

Thème Terre		La planète Terre, l'environnement et l'action humaine			
		Fiche de réussite			
Activités	Ce que je dois connaître	Ce que je dois savoir faire	Mon suivi		
					
T1 – Les manifestations d'un séisme et enregistrement	☐ Séisme (intensité, magnitude), ☐ Sismographe/sismogramme, ☐ Épicentre, faille, tsunami	☐ Expliquer ce qu'est un séisme. ☐ Décrire les conséquences d'un séisme à partir d'un exemple (sur le paysage, sur la population humaine, etc.). ☐ Expliquer comment on enregistre et on surveille un séisme. ☐ Décrire un sismogramme afin de déterminer les temps d'arrivée.	☐	☐	☐
T2 – Exemple du séisme d'Izmit et origine	☐ Foyer ☐ Contraintes (forces) ☐ Libération d'énergie	☐ Décrire et expliquer le déclenchement d'un séisme. ☐ Concevoir un modèle pour simuler un séisme à partir d'exemples de matériel. ☐ Critiquer le modèle d'un séisme par rapport à la réalité. ☐ Expliquer l'origine d'un séisme à partir d'un exemple.	☐	☐	☐
T3 – La répartition des séismes à la surface de la Terre	☐ Répartition des séismes et des volcans	☐ Décrire la répartition des séismes et des volcans à la surface de la Terre.	☐	☐	☐
T4 – Risques sismiques et volcaniques	☐ Aléa géologique ☐ Enjeux, vulnérabilité, risque géologique (naturel)	☐ Identifier les aléas, les enjeux ou les risques sismiques ou volcaniques à partir d'un exemple ou d'une carte. ☐ Expliquer les notions d'enjeu, d'aléas sismiques ou volcaniques et de risques sismiques ou volcaniques.	☐	☐	☐
T5 – Les îles des Antilles	☐ Mesures de prévention, de protection, d'adaptation ou d'atténuation (ex : information et éducation des populations, PPRn, etc.)	☐ Argumenter sur les conséquences d'un séisme ou d'une éruption volcanique et sur la possibilité d'empêcher (ou pas) une prochaine catastrophe de ce type. ☐ Rédiger un message à une personne pour lui expliquer le meilleur endroit où s'installer pour limiter les risques liés à un séisme ou un volcan. ☐ Donner des stratégies pour limiter les risques géologiques.	☐	☐	☐

Activité T1

Les manifestations d'un séisme et enregistrement

Je suis capable de (compétences travaillées) :

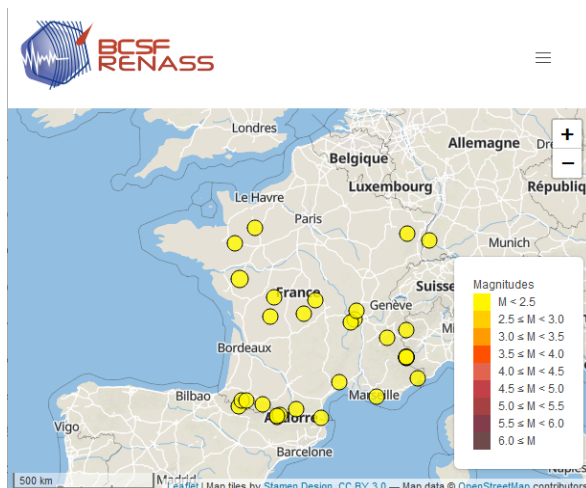
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : textes, schémas et tableaux.

C2 : Expliquer un phénomène à l'oral à partir d'un support visuel.

C3 : Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix, en argumentant.

Situation de départ : En allant sur le site du BCSF-Renass (Bureau central et sismologique français - Réseau national de surveillance sismique) qui répertorie les séismes récents, on peut constater que la France est soumise à de nombreux séismes pour la plupart peu ressentis. Les séismes sont donc des événements très courants. Mais certains peuvent être dangereux voire meurtriers.

Site : <https://renass.unistra.fr/fr/zones/>



Problème : Comment se manifeste un séisme ?

1 – À partir de l'ensemble des documents, **compléter** le QCM ci-dessous **en cochant** la bonne réponse : **(C1)**

1.1 – Qu'est-ce qu'un séisme ?

- ☐ A – Une éruption volcanique
- ☒ B – Une série de secousses du sol
- ☐ C – Un tsunami
- ☐ D – Un changement de sol

1.2 – Quel appareil permet de détecter et enregistrer les ondes sismiques ?

- ☐ A – Un sismographe contenu dans le sismomètre
- ☐ B – Un altimètre
- ☐ C – Un sismogramme
- ☒ D – Un sismographe

1.3 – Qu'obtient-on lorsqu'on enregistre un séisme ?

- ☐ A – Un sismographe contenu dans le sismomètre
- ☐ B – Un altimètre
- ☒ C – Un sismogramme
- ☐ D – Un sismographe

1.4 – Lors d'un séisme, que fait la masse suspendue dans le sismographe ?

- ☐ A – Elle vibre comme le sol.
- ☒ B – Elle reste immobile pendant que le sol bouge.
- ☐ C – Elle s'écroule au sol.
- ☐ D – Elle enregistre les sons.

1.5 – Quel est le nom de la première onde enregistrée lors d'un séisme ?

- ☐ A – Onde T
- ☐ B – Onde S
- ☐ C – Onde de surface
- ☒ D – Onde P

1.6 – Que mesure la magnitude d'un séisme ?

- ☒ A – L'énergie libérée par le séisme
- ☐ B – Les dégâts visibles
- ☐ C – La durée du séisme
- ☐ D – Le bruit ressenti

1.7 – Le séisme de Bam a été enregistré :

- ☐ A – en même temps dans les trois stations.
- ☒ B – en premier à la station de Djibouti.
- ☐ C – en premier à la station de Saint-Sauveur.
- ☐ D – en premier à la station de Guyane.

1.8 – Les enregistrements du séisme de Bam montrent qu'un séisme :

- ☐ A – se propage que vers le nord.
- ☐ B – se propage que vers l'ouest.
- ☐ C – se propage que dans deux sens.
- ☒ D – se propage dans toutes les directions.

1.9 – Quelle est l'échelle utilisée aujourd'hui pour mesurer la magnitude ?

- ☐ A – L'échelle Mercalli
- ☐ B – L'échelle de Shindo
- ☒ C – L'échelle de moment (Mw)
- ☐ D – L'échelle de Richter

1.10 – Que représente l'épicentre d'un séisme ?

- ☒ A – Le point où l'intensité est maximale.
- ☐ B – Le point le plus profond sous la Terre.
- ☐ C – Le point où le séisme est le moins fort.
- ☐ D – Le lieu du premier enregistrement sismique.

2 – À partir du document donné par le professeur, **présenter** à l'oral, en binôme et en 2 minutes maximum la date, l'épicentre, la magnitude du séisme ainsi que ces conséquences : **(C2 et 3)**

- les dégâts matériels ;
- les victimes humaines ;
- les impacts sur le paysage ou les manifestations directes sur le paysage.

Séismes	Date	Épicentre	Magnitude	Nombre de victimes	Dégâts matériels	Impacts sur le paysage
Tōhoku	11 mars 2011	130 km de Sendai	9	23 000 morts et disparus	Arrêt d'une quinzaine de réacteurs nucléaires, villes devenues radioactives, 147 milliards d'euros	Faillie, tsunami, zones devenues radioactives
Sumatra	26 déc. 2004	160 km de la côte indonésienne	9,1 à 9,3	290 000 morts estimées 125 000 blessés 46 000 disparus 1,69 million déplacés	130 milliards de dollars de dégâts matériels	Tsunami (35 m de hauteur, vitesse de 800 km/h), inondation
Haïti	12 janvier 2010	25,3 km de Port-au-Prince	7,0 à 7,34	280 000 morts 300 000 blessés 1,3 million de sans-abris Conditions sanitaires dégradées (épidémie de choléra)	Nombreux bâtiments détruits (palais national, cathédrale, etc.)	Sans doute faille, déformation du sol

Valdivia	22 mai 1960	570 km de Santiago	9,5	1 000 et 6 000 morts 3 000 blessés 2 millions de sans abri	Destruction de bâtiments, plusieurs pays touchés	Affaissement du sol, inondations durables, glissement de terrains, apparition de marécages, tsunami, éruption d'un volcan
Arette	13 août 1967	2 km d'Arette	5,3	1 mort 20 blessés Nombreux sinistrés	62 communes atteintes, 2283 immeubles dont 340 irréparables	Secousses ressenties sur plusieurs communes, jusqu'en Espagne
Lituya Bay	9 juillet 1958	20 km de la baie	8,3	1 couple mort Sans blessés graves	Ponts, quais, câbles sous-marins abîmés	Glissement de terrain, mégatsunami arrachant végétation et sol, fissures dans le sol, éruptions de sable
Kobe	17 janvier 1995	20 km de Kobe	7,3	6 400 et 6 500 morts 43 800 blessés 300 000 sans abri et déplacés	100 000 bâtiments détruits et nombreuses infrastructures touchées (écoles, hôpitaux, ponts, autoroute, réseaux eau/électrique) 100 à 200 milliards de dollars	Liquéfaction, affaissement des sols artificiels, quartiers ravagés, déformation du sol : faille
Tangshan	28 juillet 1976	110 km de Pékin	7,6 à 7,8	300 000 voire 655 000 morts 700 000 blessés	85 % des bâtiments détruits, nombreuses infrastructures touchées (routes, ponts, voies ferrées, réseaux	Effondre- ments du sol, des affaisse- ments, glissements de berges, cratères sableux dans

					eau/électrique) 10 milliards de yuans (1 milliard d'euros environ)	les zones humides
Lima et de Pisco	15 août 2007	150 km de Lima	8	595 morts 2 291 blessés Milliers de sans abri	80 % des bâtiments détruits, routes détruites, ponts effondrés, réseaux électriques et téléphoniques coupés	Liquéfaction du sol, glissements de terrain et crues côtières, animaux morts
Izmit	17 août 1999	100 km d'Istanbul	7,4 à 7,6	17 127 et 18 373 morts 43 000 blessés 5 840 personnes portées disparues 250 000 sans abri	Milliers de bâtiments détruits, infrastructures de transports touchées (autoroutes, ponts, voies ferrées), réseaux électriques et téléphoniques effondrés, 6,5 et 23 milliards de dollars	Faille, déplacements horizontaux de 2 à 5 m, glissements de terrain, affaissements sous-marins provoquant des inondations
Ashgabat	6 octobre 1948	25 km d'Ashgabat	7,3	176 000 morts	Destruction de bâtiments, voies ferrées, réseaux électriques et téléphoniques touchés	Glissement de terrain, mini-tsunami terrestre, bouleversement du relief, fissures, ruptures du sol
Mexique	19 sept. 1985	320 km de Mexico	8,0 à 8,1	30 000 à 45 000 décès 30 000 blessés	400 bâtiments effondrés, 3000 avec des dommages	Liquéfaction du sol

