

Défi scientifique

Origine des vibrations d'un séisme (faille)

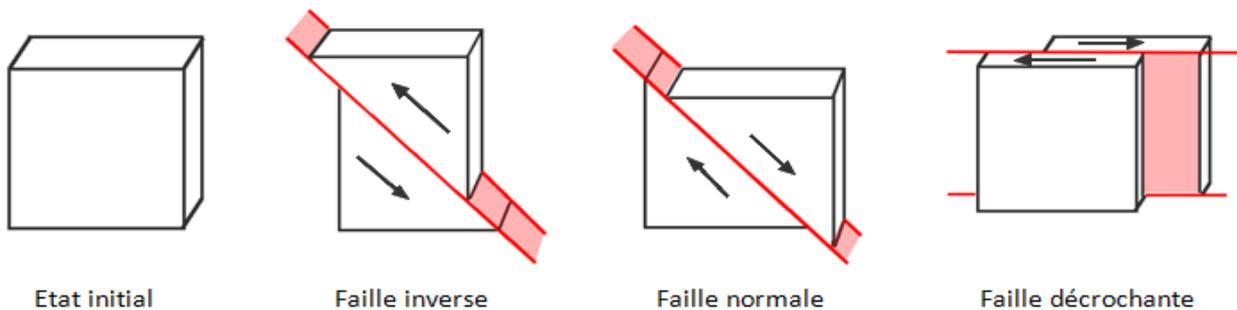
SVT / Climat
 Cycle 4

Durée du défi	50 minutes
Matériel	Téléphone ou tablette avec l'application Fizziq Plaques de lasagne ou autre matériau rigide facile à casser à la main Bloc en bois ou brique Papier à poncer
Phénomènes ou notions approchés	L'apparition de vibrations lors de la rupture d'un matériau.
Lexique	Vibrations, matériau rigide, rupture

Défi lancé aux élèves

Après avoir remarqué après certains séismes l'apparition de failles dans le paysage, des élèves ont formulé plusieurs hypothèses pour expliquer l'apparition des vibrations ressenties lors d'un séisme :

- les vibrations apparaissent au moment où les roches du sous sol cassent.
- les vibrations apparaissent au moment où les blocs de roche se déplacent le long d'une faille.



Schématization d'un bloc de roche avant rupture (état initial) et des différents types de failles

Sur ton téléphone, quel(s) capteur(s) de l'application FIZZIQ peu(ven)t permettre de tester ces hypothèses?

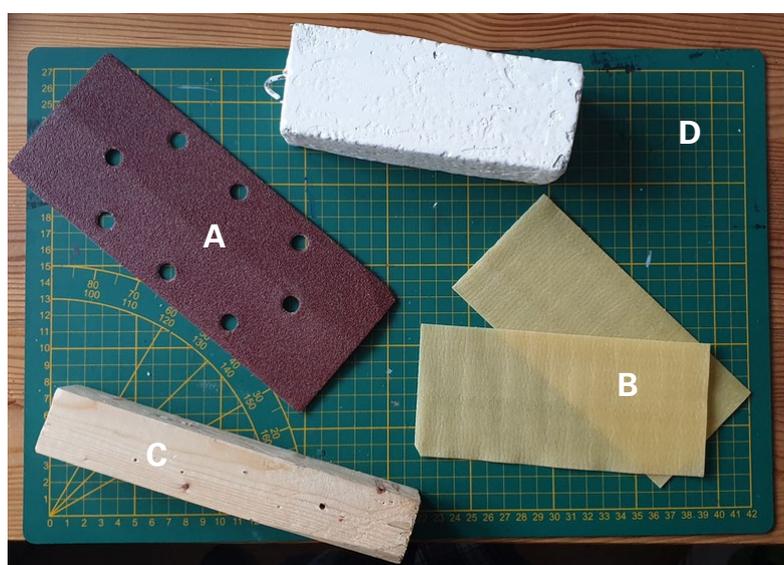
Tu chercheras à tester ces hypothèses. Tu montreras les étapes de ta démarche pour expliquer d'où viennent les vibrations ressenties lors d'un séisme.

