

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Mettre en œuvre son enseignement

Thème 1 : La planète Terre, l'environnement et l'action humaine

Mise en évidence de l'existence de la distinction lithosphère-asthénosphère

Éléments de contexte

IDÉE-CLEF

- Mettre en relation les mouvements des plaques de lithosphère sur l'asthénosphère, également solide mais moins rigide avec séismes et éruptions volcaniques.

NOTIONS DÉVELOPPÉES

- Séismes et volcans sont en relation avec les mouvements des plaques de lithosphère sur l'asthénosphère, également solide mais moins rigide.
- Une plaque est une zone stable de la lithosphère. Les plaques ont une épaisseur moyenne de 100 kilomètres. Les différentes plaques sont séparées les unes des autres par des zones actives : dorsales, fosses océaniques, chaînes de montagne.
- La lithosphère repose sur l'asthénosphère, également solide mais moins rigide.

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES

- Pratiquer des démarches scientifiques
 - Utiliser des instruments d'observation, de mesures et des techniques de préparation et de collecte.
 - Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.
 - Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix, en argumentant.
- Utiliser des outils et mobiliser des méthodes pour apprendre
 - Apprendre à organiser son travail (par ex. pour mettre en œuvre un protocole expérimental).
- Pratiquer des langages

Description de la ressource

Matériel

Documents iconographiques divers.

Capteurs piézoélectriques - Logiciel Audacity, barre de roches diverses, plaques de chocolat ou pâte à modeler à différentes températures (congélateur, température ambiante, à la chaleur).

Pré-acquis et constat initial

Les élèves ont déjà mis en évidence le découpage du globe terrestre en plaques. Ils ont démontré que ces plaques se déplacent à la surface du globe. L'objectif ici est de chercher à comprendre ce qui rend le mouvement des plaques possible. Pour expliquer le mouvement des plaques, il est nécessaire de s'interroger sur la structure profonde du globe.

Activités

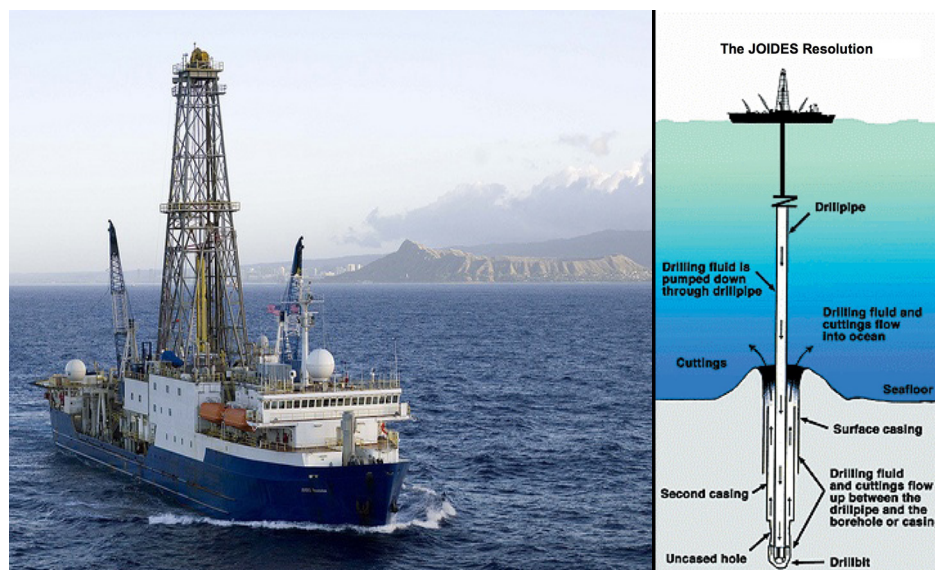
Questionnement sur la structure profonde du globe

Un questionnement peut conduire à s'interroger sur les méthodes permettant de connaître la structure profonde du globe.

