

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 10a : Le principe et le fonctionnement du sismographe ou sismomètre

Un séisme est une série de secousses du sol. Les premières manifestations d'un séisme peuvent se voir sur un sismographe ou sismomètre. 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.

Je suis capable de (compétences travaillées) :

C1 : Proposer un modèle permettant de rendre compte de l'origine d'un séisme.

C2 : Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.

C3 : Suivre un modèle donné et savoir le critiquer pour trouver ses limites.

C4 : Exploiter un document constitué de divers supports : schémas et cartes.

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). Ce séisme a provoqué 17 480 morts et 23 781 blessés ; environ 10 000 personnes ont été portées disparues et des centaines de milliers se sont retrouvés sans abri.

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, **expliquer** le déclenchement d'un séisme et ce qu'il se passe au niveau du foyer. **(C4)**

Le 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. 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.

2 – À partir du matériel du document 2, **concevoir** un modèle pour simuler un séisme et son enregistrement. **(C1)**

Exemple en photo d'un montage :



3 – **Réaliser** alors l'enregistrement d'un faux séisme et **compléter** le tableau ci-dessous : (C3)

	Éléments du modèle	Ce qu'il représente en réalité
Construction du modèle	Lame de polystyrène ou de bois	Sol/roche/lithosphère
	Smartphone avec Vibrometer ou écouteur avec audacity	Sismographe
	Pression des mains	Contraintes
Résultats du modèle	Zone de rupture (cassure)	Faïlle
	Zone de départ de la cassure (point de fragilité)	Foyer
	Vibrations mesurées (profil d'ondes sonores)	Séisme (vibrations du sol/sismogramme du séisme)

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

4 – **Comparer** alors le modèle à la réalité (tableau + document 1) et **critiquer** alors modèle de simulation d'un séisme (côtés positifs et négatifs).

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.

5 – À partir des documents 3 et 4, **en déduire** l'origine du séisme d'Izmit et des prochains séismes du pays.

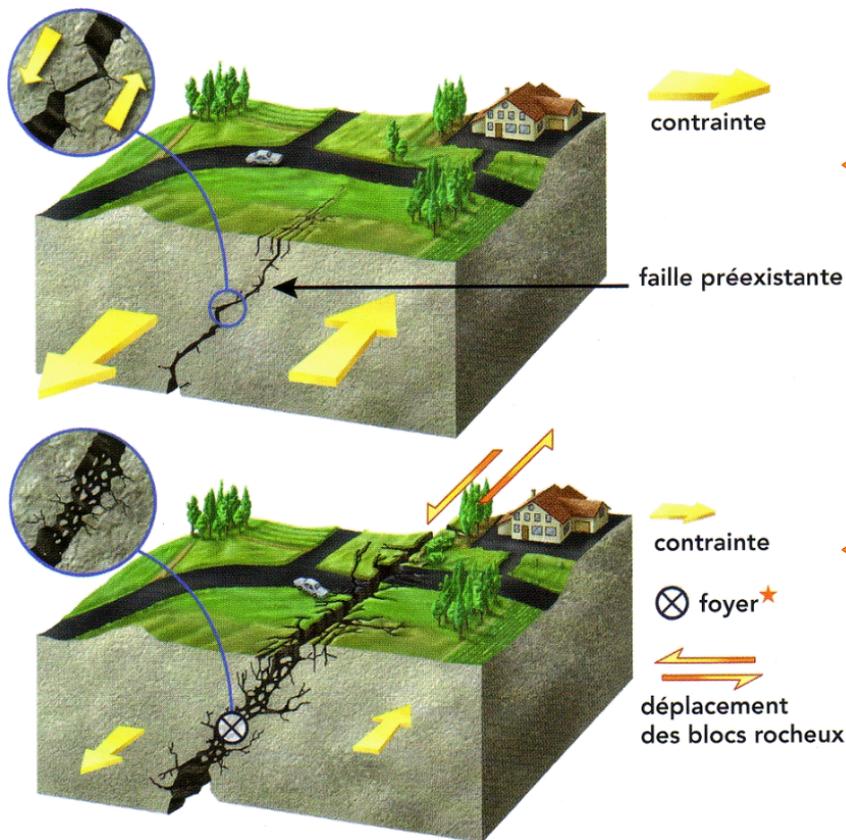
On constate que la Turquie se trouve sur le long d'une grande faille et qu'il y a un coulissement de gros blocs continentaux de part et d'autre qu'on peut voir grâce aux balises GPS. Il y a un déplacement de 20 mm/an d'un côté. Donc les roches le long de la faille accumulent de l'énergie. C'est ce qu'on peut voir dans le document 4. Le long de la faille au niveau d'Istanbul ou d'Izmit, on constate 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.

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 : 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.

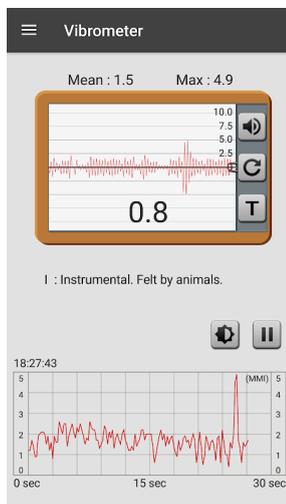
Remarque : Une contrainte est une force qui s'applique sur les roches à un endroit donné et qui peut provoquer leur rupture.