Une fois le défi lancé, vous pouvez laisser une dizaine de minutes aux élèves pour qu'ils explorent l'application (individuellement ou en groupe selon le nombre de téléphones ou tablettes à disposition) et choisissent le capteur ou les capteurs qui leur semblent pertinent d'utiliser.

Dans un premier temps, il est possible de laisser les élèves réfléchir au matériel nécessaire à une modélisation. Une aide "liste de matériel" pourra être fournie dans un second temps si besoin ou pour comparaison avec le matériel proposé par les élèves.

AIDE : Matériel à disposition :

- A. une surface rugueuse (bande de papier à poncer) ;
- B. un matériau rigide, facile à casser à la main (une plaque de lasagne par exemple) ;
- C. un bloc de bois type tasseau ou brique, avec un élastique accroché à une des extrémités ;
- D. une surface plane (une table) ;



Pré-requis

Les manifestations d'un séisme à la surface du Globe sont connues :

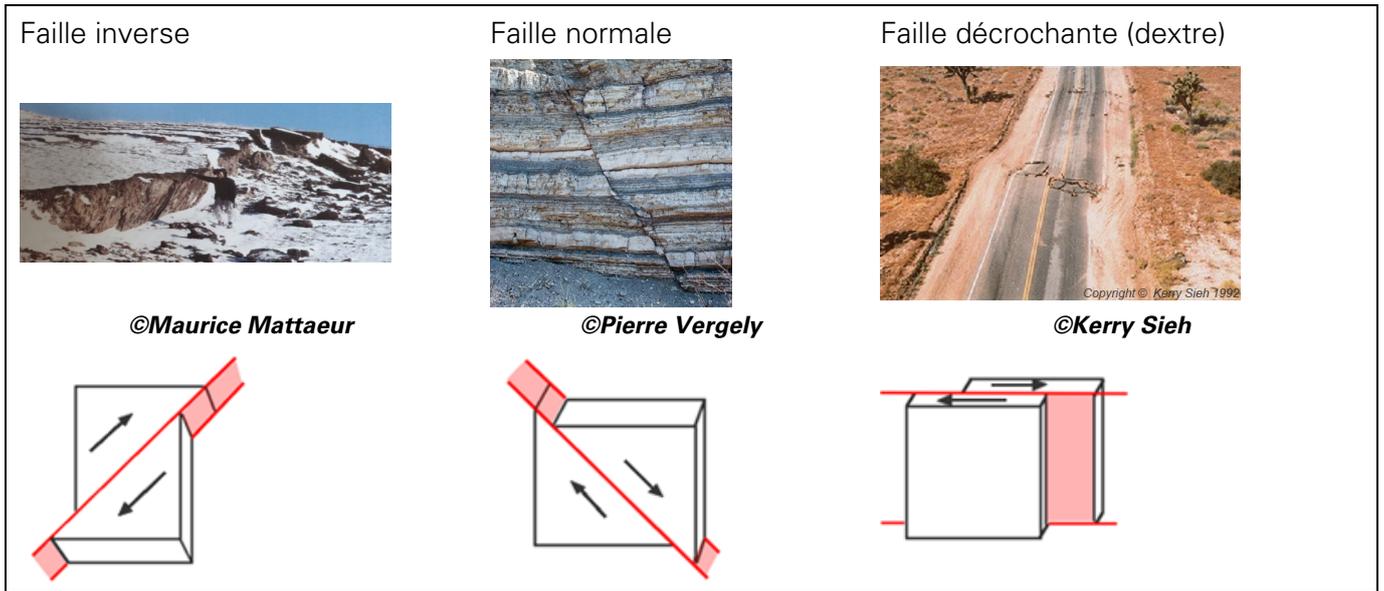
- vibrations qui peuvent entraîner des dégâts ;

Extrait vidéo Youtube : Le tremblement de terre de Kobe (National Geographic France) :

<https://youtu.be/CSRWvYaZxhg>



- parfois apparitions de faille dans le paysage : cassure dans les roches du sous-sol séparant deux blocs se déplaçant l'un par rapport l'autre.