Solution 1 : observation directe par creusement de forages

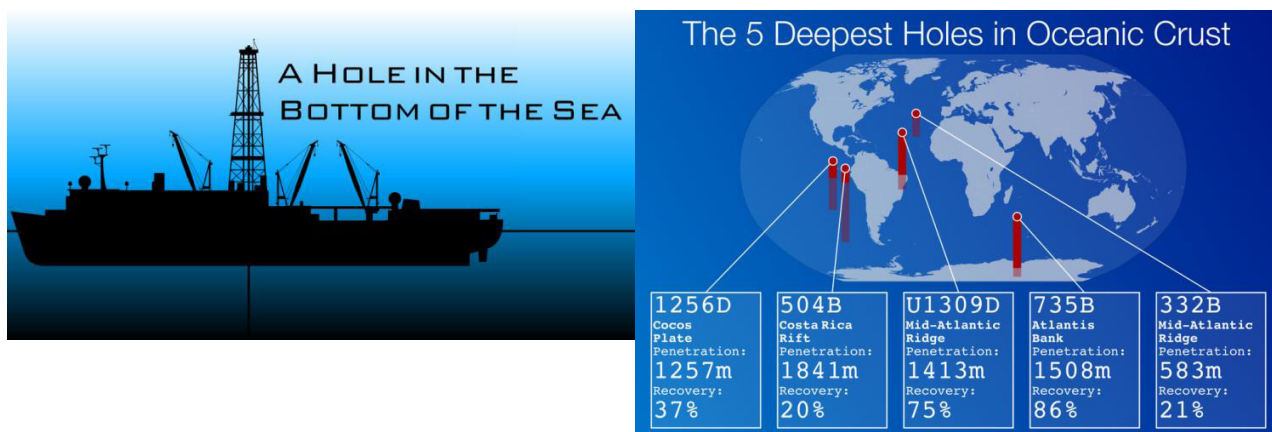
Données IODP sur les forages et les campagnes océanographiques

Document n°1 - Photographie du navire océanographique Joides resolution (IODP) et principe du forage



Source : [An Introduction to Scientific Ocean Drilling and the JOIDES Resolution](#)

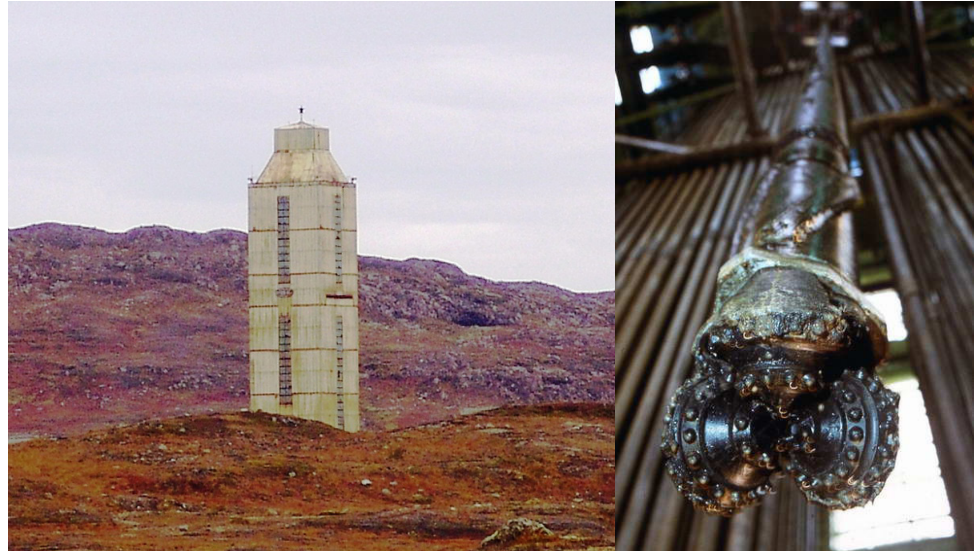
Document n°2 - Logo du Joides Resolution et records de forage en milieu océanique



Source : [JOIDES Resolution - @TheJR](#)