				250 000 à 700 000 sans abri	graves, voies ferrées, réseaux électriques, eau et téléphoniques touchés	
Bam	26 déc. 2003	10 km de Bam	6,6	43 000 morts 30 000 blessés	70 à 90 % des constructions détruites ou gravement endommagées citadelle Arg-e en partie détruite, hôpitaux, réseaux électriques et eau touchés	Liquéfaction du sol, jets de sable, fissures du sol
Northridge	17 janvier 1994	30 km de Los Angeles	6,7	72 morts 9 000 blessés 1 600 personnes hospitalisées 22 000 sans abri	400 bâtiments détruits, des milliers endommagés, autoroutes et ponts détruits, pannes de différents réseaux	Liquéfaction du sol, glissements de terrain, fissures du sol
Maroc	8 sept. 2023	72 km de Marrakech	6,8 à 6,9	2 960 morts 5 674 blessés	50 000 maisons ont été détruites ou endommagées, effondrements des rues	Glissement de terrain, liquéfaction du sol

Tableau de comparaison de différents séismes meurtriers avec leurs caractéristiques

3 – **Compléter** le bilan 1 avec les mots suivants :

- *destruction, ondes sismiques, épicentre, sismogramme, impact négatif, paysage, magnitude, séisme, sismographes, intensité*

Bilan 1 : Un séisme est une mise en mouvement brève et brutale du sol. Il entraîne des modifications parfois visibles dans les paysages (faille, déformation du sol, tsunami, etc.), la destruction des infrastructures humaines et un fort impact négatif sur la population (décès,

blesés, sinistrés, etc.).

Les séismes sont enregistrés par des sismographes qui permettent de surveiller l'activité sismique du globe terrestre. L'enregistrement obtenu ou sismogramme indique qu'un séisme se propage sous forme d'ondes sismiques (de différents types) qui se dispersent dans toutes les directions. Il permet de mesurer la magnitude d'un séisme, c'est-à-dire sa puissance.

La magnitude ne doit pas être confondue avec l'intensité d'un séisme. L'intensité est mesurée d'après l'importance des dégâts et du ressenti. Elle est maximale à l'épicentre du séisme puis diminue progressivement lorsqu'on s'éloigne de celui-ci.

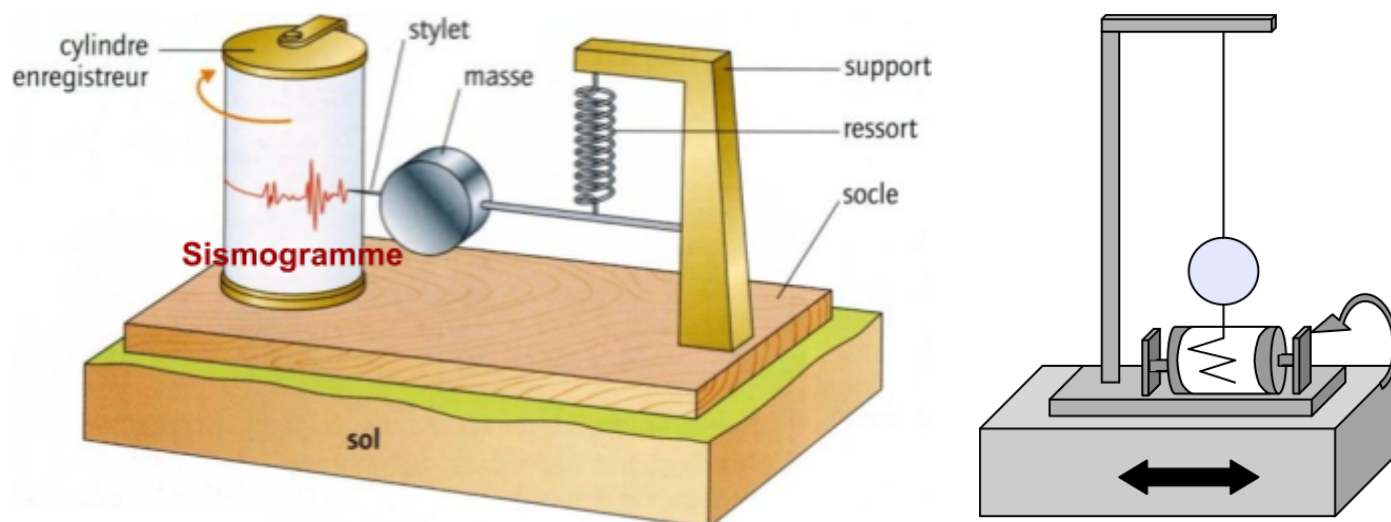
Document 1a : Le principe et le fonctionnement du sismographe

Un séisme est une série de secousses du sol. Les premières manifestations d'un séisme peuvent se voir grâce à un sismographe. Les vibrations provoquées par un séisme sont dues à des ondes sismiques qui se propagent dans toutes les directions. Les ondes sont enregistrées par un sismographe : le socle de l'appareil et le cylindre enregistreur (fixés au sol) vibrent, la masse suspendue tend à rester immobile. Les mouvements du sol enregistrés sont verticaux ou horizontaux. Le sismographe donne un tracé ondulatoire qu'on appelle un sismogramme.

Remarque : Les termes sismomètre et sismographe sont souvent utilisés comme synonymes, mais ils ont une petite différence :

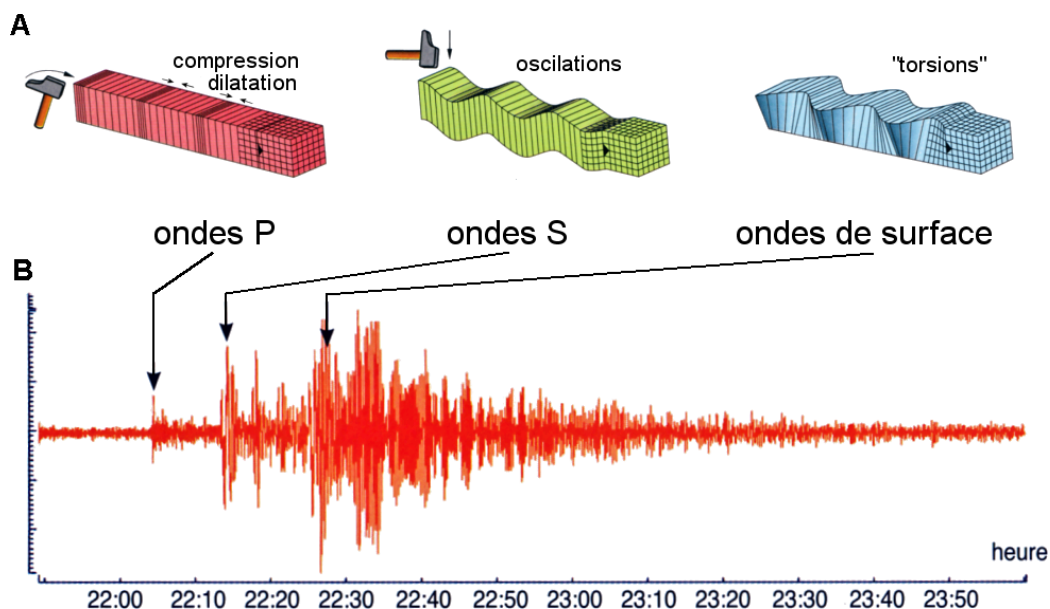
- Le sismomètre est l'appareil de mesure lui-même. Il sert à détecter et enregistrer les mouvements du sol lors d'un séisme. Il mesure les ondes sismiques.
- Le sismographe est l'ensemble du système qui comprend le sismomètre (capteur) et le dispositif d'enregistrement (papier, écran, support numérique...).

Document 1b : Schémas simplifiés de sismographes pour les vibrations verticales du sol (à gauche) et pour vibrations horizontales du sol (à droite)



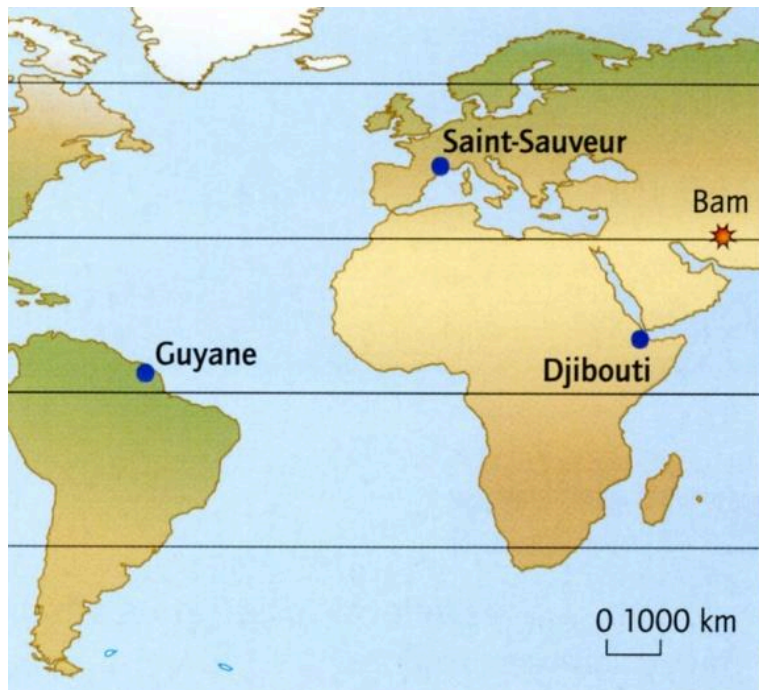
Document 1c : La compréhension des ondes sismiques

Les vibrations créées par un séisme forment plusieurs types d'ondes sismiques qui sont enregistrés par les sismographes. Ces ondes sismiques dépendent de la façon dont vibre le sol comme on peut le voir sur ce sismogramme :



Document 2a : Réseau Geoscope et propagation des ondes sismiques

Le réseau Geoscope est un réseau de stations de surveillance des séismes réparties sur les 5 continents. Chaque station est équipée de sismographes qui enregistrent en continu les séismes à la surface de la Terre. Les sismogrammes obtenus après un séisme permettent d'avoir une idée des ondes émises grâce au réseau. Les stations d'enregistrement nous montrent qu'un séisme peut être ressenti partout sur Terre (même de l'autre côté de la Terre), tout dépend bien sûr de sa puissance et du lieu d'émission. On peut connaître avec précision grâce aux enregistrements la distance entre la zone de départ du séisme et la station et on peut aussi calculer la magnitude, c'est-à-dire la puissance du séisme.