Document 2 : Matériel proposé pour réaliser l'enregistrement d'un faux séisme

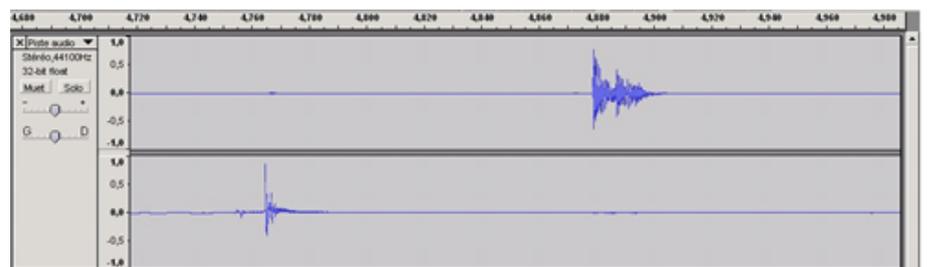
Un modèle, pour rappel, est une représentation simplifiée, et souvent idéale, de la réalité d'un phénomène. Ici, le modèle va permettre de comprendre ce qui peut se passer lors d'un séisme.

Voici le matériel à disposition :

- une lame de polystyrène ou de bois avec scotch ou serre-joint pour fixer à une paille ;
- un smartphone avec l'application « Vibromètre : sismomètre » ou des écouteurs branchés à un ordinateur avec Audacity (permettant d'enregistrer le son) ;
- les mains d'un expérimentateur pour fournir une force.

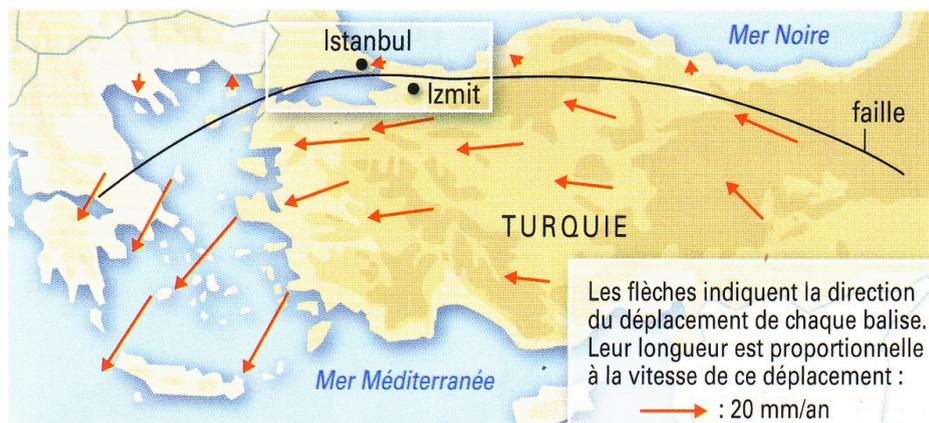


Exemple avec Vibromètre :
sismomètre



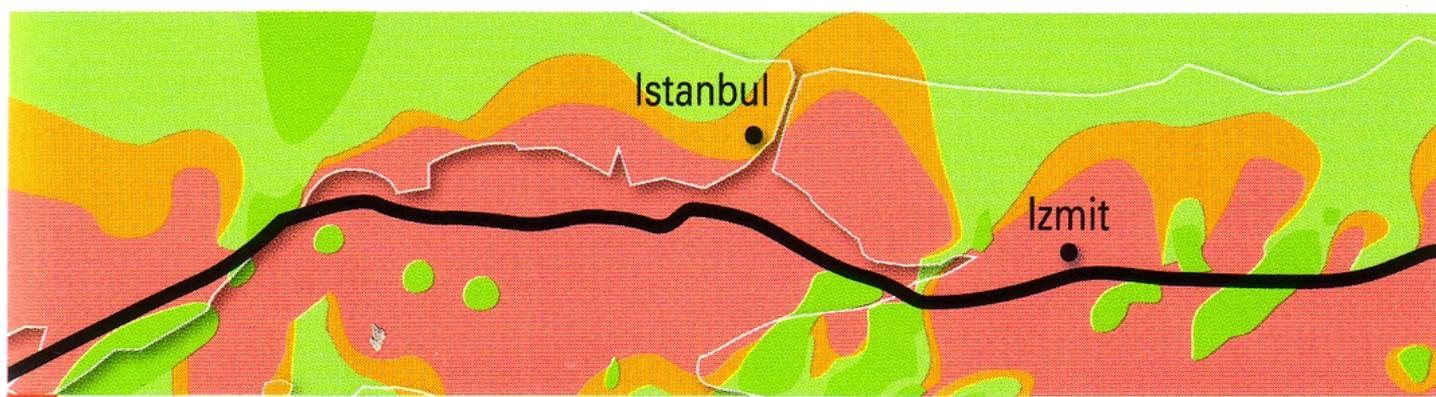
Exemple avec Audacity et des écouteurs

Document 3 : 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 4 : 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 : On estime que la magnitude (= la quantité de l'énergie libérée) a été de 7,2 à 7,6 le 17 août 1999