En domaine continental : presqu'île de Kola et données ICDP

Document n°3 - Site de forage de la Presqu'île de Kola, Superdeep Borehole (Russie) et tête de trépan



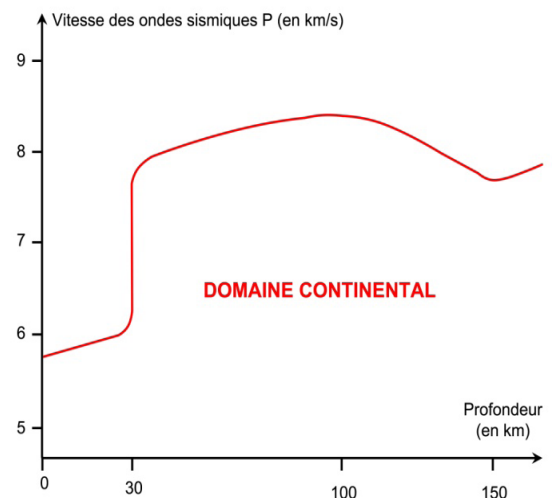
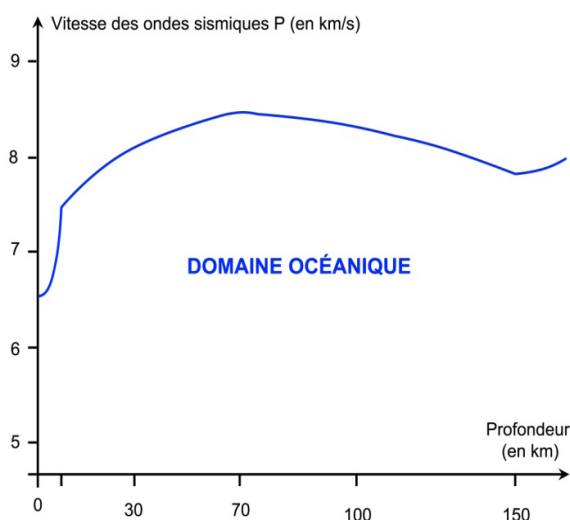
Source : superdeep.pechenga.ru

Un travail de compilation de diverses données sur les forages en milieu continental et océanique peut être fait et mis en forme par exemple sous forme de fichier kmz.

La comparaison de la profondeur atteinte lors des forages les plus profonds (1.8 km en milieu océanique et 12 km en milieu continental) avec le rayon du globe terrestre (6370 km) met en évidence la nécessité d'utiliser des méthodes indirectes (étude de la variation de la vitesse des ondes sismiques avec la profondeur).