Pour expliquer l'apparition des vibrations d'un séisme, deux hypothèses sont alors fréquemment proposées par les élèves :

- la cassure de la roche entraîne l'apparition des vibrations.
- le déplacement des blocs le long d'une faille entraîne l'apparition des vibrations.

Ce défi propose de tester ces hypothèses en utilisant des modèles où les roches rigides du sous-sol et les failles sont modélisées par des matériaux de la vie courante.

Il est donc nécessaire de mener une réflexion (avant ou après le défi) sur la ou les modélisations utilisées, en proposant par exemple un tableau à compléter pour faire correspondre les éléments du modèle à ceux de la réalité.

Pour l'hypothèse avec rupture d'un matériau :

Modèle	Réalité
plaque de lasagne	roche rigide
smartphone + FizziQ	sismographe
appuyer lentement sur la lasagne pour la casser	contraintes sur les roches qui provoquent leur rupture

Pour l'hypothèse avec glissement de bloc :

Modèle	Réalité
bloc + surface rugueuse	blocs de roche de part et d'autre d'une faille
smartphone + FizziQ	sismographe
tirer sur l'élastique du bloc posé sur la surface rugueuse	contrainte provoquant le déplacement d'un bloc de roche le long d'une faille

Remarques techniques :

Sur le matériel pour le modèle "Glissement" :

- Il est possible de ne pas utiliser d'élastique mais il ne sera alors pas possible d'observer de déformation avant le déplacement du bloc (voir le paragraphe "Prolongements possibles").
- Le bloc utilisé doit être suffisamment lesté pour ne pas se déplacer trop facilement lorsque la contrainte est appliquée.
- L'utilisation d'une bande rugueuse à la place d'un second bloc permet d'avoir la surface de frottement modélisant le plan de faille au plus près de la table où est posé le capteur et d'optimiser la détection des vibrations.

Sur l'utilisation de l'application FizziQ :

Si c'est la première fois que les élèves utilisent l'application FIZZIQ, il serait utile de leur présenter l'application et les différentes possibilités qu'elle offre. Voici quelques pistes de découverte :

- Présenter les capteurs de la tablette ou des téléphones accessibles par les élèves.
- Montrer que les mesures peuvent être enregistrées en continu et être visibles sous forme de graphique.
- Montrer que deux capteurs peuvent être enregistrés simultanément avec l'outil "Ecran Duo".
- Montrer que l'on peut enregistrer ses mesures et les mettre dans un « Cahier d'expérience ».
- Indiquer la possibilité de partager son cahier avec d'autres camarades et permettre de développer l'esprit scientifique en permettant de multiplier les observations pour rendre plus robustes les conclusions.
- Les indications sur les appareils de mesure se retrouvent également directement dans l'application quand on ouvre un appareil de mesure en allant dans le « i » (en haut à droite de l'écran).

Aides

Ces aides sont à destination des enseignants ou des élèves.

Vous pouvez envisager différentes manières de vous en servir :

- Les « lire » aux élèves (en les reformulant éventuellement) au fur et à mesure de leur expérimentation.
- Les imprimer, les découper et les distribuer selon le besoin (par groupe par exemple).

Liens vers quelques sites utiles et notice

- <https://www.fondation-lamap.org/fr/fizziq> : Vous retrouverez ici les différents documents pédagogiques proposés en lien avec l'utilisation de l'application FizziQ, notamment des défis pour les élèves que vous pouvez adapter en fonction de vos objectifs et de vos classes
- <https://www.fizziq.org/> : Vous y retrouverez notamment des protocoles donc vous pouvez vous inspirer pour créer vos propres protocoles
- <https://www.youtube.com/channel/UCa3FIR94qwb3iaohwjGzchw/featured> : Vous y trouverez des vidéos de moins de 2 min chacune permettant une prise en main rapide de l'application.