D'après Belin, 2007

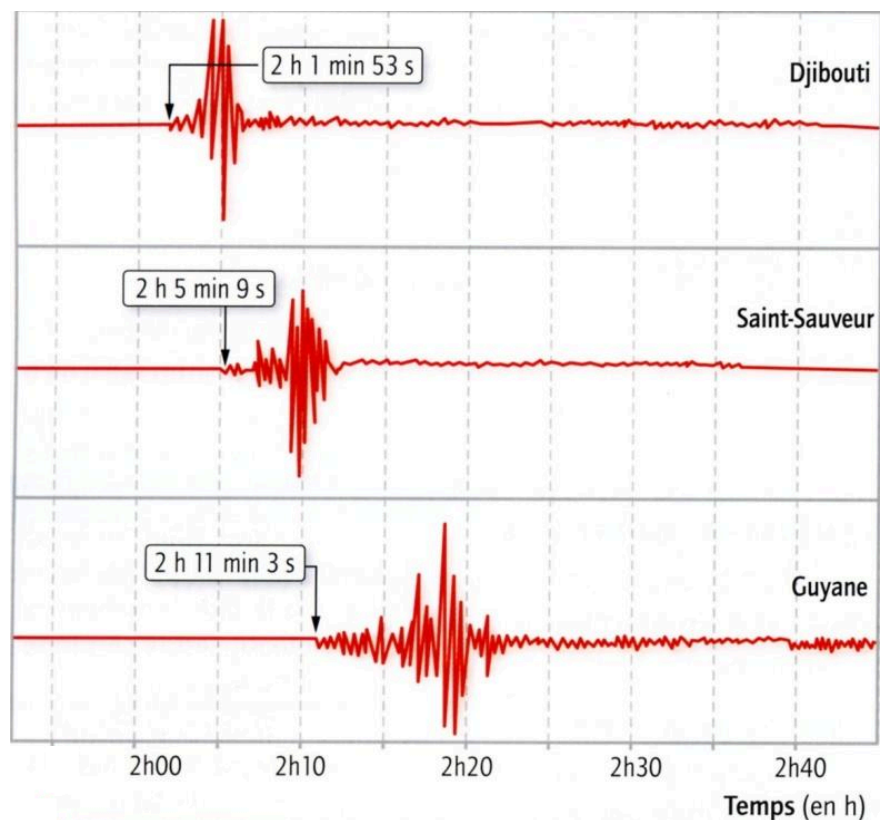
Document 2b : Sismogrammes enregistrés après le séisme de Bam dans 3 stations du réseau Géoscope

On peut prendre l'exemple d'un séisme très meurtrier en Iran. Ce séisme a eu lieu à Bam le 26 décembre 2003 à 1h 56min 52s.

Ce séisme a pu être enregistré par des sismographes placés dans des stations de surveillance des séismes du réseau Geoscope à Guyane, à Saint-Sauveur et à Djibouti (voir ci-contre).

Les flèches sur les sismogrammes représentent le temps d'arrivée des ondes sismiques (et donc ressenties et mesurées par les sismographes).

On a pu déterminer l'endroit exact où il a débuté : à 10 km au Nord-Est de Bam et qu'il a une magnitude de 6,3 à 6,6 grâce à l'amplitude (la hauteur des ondes).



D'après Belin, 2007

Document 3 : Magnitude d'un séisme

La magnitude est la puissance d'un séisme, c'est-à-dire l'énergie libérée lors du séisme liés aux fractures du sous-sol de la Terre. L'échelle de Richter est un exemple d'échelle qui permet de déterminer la magnitude d'un séisme. C'est une échelle ouverte qui part de 0 à l'infini. Maintenant, on préfère utiliser l'échelle de magnitude de moment (M_w). Le maximum qui a été enregistré est celui de Valdivia (de magnitude 9,5) qui a eu lieu au Chili le 22 mai 1960, suivi d'un tsunami dévastateur.

Magnitude	Description	Énergie libérée (équivalence par Tonnes en TNT/explosif)	Effets et exemples	Fréquence en séismes
2	Très mineur	0,0015	Généralement non ressenti mais détecté/enregistré	1000 par jour
4	Léger	15	Glissement de roches de 2 à 5 cm	6200 par an
6	Fort	15 000 (1,2 fois la bombe atomique d'Hiroshima)	Glissement de roches de 20 à 50 cm (Séisme de Bam en 2003 avec 6,6)	120 par an
8	Important	15 000 000 (1200 fois la bombe d'Hiroshima)	Glissement de roches de 5 à 10 m (Séisme de San Francisco en 1906 avec 8)	1 par an
9 <	Exceptionnel	475 000 000	Dévaste des zones à des milliers de kilomètres à la ronde	1 tous les 20 ans

Exemples de magnitude (M_w)

Remarque : Deux paramètres sont utilisés pour mesurer la force des séismes : la magnitude et l'intensité. Il ne faut pas les mélanger.

En effet, la magnitude caractérise l'énergie libérée par la rupture de faille à l'origine des secousses, tandis que l'intensité est liée à l'effet des secousses à un endroit donné (par exemple : ressenti des habitants, chute d'objets, dégâts...).

Le séisme n'ayant pas les mêmes effets partout, l'intensité sismique varie d'un site à un autre pour un même séisme alors que la magnitude est la même pour un séisme donné.

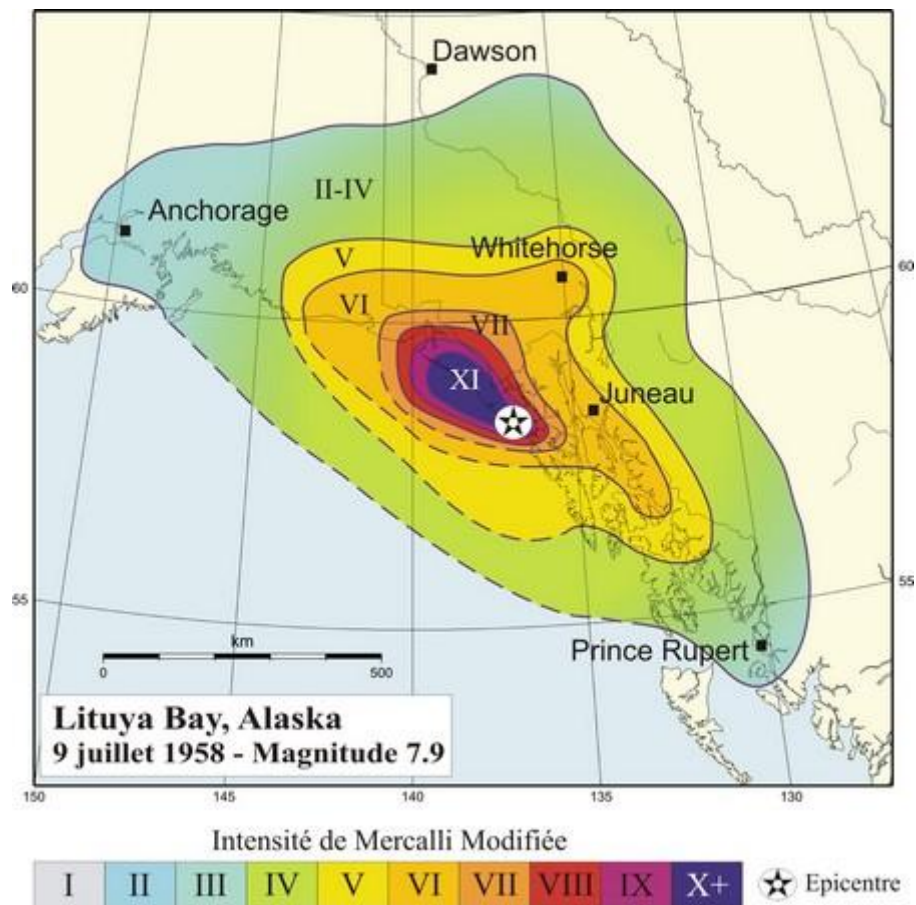
D'après www.irsn.fr

Document 4a : Échelles d'intensité

On peut évaluer l'intensité d'un séisme d'après les dommages observés dans une région sinistrée : on a établi alors des échelles basées sur les dégâts et le ressenti. On peut alors tracer des lignes isoséistes comme indiquées sur la carte ci-dessus. Dans la zone de forte intensité, on trouve l'épicentre du séisme, c'est-à-dire l'endroit où l'intensité du séisme est maximale et donc l'endroit d'où provient le séisme. Différentes échelles ont été utilisées comme l'échelle Mercalli ou l'échelle MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik). Maintenant, en Europe, les sismologues préfèrent utiliser pour les séismes actuels une échelle plus récente et améliorée appelée EMS 98 (European macroseismic

scale 1998) depuis le 1^{er} janvier 2000. En Amérique du Nord, on utilise plutôt l'échelle MMI (échelle Mercalli modifiée). Le Japon utilise sa propre échelle d'intensité (échelle de Shindo). En effet, les échelles sont adaptées au type de constructions locales.

Document 4b : Exemple d'échelle avec le séisme de la baie de Lituya en Alaska



Activité T2	Exemple du séisme d'Izmit et origine
Je suis capable de (compétences travaillées) :	
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : schémas et cartes.	
C2 : Proposer des hypothèses pour résoudre un problème.	
C3 : Proposer un modèle permettant de rendre compte de l'origine d'un séisme sous forme d'un schéma.	
C4 : Suivre un modèle donné et savoir le critiquer pour trouver ses limites.	
C5 : Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.	

Situation de départ : La Turquie est une région géologiquement très active avec quelques volcans et des séismes :

- Séismes de Kahramanmaras : le 6 février en 2023 de magnitude 7,5 et 7,8 (avec de nombreuses répliques) à la frontière Turquie et Syrie faisant 56 000 morts ;
- Séisme d'Izmit : le 17 août 1999 de magnitude 7,2 à 7,6, proche d'Izmit (17 km).