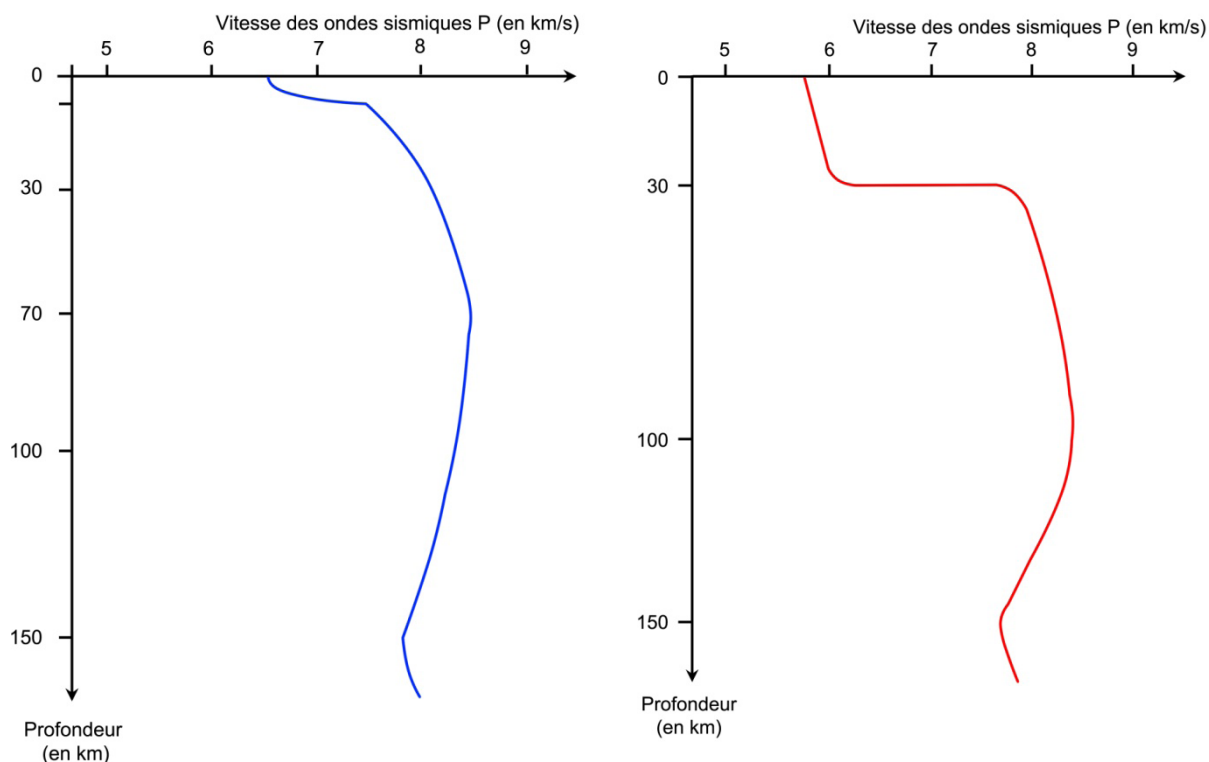
Solution 2 : méthode indirecte : sismique

Document n°4 - Variations de la vitesse des ondes sismiques en fonction de la profondeur en domaine océanique et continental



Retrouvez Éduscol sur





En fonction du niveau des élèves, il sera possible d'utiliser l'un ou l'autre des graphiques. Le graphique plaçant la profondeur sur l'axe des ordonnées présente l'avantage de permettre de visualiser directement la variation de vitesse en fonction de la profondeur et donc de permettre d'établir rapidement un premier modèle de la structure du globe. En revanche, certains élèves sont déstabilisés par son utilisation.

Constat et formulation d'hypothèse

La vitesse des ondes varie en fonction de la profondeur. Certaines variations sont brutales, d'autres sont progressives. Il s'agit à présent d'expliquer ces variations.

Sachant que le sous-sol est composé de roches, l'hypothèse d'un changement de nature de roche avec la profondeur peut être émise.

Une activité utilisant les données du réseau «Sismo à l'école» peut être envisagée pour amener les élèves à proposer l'hypothèse d'une nature différentes des roches avec la profondeur. Il s'agit de faire calculer la vitesse des ondes sismiques dans deux environnements différents. Il s'agit de comparer la vitesse des ondes s'étant propagées dans la lithosphère océanique d'une part et dans la lithosphère continentale d'autre part.

Par exemple :

- « [L'activité 3 : croûte océanique et croûte continentale](#) » proposée par l'académie d'Aix-Marseille
- Ressources « [Propagation des ondes sismiques et structure du globe](#) » proposées par l'académie de Montpellier

Il est possible également de faire travailler les élèves avec les capteurs piézo pour montrer que la vitesse des ondes varie selon la nature et la température des matériaux traversés.

Exemple : ressources « [La vitesse des ondes varie selon la nature et la température des matériaux traversés](#) » proposées par l'académie de Poitiers.

Document n°5 - Mesure de la vitesse des ondes sismiques pour différents matériaux



Source : site SVT de l'académie de Poitiers

Mise à l'épreuve de l'hypothèse

Pour mettre cette hypothèse à l'épreuve, plusieurs solutions sont envisageables.