Vous trouverez ci-dessous les informations concernant les mesures réalisables dans le cadre de ce défi avec le capteur "Accéléromètre" des tablettes ou téléphones. Le niveau d'explication que vous trouverez ici est plutôt adapté à des adultes souhaitant comprendre la manière dont les capteurs fonctionnent. Pour les élèves, le choix peut être de les laisser explorer les différents outils et appareils de mesure si vous en avez le temps. Leur rapidité de prise en main dépendra de la connaissance qu'ils ont de l'application (si Fizziq a déjà été utilisée au cours d'un autre moment de classe).

Outil : l'accéléromètre - Accélération absolue

L'accélération absolue permet de mesurer l'accélération produite par l'ensemble des forces qui s'exercent sur le portable. Si tu gardes ton portable immobile, tu constateras que l'accéléromètre affiche une valeur d'environ 9.8 m/s^2 . Cette accélération résulte de la force que tu exerces pour maintenir ton portable immobile et contrer la force d'apesanteur.

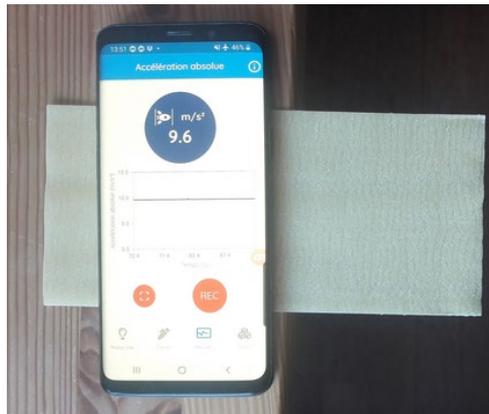
Si tu l'agites, tu verras la mesure augmenter ou décroître rapidement : ce capteur permet donc de détecter les mouvements du smartphone. Si la table sur laquelle il est posé vibre, il détectera alors les vibrations.

Précision

L'accéléromètre de ton smartphone est très précis. La précision des mesures est inférieure à $0,01 \text{ m/s}^2$, et la fréquence de mise à jour des données est supérieure à 100 hertz, c'est-à-dire que 100 données sont calculées par seconde.

Réalisation du défi

- Exemple de mesures pour tester l'hypothèse en lien avec la rupture d'un matériau :
- ouvrir l'application FizziQ puis sélectionner le capteur Accéléromètre - Accélération absolue.
- placer une plaque de lasagne sur un bord de table, en laissant dépasser la moitié.
- placer le smartphone sur la partie de la plaque de lasagne posée sur la table.

