des groupes avec la mention : questions retenues par la classe.

Cette introduction assez longue permet de travailler des compétences scientifiques et langagières importantes mais surtout de s'assurer d'une forte motivation en s'appuyant sur le conflit socio-cognitif né de la multiplicité des représentations initiales. Afin que le travail soit pleinement efficace, ces représentations seront retravaillées en fin de chapitre.

Afin de ne pas consommer plus de temps, la stratégie du chapitre est donnée par l'enseignant. Une construction par les élèves sera travaillée à d'autres moments du programme.

Stratégie de résolution (**notée dans le cahier**):

- Définir une plaque tectonique
- Relier les phénomènes volcaniques et sismiques à la tectonique des plaques.

I. Comment définir une plaque tectonique

Phase collégiale, puis noté dans le cahier

Quelles questions doit-on poser pour définir un objet et plus précisément ici une plaque tectonique ?

- Quelle est la forme d'une plaque ?
- Quelle est la nature d'une plaque ?
- Est-ce que les plaques sont fixes ?

Commençons par les aspects géométriques

A. Géométrie d'une plaque tectonique

On s'intéresse d'abord à l'extension horizontale d'une plaque avant d'envisager la délimitation verticale.

Si on parle de plaques tectoniques c'est qu'il en existe plusieurs à la surface de la Terre. Elles doivent présenter entre elles des frontières.

Recherchons ces frontières de plaques.

Distribution activité

Activité

Question à résoudre : Par quoi sont délimitées les plaques tectoniques ?

On se place ici dans une démarche d'argumentation. Une démarche inductive n'aurait de sens que si le volcanisme et la sismicité avaient été étudiés en amont

Conditions de travail : travail en binôme. 30 minutes

Production attendue : -Tracé légendé des plaques tectoniques sur une impression du logiciel tectoglobe présentant les séismes et les volcans.

- Rédaction d'un court texte répondant à la question

La carte avec les volcans et les séismes déjà prête peut être distribuée aux élèves ayant suffisamment avancé si l'impression n'est pas possible en classe.

Supports à disposition : - Logiciel sismologue et notice d'utilisation

- texte sur les reliefs remarquables (dorsales, fosses, chaînes de montagnes intracontinentales et cordillères)

Ce travail peut être réalisé avec Tectoglobe ou google earth en téléchargeant sur Eduterre les fichiers kmz

Compétences mises en œuvre	Indicateurs de réussite J'aurai réussi si :	Auto-évaluation	Evaluation par le professeur
Utiliser des logiciels d'acquisition de données, de simulation et des bases de	Je sais utiliser les fonctions de Sismolog pour afficher les différentes informations.		
Lire et exploiter des données présentées sous différentes formes	Je sais extraire les informations utiles des différents documents.		
Interpréter des résultats et en tirer des conclusions	J'identifie les différentes limites de plaques.		
Représenter des données sous différentes formes	Je trace correctement les limites des différentes plaques et je nomme les différentes plaques.		
Apprendre à organiser son travail	J'ai fini mon travail dans le temps qui m'était imparti.		
	Je sais m'évaluer.		

*Cette grille est distribuée à la fin de l'activité et constitue un travail à part entière qui peut prendre entre 5 et 10 minutes selon la taille du groupe.
Afin de simplifier le travail d'auto évaluation, on propose aux élèves de s'auto évaluer de façon binaire. L'enseignant se réserve l'usage des 4 degrés d'acquisition.*

La carte et la grille d'évaluation sont collées dans le cahier

Transition : Passons maintenant à l'extension verticale de la plaque

Phase collégiale : Soit notre plaque est une part de gâteau qui va jusqu'au centre de la Terre soit elle repose sur autre chose. Les deux propositions sont dessinées au tableau.

Un court diaporama est projeté rappelant le rayon de la Terre et montrant les sondages les plus profonds (13km). L'absence de discontinuité majeure est indiquée.

Cette première étape amène à l'idée qu'une observation directe est impossible et conduit au problème pragmatique suivant :

Comment faire pour voir l'intérieur de la Terre ?

Les élèves ne peuvent deviner le recours aux ondes sismique qui est donc proposé par l'enseignant.

Afin de rendre compréhensible l'activité sur la vitesse des ondes sismiques, les expériences montrant le lien entre la rigidité d'un matériau et la vitesse des ondes sismiques sont présentées à la paillasse professeur. En cas de défaut de matériel, les enregistrements des ondes sismiques sur cire froide ou à température ambiante proposées dans tactileo peuvent être présentées avec audacity au vidéoprojecteur.

Dans tous les cas le lien entre la rigidité et la vitesse es ondes sismiques est inscrite dans le cahier.

Distribution activité

Activité:

Consigne : A partir du graphique et du texte justifiez l'utilisation du terme plaque lithosphérique par les scientifiques.

Conditions de travail : travail en binôme. 10 minutes

Production attendue : Texte argumenté à partir d'éléments précis du texte et du graphique.

Documents fournis : - Texte donnant une définition simple de lithosphère et d'asthénosphère –

Graphique de la vitesse des ondes sismiques en fonction de la profondeur.