Tableau de synthèse indiquant quelques vitesses sismiques obtenues dans différents matériaux en laboratoire

ROCHE	ARGILE	GRANITE	BASALTE	PÉRIDOTITE	PÉRIDOTITE PARTIELLEMENT FONDUE
Vitesse des ondes P (en Km/s)	2.5	5.6	6.5	8.1 et plus	7.3

Document n°6 - Vitesse des ondes sismiques pour quelques roches du globe terrestre.

Type de roche	Vitesse en km.s-1
Eau	1,5
Sédiments	1,7-3,7
Roches sédimentaires	3,5-5,5
Granite	5,6-6,3
Basalte	4,5-5,5
Gabbro	6,5-7,1
Gneiss	6,5-7,6
Péridotite	8-12

Source : Faralli et al.1998. Géologie dans le cycle central, CRDP Aix-Marseille-Delagrave Edition

Retrouvez Éduscol sur



Document n°7 - Vitesse des ondes sismiques pour quelques roches du globe terrestre

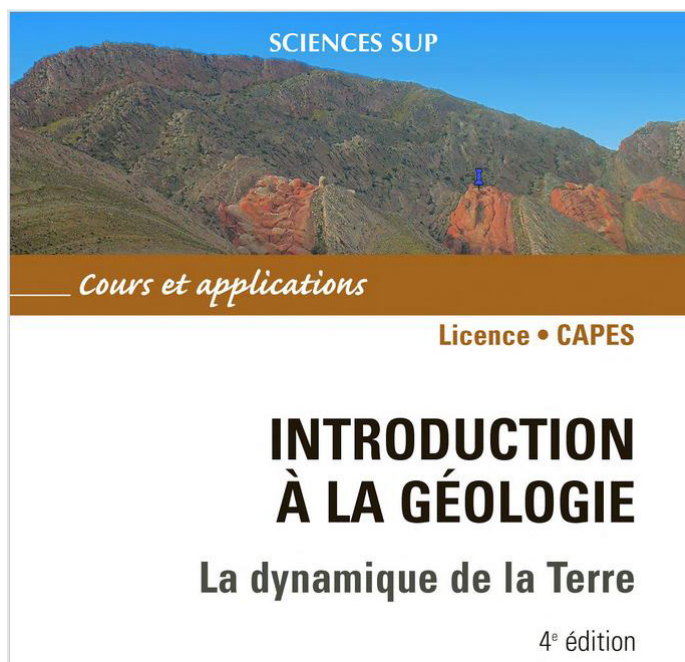
Nature des roches	N° couche crustale	Épaisseur moyenne (km)	Vitesse sismique moyenne (km/s)	Densité moyenne
Eau de mer	0	5	1,5	1
Sédiments	1	0,5	2	2,1
Basalte ou serpentinite	2	1,5	5,5	2,6
Gabbro ou serpentinite	3	5	7	3
Péridotite		Moho Manteau	8,1	3,3

Source : site académie-en-ligne.fr

Document n°8 - Vitesse des ondes sismiques pour quelques roches du globe terrestre

Source : Boillot et al., 2008 - Introduction à la géologie.

Étude de la vitesse des ondes sismiques à l'aide des capteurs piézo-électriques dans différentes roches et dans différents états.



Le protocole manipulatoire est détaillé sur plusieurs sites académiques. Un exemple sur le site de l'académie d'Aix-Marseille « [vitesse des ondes et rigidité de la roche](#) »