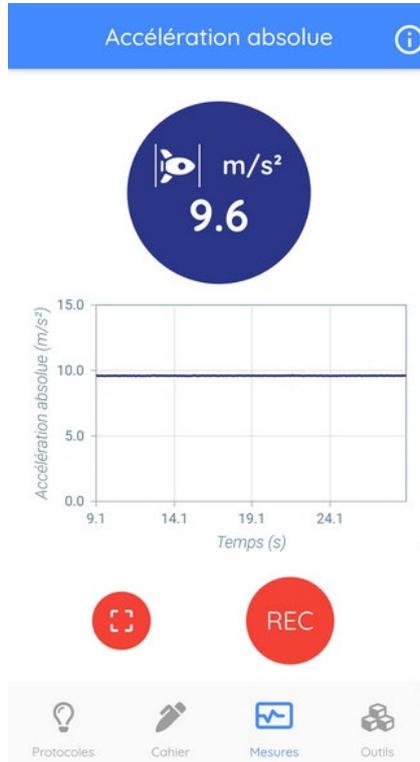


- démarrer l'enregistrement.
- appuyer sur le téléphone pour le plaquer sur la plaque de lasagne, et attendre qu'aucun mouvement ne soit détecté.
- tout en observant la ligne d'enregistrement sur l'écran de l'application et en continuant de maintenir le téléphone, appuyer lentement sur la partie de la plaque de lasagne qui dépasse du bord de la table, jusqu'à provoquer sa rupture. La pression exercée doit être continue et non brutale pour ne pas générer de vibrations parasites.
- une fois la rupture provoquée, stopper l'enregistrement et l'ajouter au cahier d'expérience.
- à partir de ce qui est observé à l'écran lors de l'expérimentation, identifier la relation entre le moment de la rupture et l'apparition des vibrations. Il peut être nécessaire de zoomer sur l'enregistrement.

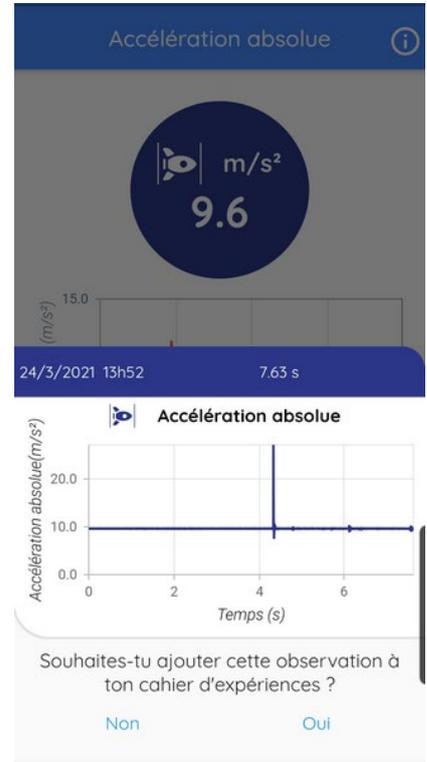
Sélection du capteur



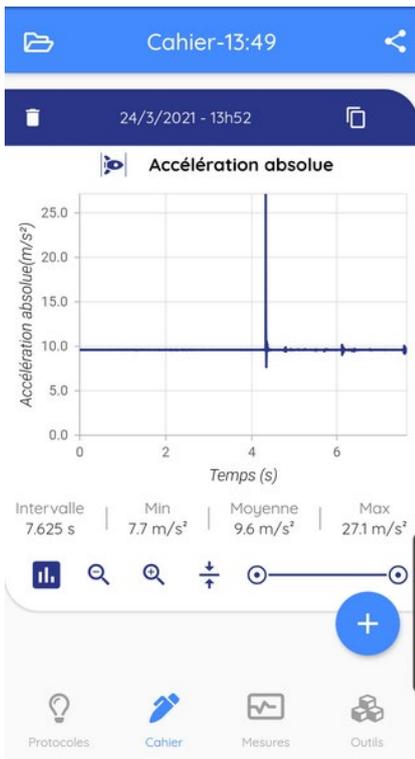
Aspect de l'enregistrement sans vibrations de détectées



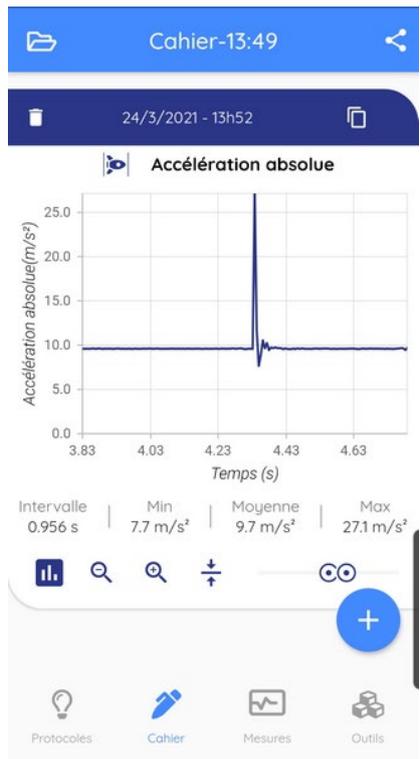
Ajout de l'enregistrement au cahier d'expérience