On aimerait connaître l'origine de cette zone géologiquement très active notamment au niveau des séismes.

Problème : Comment expliquer l'activité sismique en Turquie ?

1 – À partir du document 1, **décrire** ce qu'il se passe en Turquie le long de la faille. **(C1)**

On constate que la Turquie se trouve sur le long d'une grande faille et qu'il y a un coulisement de gros blocs continentaux de part et d'autre qu'on peut voir grâce aux balises GPS. Il y a un déplacement de 20 mm/an au Nord par rapport au Sud.

2 – À partir des documents 2, **comparer** les contraintes avant et après le séisme d'Izmit. **(C2)**

On peut observer le long de la faille au niveau d'Istanbul ou d'Izmit que les contraintes sont très élevées. Après le séisme d'Izmit, il y a eu libération d'énergie brutale, la faille a rompu et les contraintes ont fortement diminué.

3 – À partir des documents 1 et 2, **expliquer** alors pourquoi des contraintes s'accumulent et ce qu'il se passe lorsque au bout d'un certain temps le long de la faille.

Donc on en déduit que le déplacement le long de la faille forme des contraintes à plusieurs endroits. Donc les roches le long de la faille accumulent de l'énergie. Au bout d'un certain temps (années), les contraintes sont tellement énormes que la roche casse, l'énergie se libère et provoque un séisme.

4 – **Formuler** alors une hypothèse sur l'origine d'un séisme. **(C2)**

On peut supposer que l'origine d'un séisme provient de la rupture ou la cassure de la roche suite à de trop fortes contraintes.

5 – À partir des documents 3 et 4, **réaliser** un schéma de la manipulation à réaliser pour vérifier l'hypothèse. **Ne pas oublier** de légender chaque élément et de **donner** un titre à ton schéma.

Appeler le professeur pour validation. **(C3)**

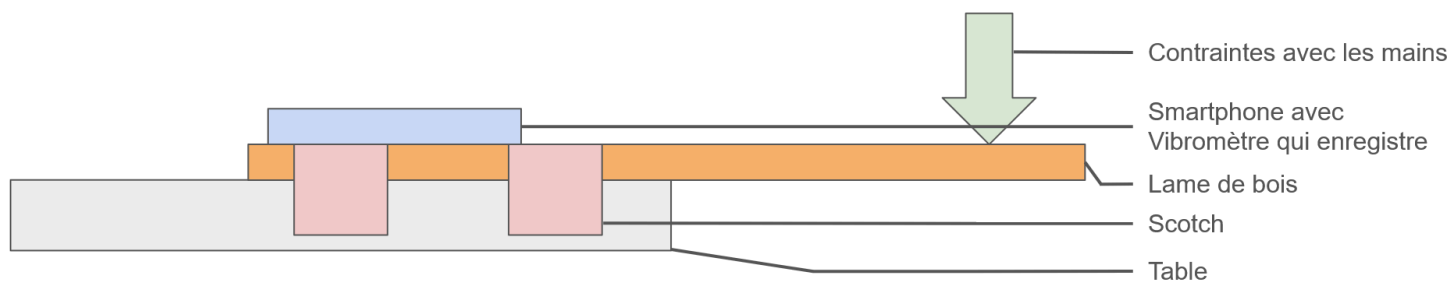
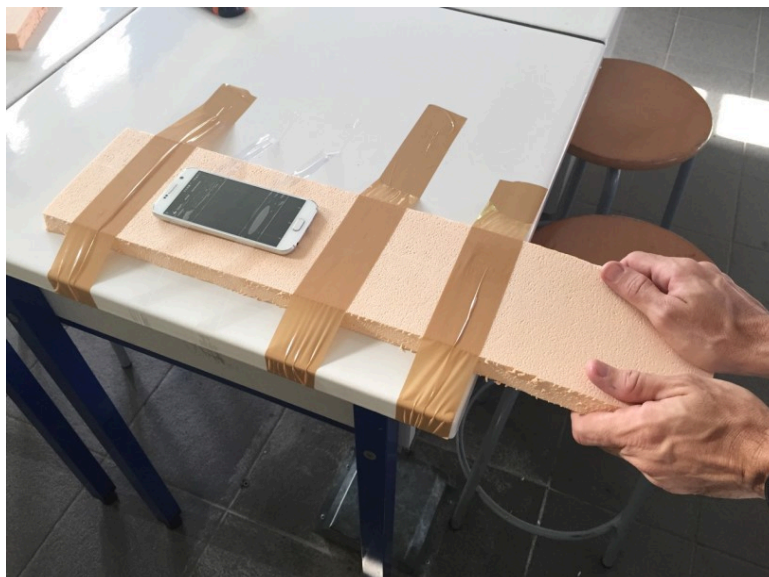


Schéma modélisant la formation et l'enregistrement d'un séisme



Exemple en photo du montage

6 – **Réaliser** alors la manipulation et **compléter** le tableau ci-dessous : **(C4)**

	Éléments du modèle	Ce qu'il représente en réalité
Construction du modèle	Lame de polystyrène ou de bois	Sol/roche
	Smartphone avec Vibrometer	Sismographe
	Pression des mains	Contraintes
Résultats du modèle	Cassure de lame ou du bois	Faïlle
	Ondes mesurées par Vibrometer	Ondes sismiques (sismogramme)

Tableau de comparaison entre le modèle d'un séisme et la réalité

7 – **Expliquer** à quel(s) moment(s) de la manipulation se forment les ondes. **(C5)**

On observe que l'application enregistre des ondes lorsqu'on appuie (contraintes) et lorsque la lame a fini par casser.

8 – À partir de l'ensemble des réponses et du document 5, **en déduire** l'origine du séisme d'Izmit. **Valider** ou **réfuter** l'hypothèse. **(C5)**

On en déduit qu'un séisme se déclenche en profondeur. Les roches en profondeur sont soumises à des contraintes qui s'accumulent au cours du temps. En effet elles sont en permanence comprimées, ces contraintes déforment peu à peu la roche mais au bout d'un certain temps elles ne peuvent plus accumuler davantage d'énergie et vont rompre au niveau du foyer. Cette cassure de la roche crée les ondes sismiques qui vont se déplacer dans toutes les directions. Au niveau où la roche casse, une faille se crée. Plus la faille créée est importante et plus le séisme sera violent (car il aura emmagasiné pendant plus longtemps de l'énergie). La faille s'active lors d'un séisme et les blocs rocheux de part et d'autre se déplacent.

9 – **Comparer** alors le modèle à la réalité (tableau et document 5) et **critiquer** alors modèle de simulation d'un séisme (côtés positifs et négatifs). **(C4)**

On a modélisé les roches du sol avec du bois ou du polystyrène. Les forces (contraintes) constituent à appuyer sur la lame. Pour l'enregistrement, ce n'est pas un vrai sismographe mais un logiciel ou application qui détecte le son ou les vibrations avec le gyroscope du smartphone. Il s'agit plutôt d'un bon modèle mais le matériau n'est pas le meilleur et les ondes sismiques sont des vibrations des roches pas du son par exemple.

10 – **Rédiger** un texte explicatif bilan sur l'origine et le déclenchement d'un séisme avec les mots suivants : *rupture brutale et imprévisible, foyer, énergie libérée, contraintes, déplacement, faille*.

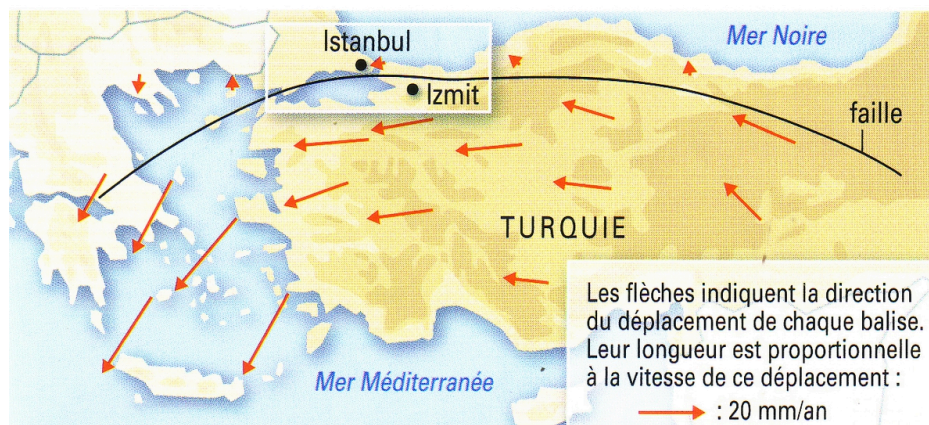
Voir bilan 2.

Bilan 2 : Un séisme est dû à une rupture brutale et imprévisible (donc la prédiction des séismes est pour l'instant impossible) des roches en profondeur sous l'action de contraintes (forces) qui s'exercent sur ces roches. Cette rupture se produit au niveau du foyer qui se trouve à l'exacte verticale de l'épicentre en surface.

Lors d'un séisme, de l'énergie est libérée (donnée par la magnitude du séisme). Cette énergie libérée peut entraîner une forte intensité si le foyer est proche de la surface (peu profond par rapport à l'épicentre).

Des déplacements à la surface de la Terre exercent des contraintes sur les roches du sous-sol. Les roches qui sont rigides, finissent par casser lorsque l'énergie accumulée est trop importante au niveau d'une faille existante et forme alors le séisme.