Retrouvez Éduscol sur

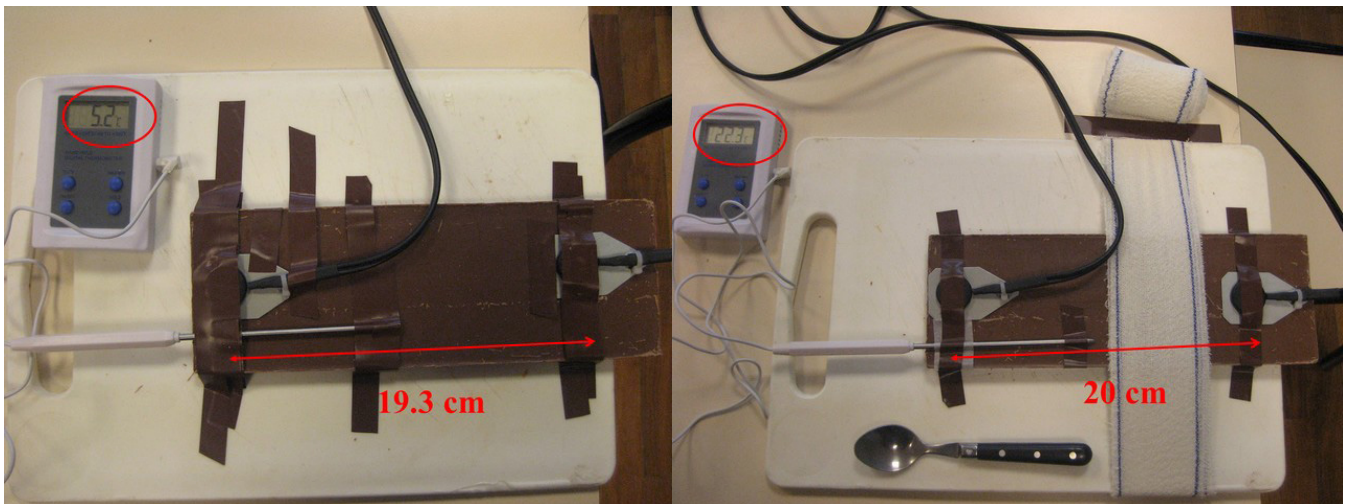


Document n°9 - Photographies de barres de pâte à modeler utilisées pour mettre en évidence le rôle de la rigidité d'un matériau sur la vitesse de propagation des ondes sismiques



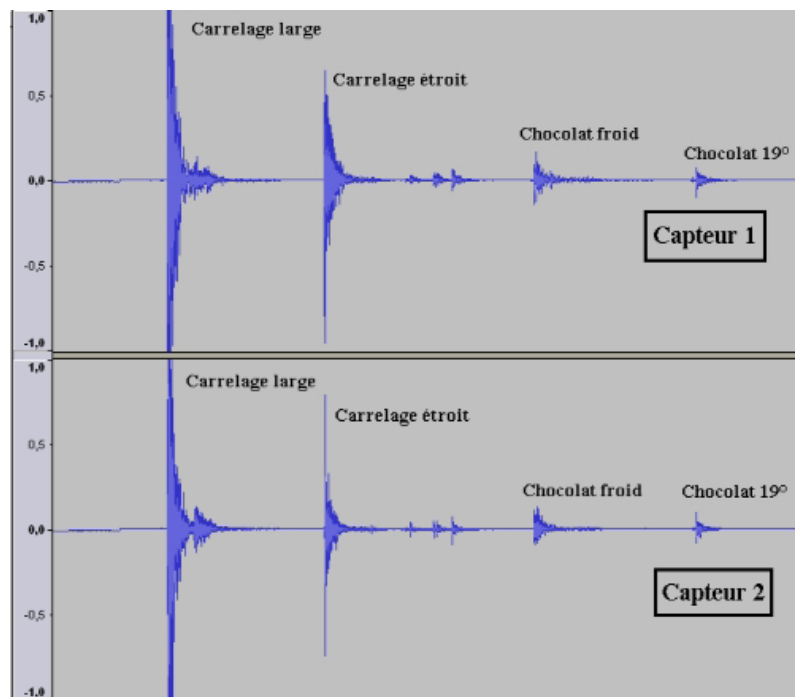
Source : « [vitesse des ondes et rigidité de la roche](#) » Académie d'Aix-Marseille