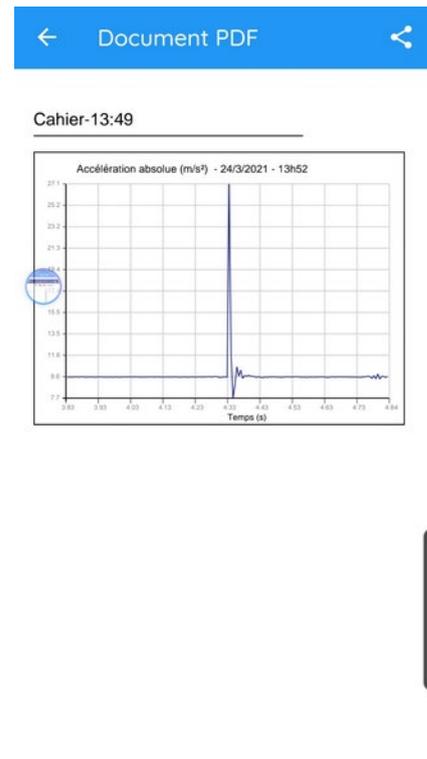
Enregistrement dans le cahier d'expérience



Zoom sur la partie de l'enregistrement où des vibrations ont été détectées



Vue de l'export pdf du cahier d'expérience



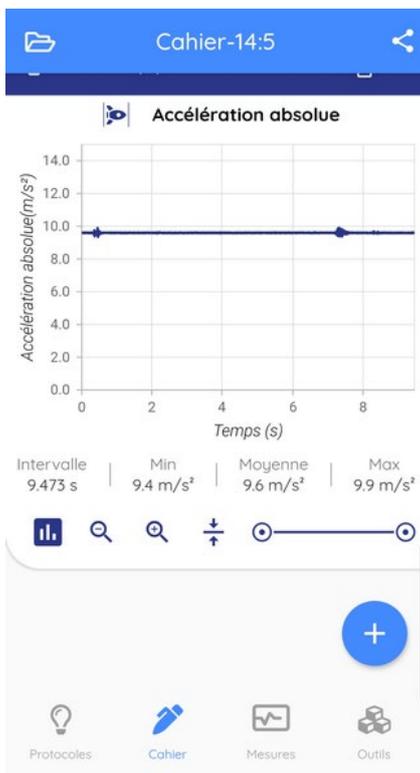
Exemple de mesures pour tester l'hypothèse en lien avec le déplacement de bloc :

- ouvrir l'application FizziQ puis sélectionner le capteur Accéléromètre - Accélération absolue.
- placer le bloc sur la surface rugueuse.
- placer le smartphone sur la table, à proximité de la surface rugueuse.
- attendre qu'aucun mouvement ne soit détecté.
- démarrer l'enregistrement.
- tout en observant la ligne d'enregistrement sur l'écran de l'application, tirer lentement sur l'élastique, jusqu'à provoquer le glissement. L'attraction exercée doit être continue et non brutale pour ne pas générer de vibrations parasites.