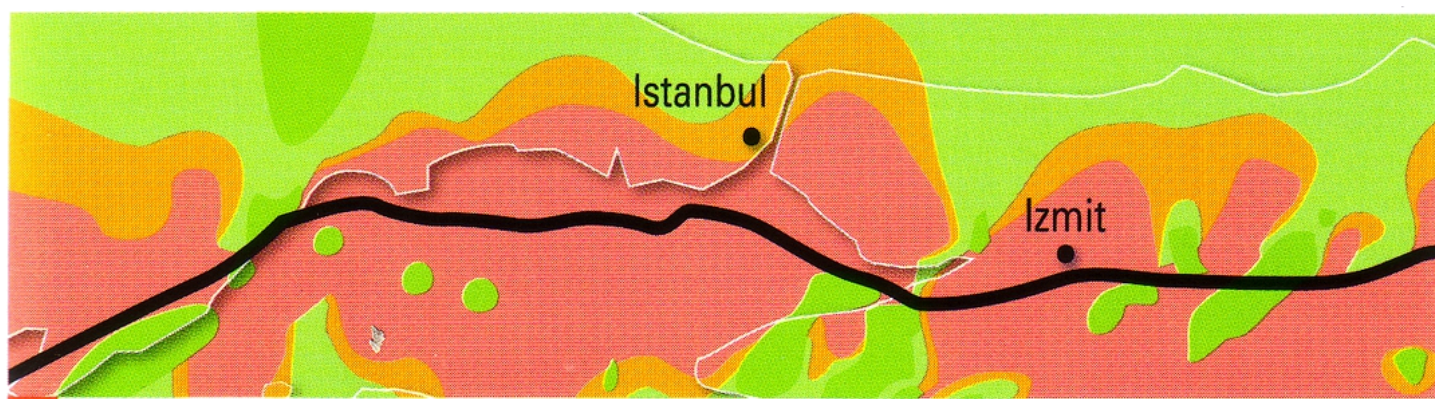
Document 1 : Les déplacements de la faille qui traverse la Turquie mesurés par satellite



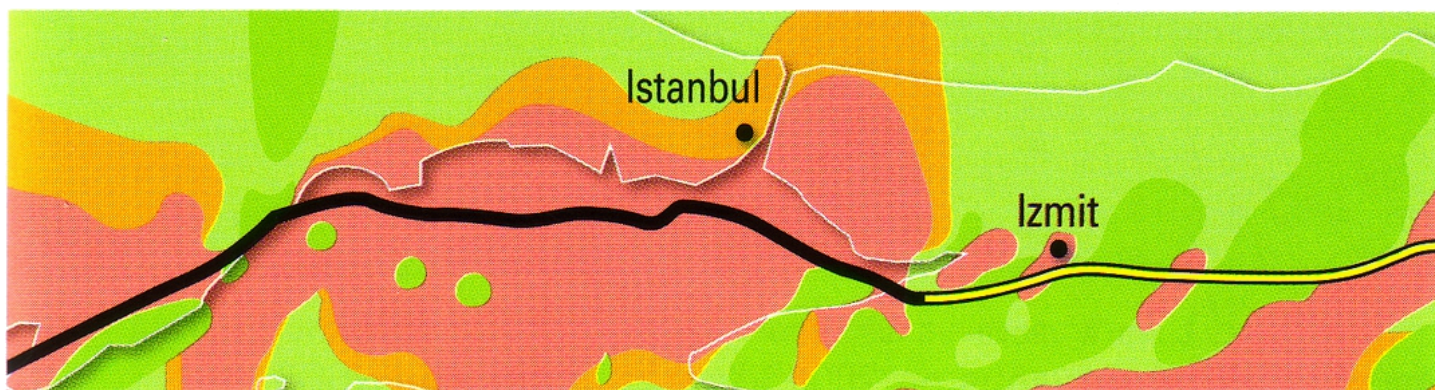
En 2004, un système GPS a permis de mesurer le déplacement de balises fixées au sol, de part et d'autre d'une faille de 1000 kilomètres de long en Turquie.

Au niveau de la faille, la résistance des roches s'oppose à leur déplacement.

Document 2 : Mesures des contraintes en Turquie avant et après le séisme d'Izmit



a Emplacement des contraintes avant le séisme d'Izmit du 17 août 1999.



b Emplacement des contraintes après le séisme d'Izmit du 17 août 1999.

50 km

Région où les contraintes exercées sur les roches sont :

élevées moyennes faibles

Faille Partie de la faille rompue le 17 août 1999.

Remarque : Une contrainte est une force qui s'applique sur les roches à un endroit donné et qui peut provoquer leur rupture.

Document 3 : Comment modéliser un séisme ?

Pour vérifier l'hypothèse, on va devoir concevoir une expérience. Seulement nous ne pouvons pas provoquer de séisme ni l'observer directement dans la nature.

Il va donc falloir en reproduire un en laboratoire : nous allons donc faire un modèle de séisme !

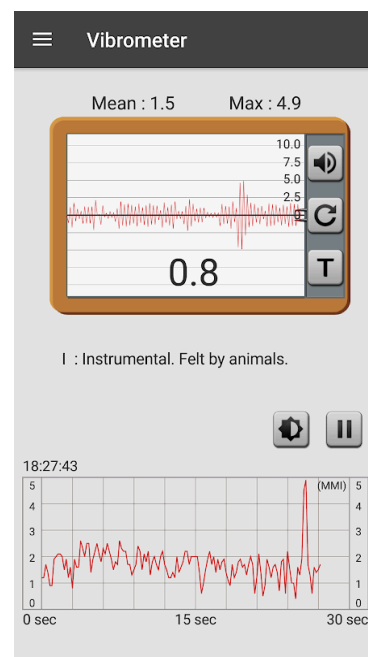
Un modèle est une **représentation simplifiée de la réalité** qui permet de comprendre un phénomène. Chaque partie du modèle représente un élément du réel.

Document 4 : Matériel proposé pour réaliser l'enregistrement d'un faux séisme

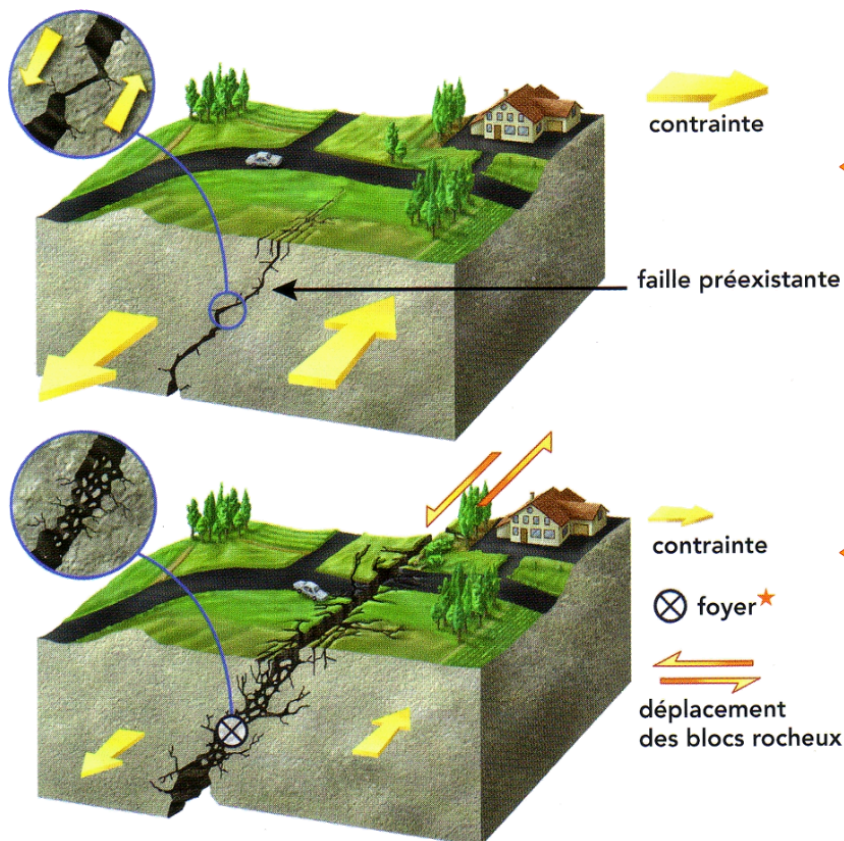
Le modèle va permettre de comprendre ce qui peut se passer lors d'un séisme.

Voici le matériel à disposition :

- une lame de polystyrène ou de bois avec scotch ou serre-joint pour fixer à une paillasse ;
- un smartphone avec l'application « Vibromètre : sismomètre » (voir ci-contre) ;
- les mains d'un expérimentateur pour fournir une force.



Document 5 : La formation d'un séisme



➤ **Contraintes s'exerçant sur les roches en profondeur.** Des contraintes s'exercent en permanence sur les roches dans une direction déterminée. Elles augmentent au niveau des failles, et plus particulièrement au niveau des aspérités. Sous leur effet, les roches accumulent de l'énergie : une faille peut ainsi rester « bloquée » pendant de longues périodes.

➤ **Rupture brutale et déplacement des roches.** Les roches cassent brutalement à l'endroit où les contraintes sont maximales : le *foyer*★. En se rompant, les roches libèrent d'un coup l'énergie accumulée. Les deux blocs rocheux peuvent alors coulisser « librement » l'un par rapport à l'autre. De ce fait, les contraintes diminuent.

Activité T3	La répartition des séismes à la surface de la Terre
Je suis capable de (compétences travaillées) :	
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : carte.	
C2 : Utiliser des logiciels d'acquisition de données comme Tectoglob3D afin de répondre à un problème scientifique.	
C3 : Appréhender différentes échelles spatiales (géographiques).	
C4 : Compléter une carte de la répartition des manifestations internes de la Terre.	

Situation de départ : On a remarqué que certaines zones sur Terre étaient plus susceptibles de subir des séismes ou du volcanisme.

Problème : Comment sont réparties les manifestations internes de la Terre ?

1 – À partir des connaissances et de la carte, **rappeler** comment se répartit le volcanisme. **(C1)**
 Le volcanisme se répartit surtout au niveau des limites de plaques. Il existe quelques volcans isolés sur les plaques. Au niveau des zones de rapprochement, on a surtout du volcanisme explosif et au niveau des zones d'éloignement on a surtout du volcanisme effusif.

2 – **Suivre** le protocole d'utilisation du logiciel Tectoglob3D ci-dessous et **répondre** aux consignes suivantes : **(C2, 3 et 4)**

- **Décrire** comment sont répartis les séismes sur Terre ;
- **Comparer** avec le volcanisme ;
- **Comparer** aux limites de plaques ;
- **Décrire** les mouvements aux limites des points A, B et C.

On remarque que les séismes ne sont pas répartis au hasard. Il se trouve au niveau des limites de plaques (zones d'éloignement en A, de rapprochement en B et de coulissage en C). Et on observe que les volcans et les séismes se superposent pour la plupart aux limites des plaques.

3 – Avec Tectoglob3D, **compléter** la carte ci-contre pour **montrer** la répartition des séismes sur Terre : **(C4)**

- **Compléter** les légendes présentes avec les zones d'éloignement, de rapprochement, de coulissage, le type de volcanisme et les séismes ;
- **Hachurer** en vert les zones où les séismes sont présents.