Document n°10 - Protocole expérimental



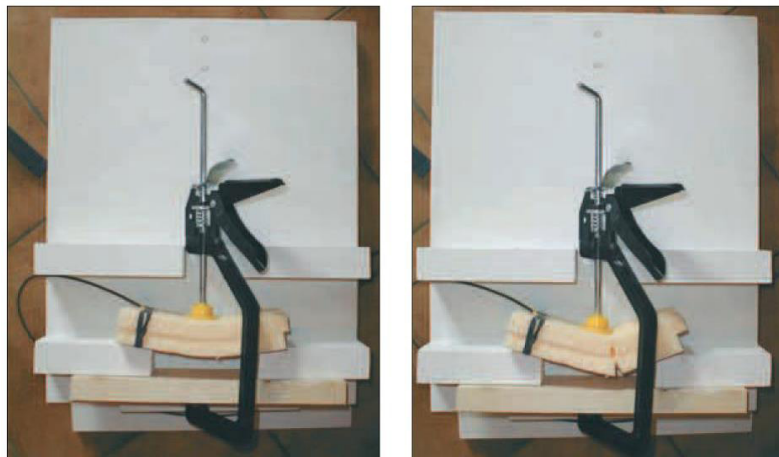
Source : « [Une modélisation pour mettre en évidence la distinction asthénosphère / lithosphère](#) » Académie de Versailles

Document n°11 - Sismogrammes obtenus pour plusieurs matériaux différents permettant le calcul des vitesses des ondes sismiques



Source : « [Relation Contrainte - Magnitude - Intensité des séismes](#) » Académie de Montpellier

Document n°12 - Protocole expérimental



Source : « [Sismo rupture](#) » du site sismo à l'école

La modélisation peut également être visionnée grâce à un vidéogramme Youtube « [modélisation ondes sismiques](#) ».

Sitographie

Sites académiques et scolaires

- Site de l'académie de Versailles : Distinction lithosphère asthénosphère « [Une modélisation pour mettre en évidence la distinction asthénosphère / lithosphère](#) »
- Site de l'académie de Poitiers : « [La vitesse des ondes varie selon la nature et la température des matériaux traversés.](#) »
- Site de l'académie de Montpellier : « [Propagation des ondes sismiques et structure superficielle du globe](#) »
- Site de l'académie de Grenoble : « [Savoir extraire des informations d'un graphique](#) »
- Site SVT Barcelo : « [Comment calculer la vitesse des ondes sismiques ?](#) »

Animations et applications

- Application « [PhET tectonique des plaques](#) » qui permet d'explorer comment les plaques se déplacent sur la surface de la terre. Cette dernière permet de changer la température, la composition et l'épaisseur des plaques mais aussi de découvrir comment créer de nouvelles montagnes, des volcans, ou des océans.
- Animation sur biologie en flash pour [étudier la vitesse de propagation des ondes sismiques.](#)
- Application « [Pourquoi la terre tremble ?](#) » sur France TV éducation.

Sites sur les forages océaniques (programmes IODP)

- Site international ocean discovery program ([IODP](#))
- Site [IODP France](#)
- Site géosciences environnement Toulouse ([GET](#))
- Site du [navire Joides Resolution](#)
- Le [compte twitter du Joides resolution](#)
- Le [compte Facebook du Joides Resolution](#)

Sites sur le forage de la Péninsule de Kola

- Site [IFL science](#)
- Site [Wikipédia](#)
- Site [Futura sciences](#)

Site sur les forages en milieu continental (en anglais)

- Site international continental scientific drilling program ([ICDP](#))

Bibliographie

- BOILLOT G., HUCHON P., LAGABRIELLE Y. - *Introduction à la géologie - La dynamique de la Terre* - 4^e édition - Dunod - 2008.
- FARALLI A., CERDAN A., MARCEL C., STAMEGNA R. et TERNAUX M. - *Géologie dans le cycle central* - CRDP Aix-Marseille-Delagrave - Edition 1998.
- PABA J.F. - *Activités pour la quatrième, mise en œuvre du nouveau programme* - SCEREN CRDP de l'académie d'Aix-Marseille - 2009.