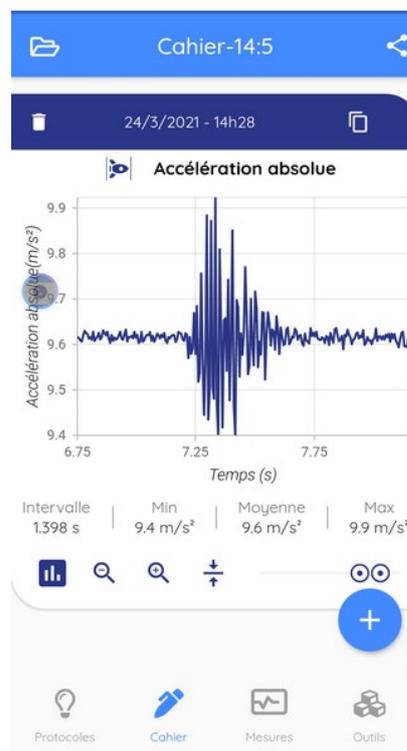


- une fois le glissement provoqué, stopper l'enregistrement et l'ajouter au cahier d'expérience.
- à partir de ce qui est observé à l'écran lors de l'expérimentation, identifier la relation entre le moment de la rupture et l'apparition des vibrations. Il peut être nécessaire de zoomer sur l'enregistrement.

Enregistrement dans le cahier d'expérience



Zoom sur la partie de l'enregistrement où des vibrations ont été détectées



À retenir

Sur les séismes :

les modélisations mise en œuvre montrent que :

- des vibrations apparaissent lorsqu'un matériau rigide casse ;
- des vibrations apparaissent lorsqu'un bloc se déplace sur une surface rugueuse ;

Pour développer l'esprit scientifique :

Ce défi amène les élèves à tester deux hypothèses pour expliquer un même évènement. Les deux hypothèses étant vérifiées, les élèves comprennent qu'il est possible que plusieurs causes (glissement ou rupture) peuvent avoir un même effet (ici l'apparition de vibrations).

Prolongements possibles

Les simulations réalisées permettent d'observer une chronologie d'évènements :

1. la déformation de la lasagne ou de l'élastique provoquée par la contrainte appliquée ;
2. la rupture brutale ou le glissement brutal selon le modèle mis en œuvre ;
3. l'apparition des vibrations.

Cette succession peut être mise en parallèle avec les étapes du modèle explicatif que les scientifiques appellent le cycle sismique :

1. contrainte tectonique ;
2. déformation élastique lente ;
3. rupture sismique rapide.

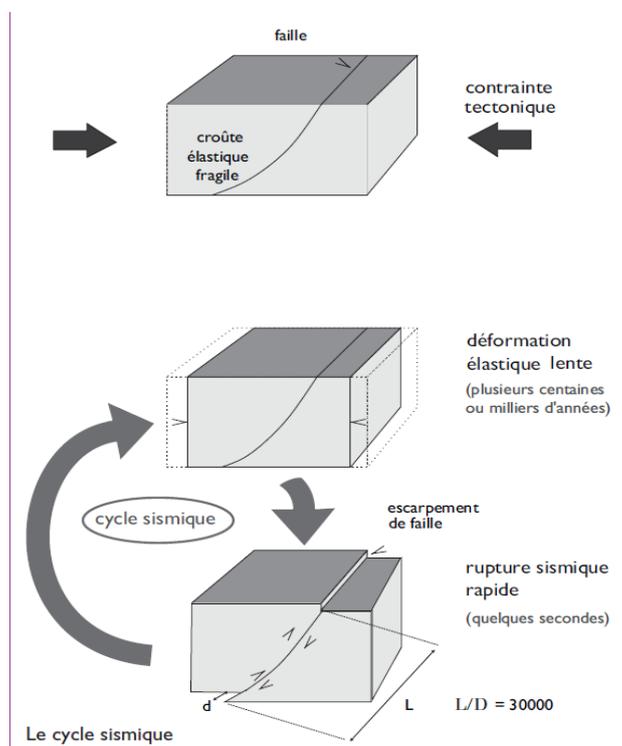


Schéma du cycle sismique,
P. Bernard dans l'ouvrage "29 notions clés pour savourer et faire savourer la science - primaire et collègue" (Éditions Le Pommier, 2009).

Il peut également être envisagé à partir de cet exemple de faire réfléchir sur la place des modèles explicatifs en science pour étudier les phénomènes naturels inaccessibles à l'observation directe, et de discuter de leur validité.