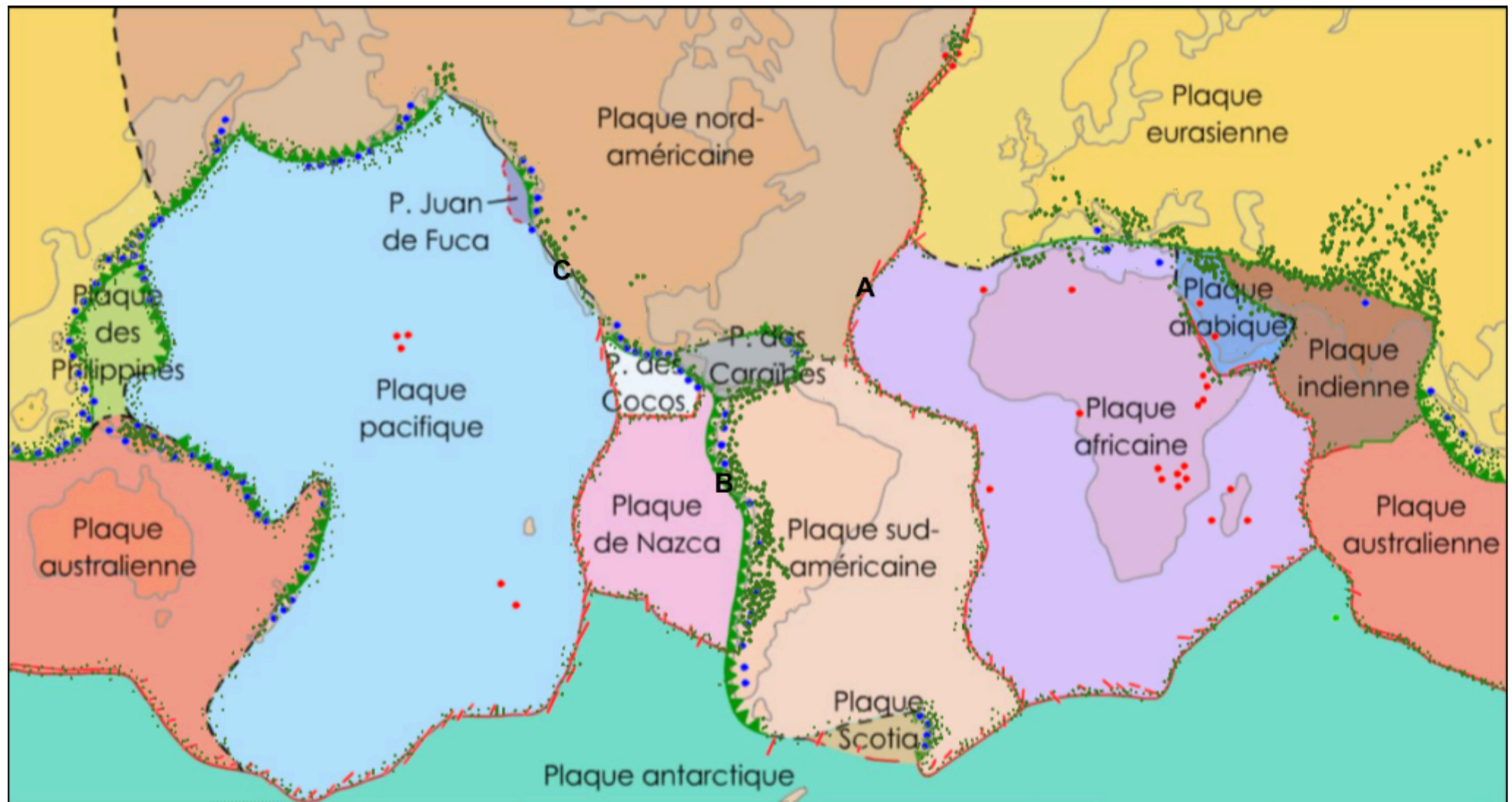
Voir carte.

Bilan 3 : Les séismes et les volcans sont alignés et particulièrement fréquents au niveau des limites de plaques lithosphériques.

Certains volcans actifs sont isolés. Le volcanisme effusif se retrouve au niveau des zones d'éloignement et le volcanisme explosif se retrouve surtout au niveau des zones de rapprochement. Il existe des zones de coulissage.

La répartition des séismes et des volcans au niveau des reliefs de la Terre font penser que sa surface est divisée en vastes zones stables (pas ou peu actives) : les plaques lithosphériques.

- **Lancement du logiciel** : Ouvrir le logiciel « Tectoglob3D » (logiciel de simulation et de base de données sur la Terre) à partir de mon site internet ou du site de l'académie de Nice : <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tectoglob3d/> ;
- **Observation des volcans** : Cliquer dans Données affichées dans la barre de menu puis sur Volcan pour observer la répartition des volcans à la surface de la Terre. Utiliser le curseur et double-cliquer sur les volcans pour afficher des informations les concernant ;
- **Observation des séismes** : Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Foyers sismiques pour observer les gros séismes sur Terre ;
- **Observation des limites** : Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Autres données et enfin sur Plaque tectonique pour observer les frontières ou limites entre les plaques lithosphériques.
- **Observation des déplacements à la surface** : Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Vecteurs GPS pour observer les déplacements de balise GPS. Pour observer le sens de déplacement des plaques par rapport aux limites, double-cliquer sur une flèches (vecteurs) et cliquer dans la fenêtre de droite choisir comme référence. Faire de même sur une flèche de l'autre côté de la limite.



- Volcanisme explosif
- Volcanisme effusif
- Foyers sismiques
- Zones d'éloignement
- ▲ Zones de rapprochement
- Zones de coulissage
- - - Zones mal connues

Carte des plaques lithosphériques et répartitions des manifestations interne de la Terre

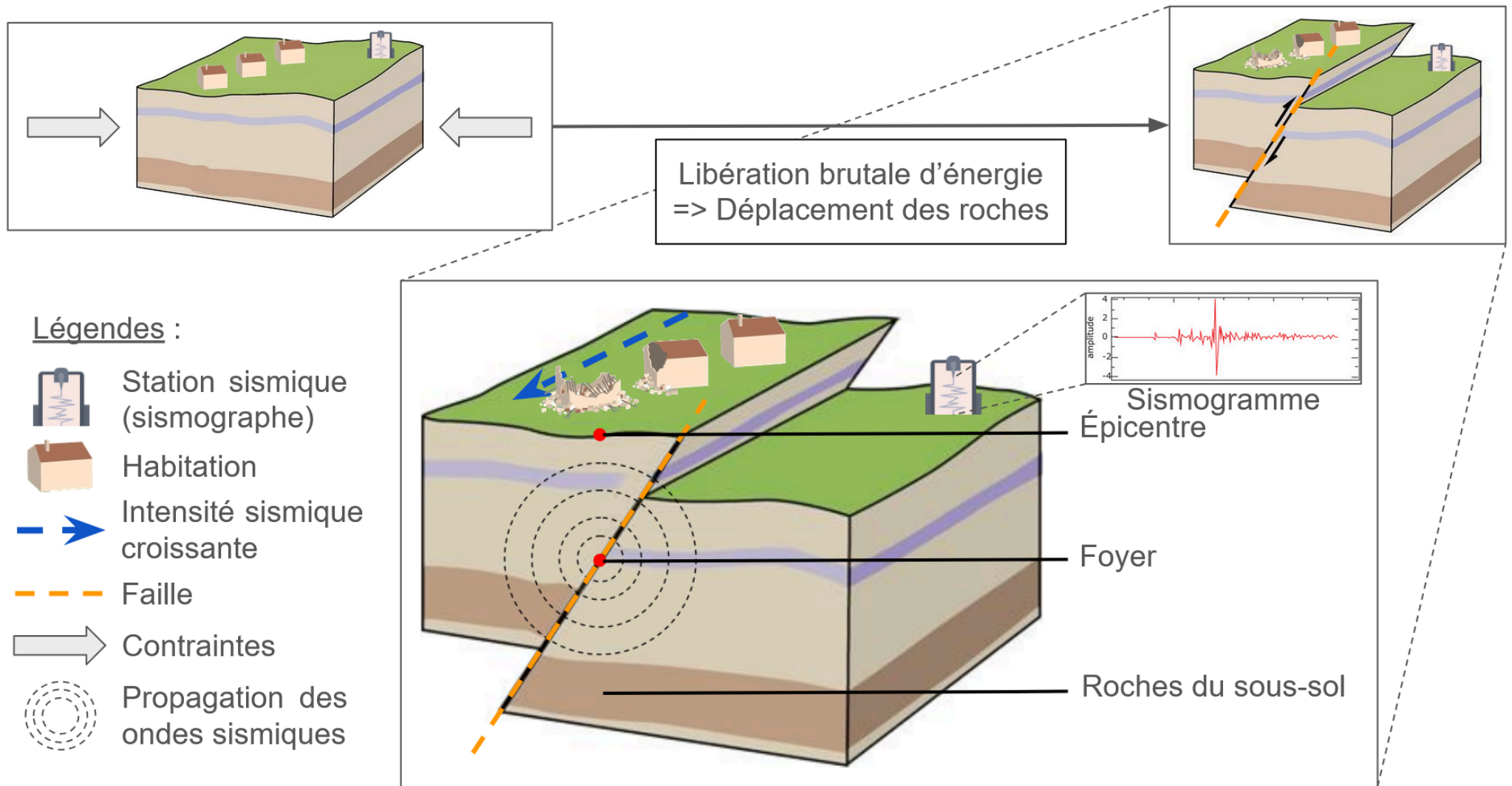


Schéma simplifié du déclenchement et des effets d'un séisme

Activité T4	Risques sismiques et volcaniques
Je suis capable de (compétences travaillées) :	
C1 : Mobiliser ses connaissances sur la répartition du volcanisme et du séisme.	
C2 : Exploiter un document constitué de divers supports : schémas, cartes et textes.	

Situation de départ : Floriane en a marre de son appartement et veut déménager. Elle trouve un nouveau logement et va chez le notaire pour signer un compromis de vente. Dans les papiers qu'elle obtient chez le notaire, il y a un document qu'elle n'a jamais vu : « Diagnostics environnementaux ». En le lisant, on trouve les différents types de risques qui peuvent exister au niveau de son futur logement (et notamment certains risques géologiques). Elle voudrait comprendre comment on peut prévoir ces risques.

Problème : Comment prévoir les risques sismiques et volcaniques ?