Afin de bien préparer l'idée d'un comportement mécanique homogène de toute la plaque lithosphérique, le graphique est didactisé en omettant volontairement le saut de vitesse entre la croûte et le toit du manteau qui n'est pas au programme.

Bilan : Les plaques lithosphériques sont délimitées :

- Horizontalement : Par des frontières marquées par une activité géologique.

On trouve trois types de frontières :

Les dorsales où l'on trouve des volcans et des séismes

Des fosses où l'on trouve des volcans et des séismes

Des montagnes où l'on trouve des séismes

- Verticalement : Les plaques constitue une couche superficielle rigide nommée lithosphère épaisse de 100 km qui repose sur couche elle aussi solide mais moins rigide, l'asthénosphère.

Transition : Maintenant que l'objet plaque tectonique est défini on s'intéresse à la dynamique des plaques. Leur forme et leur position sont-elle stable dans le temps ?

Le contrat n'est pas tout à fait rempli puisque la nature minéralogique n'a pas été abordée. On se cantonne à l'idée d'un ensemble mécaniquement homogène. La distinction manteau croûte et la minéralogie associée seront vues au cycle terminal.

B. La tectonique des plaques

Commençons par étudier les travaux d'un précurseur de la tectonique des plaques.

Distribution activité

Activité

Consigne :

- Identifier dans le texte la correspondance des côtes évoquée par Wegener
- Retrouver à l'aide du logiciel cette correspondance en vérifiant la continuité des glaciers d'il y a 300 Ma ainsi que celle des sites de fossiles.
- Rédiger un court texte montrant comment les données géologiques donnent du poids à la proposition de Wegener

Condition de travail : en binôme, 20 minutes

Ressources : - Extrait des travaux de Wegener

- logiciel géosciences 3D-la dérive des continents
- fiche protocole d'utilisation du logiciel

Le terme de dérive des continents est volontairement omis. Ce terme est en effet mieux retenu que celui de tectonique des plaques ce qui génère une confusion au cycle terminal entre une théorie abandonnée parce qu'incomplète et la théorie de la tectonique des plaques qui s'avère très robuste.

Extrait des travaux de Wegener, relatant ses découvertes de 1912

« La première idée des translations continentales me vint à l'esprit dès 1910. En considérant la carte du globe, je fus subitement frappé de la concordance des côtes de l'Atlantique, mais je ne m'y arrêtai point tout d'abord, parce que j'estimai de pareilles translations invraisemblables. En automne 1911, j'eus connaissance par hasard, en lisant une collection de rapports scientifiques, de conclusions paléontologiques, inconnues jusqu'alors pour moi, admettant l'existence d'une ancienne liaison terrestre entre le Brésil et l'Afrique. Cela m'engagea à faire un

Le texte ne constitue pas une trace indispensable dans le cahier, il est donc fourni sous pochette plastique aux binômes. Il sera remis sur l'ENT

examen préalable et sommaire des résultats connexes au problème des translations, tant en Géologie qu'en Paléontologie. J'obtins tout de suite des confirmations assez importantes pour commencer à être convaincu de l'exactitude systématique de la théorie. » (Alfred Wegener, *La genèse des continents et des océans*, 1928 ; réédition, Paris, C. Bourgeois, 1990, p. 1.)

Transition : Il existe des techniques permettant de mesurer directement des mouvements à la surface de la Terre

Distribution activité

Activité :

Consigne : montrer comment des mesures directes permettent de confirmer cette proposition de mobilité des plaques tectoniques.

Condition de travail : Individuel, 5 minutes

Production attendue : Texte argumenté

Ressources : -Document manuel ou diapositive expliquant le principe du GPS

- Affichage d'une portion de carte montrant des vecteurs vitesse actuels.

Transition : Puisque les plaques bougent les unes par rapport aux autres que peut-on envisager aux frontières ?

Distribution activité

Activité :

Consigne : Identifier les mouvements associés aux différentes frontières de plaques

Condition de travail : Groupe de 4, 10 minutes

Production attendue : Tableau à simple entrée associant les types de frontières et les mouvements

Ressources: Carte des mouvements relatifs, bilan du A/

On peut choisir de réutiliser tectoglobe ou google Earth ou une planisphère plastifiée confiée à chaque groupe.

L'ensemble de ces données nous permet de donner une définition de la tectonique des plaques.

Définition de la tectonique des plaques

Théorie selon laquelle la partie superficielle de la Terre ou lithosphère est formée d'éléments rigides, les plaques lithosphériques qui se déplacent sur l'asthénosphère moins rigide et plus dense.

Transition : On peut maintenant s'intéresser plus en détail aux frontières de plaque.

II. L'activité géologique au niveau des frontières de plaques

Quelles sont les conséquences des mouvements observés au niveau des frontières de plaque ?

A/ La divergence au niveau des dorsales et ses conséquences

Nous avons vu qu'il y a une divergence au niveau des dorsales, observe-t-on un « trou » ?

Que peut-on imaginer pour assurer le comblement de l'espace créé par l'écartement des plaques ?