Ainsi on peut montrer qu'après chaque séisme, ce modèle peut être confronté aux données disponibles et aux mesures réalisées après un séisme comme :

- l'observations de terrains pour identifier les éventuelles ruptures en surface et mesurer les déplacements le long de la faille ;
- la comparaison de la position des blocs de part et d'autre de la faille avant et après le séisme grâce aux GPS et à l'imagerie satellite radar entre autres ;
- la localisation dans le contexte géodynamique.
- la magnitude du séisme pour estimer l'énergie libérée lors de la rupture.

Tant que le modèle reste cohérent avec les données de la réalité, il reste valide, et devient même de plus en plus robuste. Si il n'est pas cohérent avec les données de la réalité, il doit alors être rejeté ou modifié puis être confronter à nouveau à la réalité.

Éclairage scientifique

Pour plus de détails sur l'origine des séismes, voir le chapitre de P. Bernard dans l'ouvrage "29 notions clefs pour savourer et faire savourer la science - primaire et collège" (Éditions Le Pommier , 2009).

<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/20276/29-notions-clefs-les-seismes>

Choix didactiques

Sur le choix de traiter la rupture et le glissement le long d'une faille pour expliquer l'apparition de vibrations lors d'un séisme.

Ci dessous un extrait tiré de l'ouvrage cité ci-dessus :

"La sismicité des failles est donc plus une question de frottement sur une surface fragile que de rupture proprement dite : chaque séisme ne produit, en gros, que quelques pourcent de faille fraîche et remet en jeu, pour le reste, une ou plusieurs failles préexistantes. Mais ces ruptures fraîches sont fondamentales, en ce sens qu'elles permettent à votre petite fracture de grandir."

Deux mécanismes peuvent donc intervenir pour expliquer l'apparition de vibrations lors d'un séisme : une rupture fraîche des roches du sous-sol (= cassure nouvelle) ou le rejeu d'une faille préexistante. Le choix a donc été fait de traiter ces deux aspects dans ce même défi.

Sur les expérimentations et leur valeur démonstrative sur l'origine des vibrations.

En sciences de la Terre, certaines modélisations n'ont pas toujours besoin de témoin (dans le sens point de comparaison avec ou sans), contrairement aux sciences de la nature portant sur le vivant. Par contre il est fréquent d'y faire varier des paramètres pour appréhender leur importance relative pour expliquer un phénomène, comme en rhéologie par exemple. Pour tester les hypothèses formulées dans ce défi, l'état initial des expérimentations (sans contraintes ou sans déplacements) sert de témoin.

Dans le cas de l'expérimentation avec déplacement de blocs, l'état initial sans déplacement ne montre pas de vibrations, mais des vibrations apparaissent suite au déplacement : c'est donc le déplacement qui est à l'origine des vibrations.

Dans le cas de l'expérimentation avec cassure de la lasagne, l'état initial avant cassure ne montre pas de vibrations, mais des vibrations apparaissent suite à la cassure : c'est donc la cassure qui est à l'origine des vibrations.

Programmes officiels du cycle 4, SVT

Compétences travaillées

Pratiquer des démarches scientifiques

- Concevoir et mettre en œuvre des expériences ou d'autres stratégies de résolution pour la ou les tester cette ou ces hypothèses.

Concevoir, créer, réaliser

- Concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental.

Utiliser des outils numériques

- Utiliser des logiciels d'acquisition de données, de simulation et des bases de données.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Expliquer quelques phénomènes géologiques à partir du contexte géodynamique global. <ul style="list-style-type: none">• ...séismes,	Les exemples locaux ou régionaux ainsi que les faits d'actualité sont à privilégier tout comme l'exploitation de banques de données, de mesures, d'expérimentation et de modélisation.

Auteur

Grégoire PAGNIER

Remerciements

Guillaume BERTHELOT, Aline CHAILLOU, Stevens GUYON

En partenariat avec Trapeze.digital



Date de publication

Novembre 2020

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation La main à la pâte

43 rue de Rennes

75 006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