1 – À partir des documents 1 et 2, **compléter** le tableau ci-dessous : **(C1 et 2)**

Zones	Contexte géologique (type volcanisme, zone sismique)	Aléa (élevé/peu élevé)	Enjeux (nombreux/peu nombreux)	Vulnérabilité des enjeux (peu importante/im-portante)	Risque (faible/moyen/élevé/très élevé)
A	Frontière de plaques (nombreux séismes et volcans)	élevé	nombreux	peu importante	élevé
B	Milieu d'une plaque lithosphérique (quasiment aucun séisme)	peu élevé	nombreux	importante	faible
C	Frontière de plaques (nombreux séismes)	élevé	peu nombreux	/	faible
D	Frontière de plaques (nombreux séismes et volcans)	élevé	nombreux	importante	très élevé
E	Frontière de plaques (nombreux séismes et volcans)	élevé	nombreux	peu importante	élevé
F	Frontière de	élevé	peu nombreux	/	faible

	plaques (nombreux séismes et volcans)				
--	--	--	--	--	--

Tableau comparatif entre plusieurs risques géologiques (sismiques et volcaniques)

2 – **Compléter** le bilan 4 avec les mots suivants :

- enjeux, risque, vulnérabilité, aléa

Bilan 4 : Un risque sismique ou volcanique dépend :

- de l'aléa sismique et volcanique (probabilité qu'un séisme ou qu'une éruption volcanique se produisent) ;
- des enjeux et de leur vulnérabilité (ensemble des personnes, des biens, moyens, patrimoine, etc. associés à leur capacité à résister, supporter et à être protégés) ;

Il y a un risque uniquement s'il y a à la fois un aléa et des enjeux vulnérables. Plus l'aléa et/ou l'enjeu et leur vulnérabilité sont élevés, plus le risque est élevé.

Document 1 : La notion de risques, aléas, enjeux et vulnérabilité

La définition simplifiée donnée pour le risque naturel (ou anthropique, c'est-à-dire lié aux activités humaines) est la suivante :

$$\textbf{(Risque)} = \textbf{(Aléa)} \times \textbf{(Vulnérabilité des Enjeux)}$$

Le risque est donc la confrontation d'un aléa (phénomène naturel ou anthropique dangereux) et d'une zone géographique où existent des enjeux qui peuvent être humains, économiques ou environnementaux.

L'aléa est la probabilité d'un phénomène de nature et d'intensité données. Par exemple, plus il y a de chance que le phénomène (géologique) se produise et/ou plus l'intensité du phénomène est forte, plus l'aléa sera fort.

L'enjeu est l'ensemble des personnes, des biens, moyens, patrimoine, etc., susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Les enjeux ne sont étudiés que dans la mesure où ils présentent une certaine vulnérabilité face aux aléas. Pour simplifier, les enjeux sont le croisement entre ce qu'on appelle la vulnérabilité des enjeux (leur capacité de résistance physique à l'aléa et leur capacité à surmonter l'aléa, après coup) et la valeur des enjeux. Exemple : plus il y a d'habitants avec peu de protections ou de bâtiments résistants, plus la vulnérabilité des enjeux est élevée.

Document 2 : Carte des principales plaques lithosphériques



D'après Wikipédia et le site de Mme.Kaczmarek

Activité T5	Les îles des Antilles
Je suis capable de (compétences travaillées) :	
C1 : Mettre en œuvre un raisonnement logique en argumentant.	
C2 : Expliquer un phénomène à l'écrit.	
C3 : Exploiter un document constitué de divers supports : règles, cartes et textes.	
C4 : Comprendre les responsabilités individuelle et collective en matière de protection aux risques géologiques.	

Situation de départ : Pierre et Carole sont un jeune couple qui voudrait quitter la métropole et partir sur une île des Antilles comme Haïti ou la Martinique. Voici ce qu'ils ont écrit sur un poste Facebook : « *Nous hésitons à nous installer à Port-au-Prince ou Saint-Pierre ; nous avons entendu dire qu'il y a des risques géologiques dans ces villes. Nous sommes inquiets et aimerions savoir s'il y a réellement des risques et si on peut être prévenu. Que nous conseillez-vous ?* »

Problème : Comment prévoir les risques sismiques et volcaniques ?

1 – **Rédiger**, sur une feuille, un message à poster sur le mur Facebook de cette famille afin de les aider dans leur installation : **(C2)**

- À partir des connaissances et des documents 2 et 4, **expliquer** pourquoi la Martinique et Haïti sont des zones à risques ; **(C3)**
- À partir de l'ensemble des documents, **décrire** les différentes stratégies que peuvent mettre en place par les pays comme la France pour la prévention et la prévision des risques géologiques. **(C3 et 4)**
- **proposer** une ville où il y a le moins de risque avec des arguments. **(C1)**

Bonjour,

Suite à votre post, voici quelques conseils. Vous avez choisi Saint-Pierre à la Martinique cependant cette ville se trouve dans une zone d'aléas volcaniques élevés (qui correspondent à des probabilités d'éruptions) donc cela signifie de gros risques liés aux éruptions de la Montagne Pelée. Mieux vaut habiter à Fort de France car cette ville se trouve dans une zone d'aléas faibles.

En ce qui concerne Haïti, on se trouve dans une zone très sismique où les aléas sont forts, notamment au niveau de Port-au-Prince car cette ville se trouve très proche d'une faille active. De plus, on remarque que la population n'a cessé de croître à Haïti sans parler du manque de moyens (pays pauvre) pour la construction de bâtiments parasismiques. Donc on a des enjeux très forts. Les risques sont ainsi très forts ! Lorsqu'on compare au Japon, les risques sont moindres car ce pays a beaucoup investi dans les constructions parasismiques. Donc on vous déconseille d'habiter à Haïti. Pour les séismes, on est incapable de les prédire. C'est pour ça que si vous allez sur Haïti, il y a quand même des règles à suivre comme pour les éruptions volcaniques : se mettre à l'abri dans un bâtiment, écouter la radio, rassembler l'indispensable, bien suivre les consignes et les ordres des autorités, etc.

En France, on met en place des plans de prévention des risques naturels (PPRN). Cela permet entre autres de mettre en place des cartes d'aléas, des plans d'évacuation d'urgence via des messages d'alertes et de préventions à la population mais à Haïti ce n'est peut-être pas le cas.

En espérant que cette réponse vous portera conseil.

Bien cordialement.

2 – **Compléter** le bilan 5 avec les mots suivants :

- *éduquer les populations, prévention de risques, protection, constructions parasismiques, prédire efficacement, adaptation, règles à suivre*

Bilan 5 : En surveillant et en connaissant bien chaque volcan, on peut prédire efficacement les éruptions volcaniques et mettre en place des plans de prévention de risques. On peut faire de même avec les séismes bien qu'on ne puisse pas les prédire.

Pour réduire les risques géologiques, on peut proposer des mesures d'adaptation ou d'atténuation et de protection des enjeux.

Par exemple, il est important de bien éduquer les populations sur les dangers d'une éruption volcanique ou d'un séisme et sur les règles à suivre, c'est-à-dire avoir un comportement individuel et collectif pour limiter les dangers du risque naturel.

Pour réduire l'intensité d'un séisme et donc les risques, on peut envisager des constructions parasismiques où les bâtiments sont renforcés pour résister aux vibrations (bien que cela ait un fort coût).

Document 1a : Les PPRn

Le Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn) créé par la loi du 2 février 1995 constitue aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'État en matière de prévention des risques naturels. L'avènement régulier de catastrophes naturelles (Chamonix et Aude en 1999, tempête fin décembre 1999, Seine Maritime, Guyane et Menton en 2000, Bretagne et Somme en 2001, Gard, Hérault et Vaucluse en 2002) ont montré l'importance de renforcer la politique de prévention des risques et d'accélérer l'élaboration des PPR pour prendre des mesures afin de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens.

Document 1b : Exemple d'une fiche conseil, règles à suivre lors d'un séisme (utiliser dans les PPRn)



D'après le site www.cypres.org

Document 2 : L'histoire sismique de l'île de Haïti

Les deux failles majeures traversant l'île ont été responsables de séismes historiques dans l'île. L'avant-dernier en date est celui du 12 janvier 2010 : un séisme d'une magnitude 7 s'est produit faisant plus de 200 000 morts et de très nombreux blessés. L'épicentre a été localisé à quelques kilomètres de la capitale du pays, Port-au-Prince.

Chaque siècle passé a été marqué par au moins un séisme majeur dans l'île. Plus le temps passe, plus les risques d'un séisme destructeur s'accroissent. Le problème c'est que les scientifiques sont incapables de prédire quand précisément aura lieu le prochain séisme qui pourrait être dévastateur. Sans parler que la ville de Port-au-Prince est très près d'une des failles actives.

Document 3 : Une comparaison avec le Japon

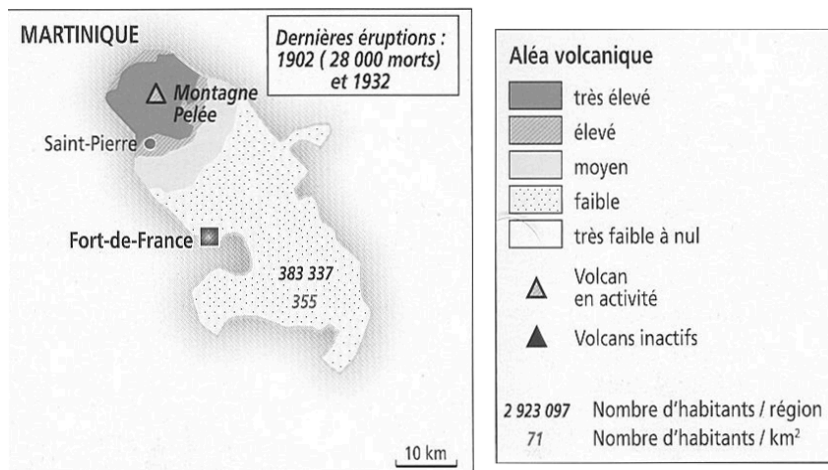
Le Japon qui subit chaque année plus de 20% des plus violents séismes recensés dans le monde, a été meurtri à plus d'une reprise. Toutefois, le nombre de victimes n'a cessé de baisser au fil des décennies, grâce à des techniques de construction parasismique et des moyens de prévention de plus en plus sophistiqués, sans que soit pourtant garantie l'impossibilité d'un nouveau drame.

Pays	Investissements dans les constructions parasismiques	Investissements dans les actions de prévention
Japon	Plusieurs dizaines de milliards de dollars par an.	Forte sensibilisation et éducation de la population face aux risques sismiques et cela dès le plus jeune âge.
Haïti	Néant	Néant

Tableau de comparaison des adaptations et des préventions entre le Japon et Haïti

Document 4 : Carte des aléas volcaniques en Martinique (utiliser dans les PPRn)

Une carte d'aléa volcanique est établie en prenant en compte plusieurs données : l'existence d'éruptions anciennes ou actuelles, l'importance de ces éruptions, leur nature (projections, coulées de lave, etc.), leur répétitivité dans le temps, etc. Ces cartes font partie des méthodes de prévision avec les méthodes de surveillance.



Document 5 : Exemple des niveaux d'alerte et des décideurs des alertes pour le volcan de la Soufrière (Guadeloupe)

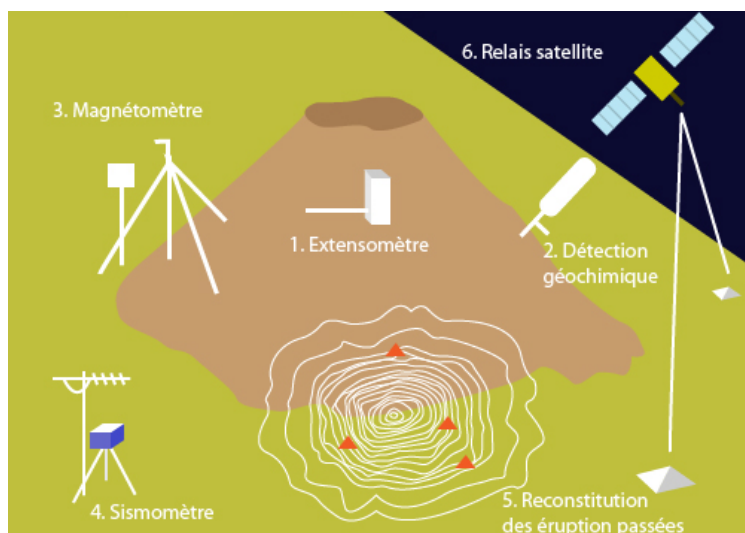
En fonction du niveau d'activité du volcan de la Soufrière, des mesures (fermeture de routes, évacuation, etc.) sont prises par la préfecture pour diminuer la vulnérabilité des populations.

Activité globale observée	Minimale niveau de base	En augmentation variations de quelques paramètres	Fortement augmentée variations de nombreux paramètres, sismicité fré- quemment ressentie	Maximale sismicité volcanique intense, déformations majeures, explosions
Délai possible	Siècle(s) – Années	Année(s) – Mois	Mois – Semaines	Imminente – En cours
Décision	← Observatoire volcanique →			← Préfecture →
Niveau d'alerte	VERT = Pas d'alerte	JAUNE = Vigilance	ORANGE = Pré alerte	ROUGE = Alerte

D'après le Manuel SVT - Cycle 4, Hachette

Document 6 : Techniques de surveillance d'un volcan

Pour les volcans les plus dangereux, il faut disposer d'un observatoire permanent où un personnel qualifié se relaie 24 heures sur 24. On dispose aussi de stations de surveillance automatique, disposées sur l'édifice volcanique et reliées à l'observatoire central par radio haute fréquence (voir photo ci-dessous).



Une station de surveillance volcanique au pied du Yasur, au Vanuatu. De gauche à droite : un pluviomètre, un sismographe et une sonde thermique. Un panneau solaire permet d'alimenter les batteries.

© J.-M. Bardintzeff, tous droits réservés, reproduction interdite

Extraire les informations pertinentes d'un ou plusieurs documents et les mettre en relation pour identifier des principes de responsabilité individuelle et collective dans la gestion des risques.				
Mise en relation adéquate (entre 3 à 4 liens)	Analyse et extraction des informations des documents suffisantes (entre 7 à 8)	Connecteurs logiques présents	9	TB
		Connecteurs logiques absents	8	S
Mise en relation maladroite (entre 1 à 2 liens)	Analyse et extraction des informations des documents convenables (entre 5 à 6)	Connecteurs logiques présents	7	
		Connecteurs logiques absents	6	
	Analyse et extraction des informations des documents partielles (entre 3 à 4)	Connecteurs logiques présents	5	F
		Connecteurs logiques absents	4	
Peu ou pas de mise en relation (aucun lien).	Analyse et extraction des informations des documents incomplètes (entre 1 à 2)	Connecteurs logiques présents	3	D
		Connecteurs logiques absents	2	
	Analyse et extraction des informations des documents insuffisantes (aucune)	Connecteurs logiques présents	1	I
		Connecteurs logiques absents	0	
Expliquer un phénomène à l'écrit.				
Écriture et présentation soignées et cohérentes sous forme d'une lettre.	Orthographe et grammaire correcte.		3	TB
	Orthographe et grammaire maladroite.		2	S
Écriture et présentation maladroites (lettre incomplète et/ou des éléments de la lettre manquants).	Orthographe et grammaire correcte.		1	F
	Orthographe et grammaire maladroite.		0	I

Critères	Indicateurs (éléments de réponses)
Analyse et extraction des informations intégrales et exactes	☐ Saint-Pierre (Martinique) : zone d'aléas volcaniques élevés (carte) => gros risques liés aux éruptions de la Montagne Pelée. ☐ Port-au-Prince (Haïti) : zone très sismique où les aléas sont forts (ville se trouve très proche d'une faille active). ☐ Enjeux à Port-au-Prince : population en forte croissance et manque de moyens (pays pauvre) pour la construction de bâtiments parasismiques => Enjeux très forts. ☐ Japon : risques moins importants car pays qui a beaucoup investi dans les constructions parasismiques. ☐ Consigne à suivre lors d'un séisme : se mettre à l'abri dans un bâtiment, écouter la radio, rassembler l'indispensable, bien suivre les consignes et les ordres des autorités. ☐ Mise en place par la France de plans de prévention des risques naturels (PPRn). ☐ Mise en place de carte d'aléas, des plans d'évacuation d'urgence via des messages d'alertes et de préventions à la population. ☐ Techniques de surveillance d'un volcan (ex : sismomètre, détection géochimique, extensomètre, etc.).
Mise en relation des informations cohérente	☐ Aléa forts + enjeux forts à Port-au-Prince = forts risques en Haïti. ☐ Pays pauvre donc peu de système de surveillance et plan de prévention. ☐ Aléas forts + enjeux moyens à Saint-Pierre = Risques moyens à élevés. ☐ Conclusion : Haïti à éviter et Saint-Pierre aussi. ☐ Préférer Fort de France de la Martinique avec aléa faible (voir carte).
Connecteurs logiques	☐ Mots de liaisons ☐ J'observe que... Or je sais que... Donc j'en déduis... Donc j'en conclus...

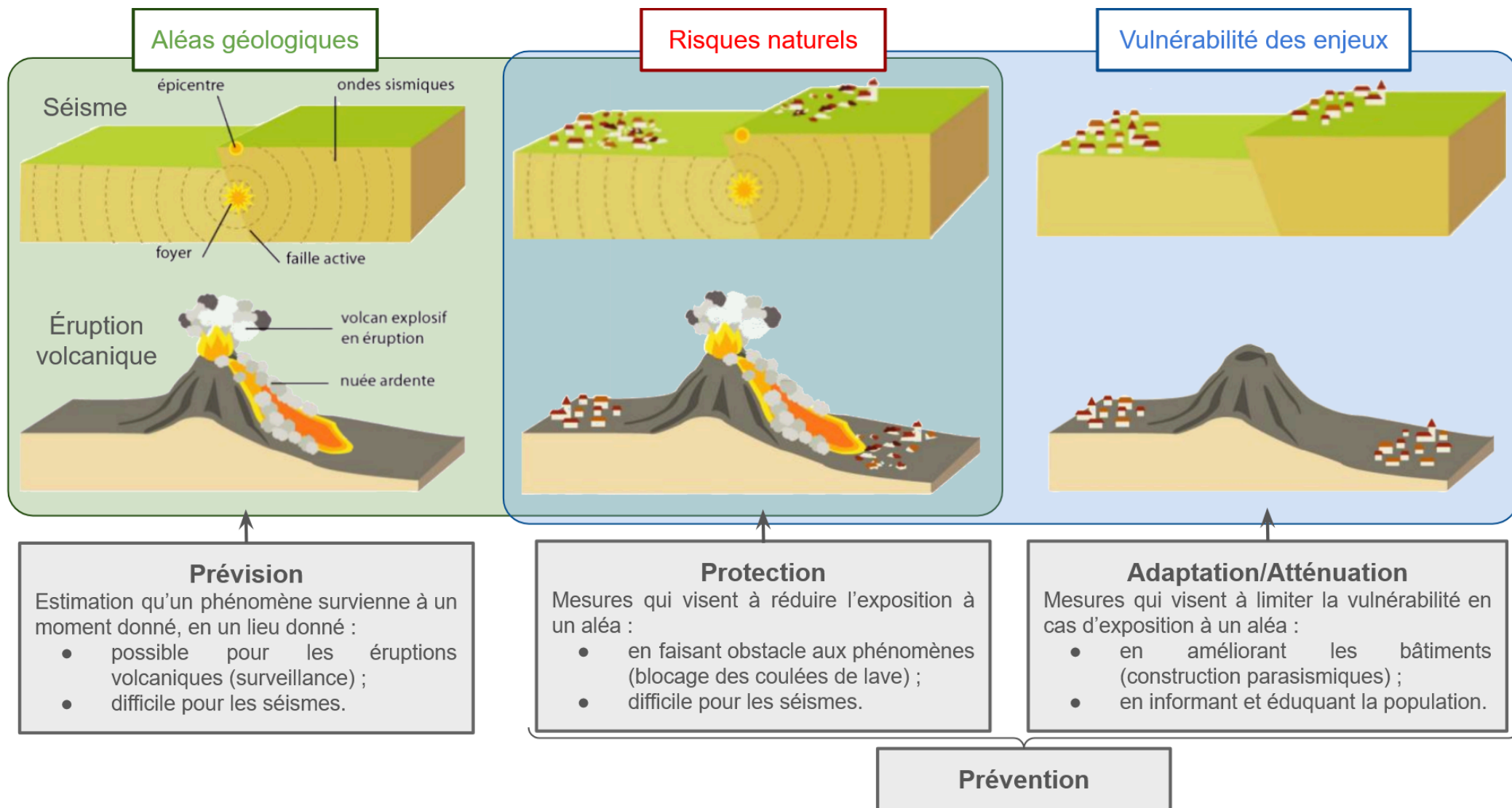


Schéma simplifié des risques sismiques et volcaniques et des méthodes de prévision et de prévention