

Je suis capable de (compétences travaillées) :

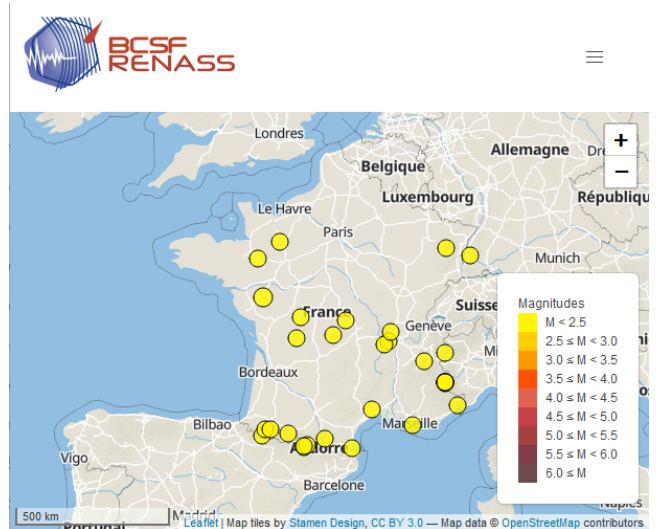
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : textes, schéma, tableau.

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'écrase 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	Faïlle, 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.

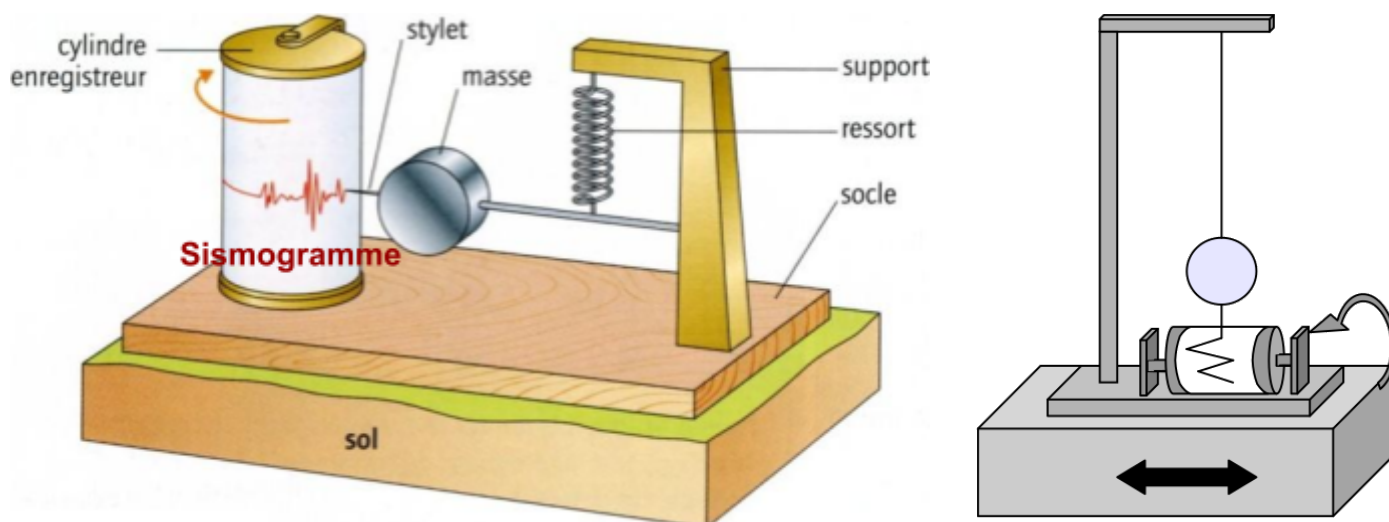
Document 1a : Le principe et le fonctionnement du sismographe

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 nuance de différence :

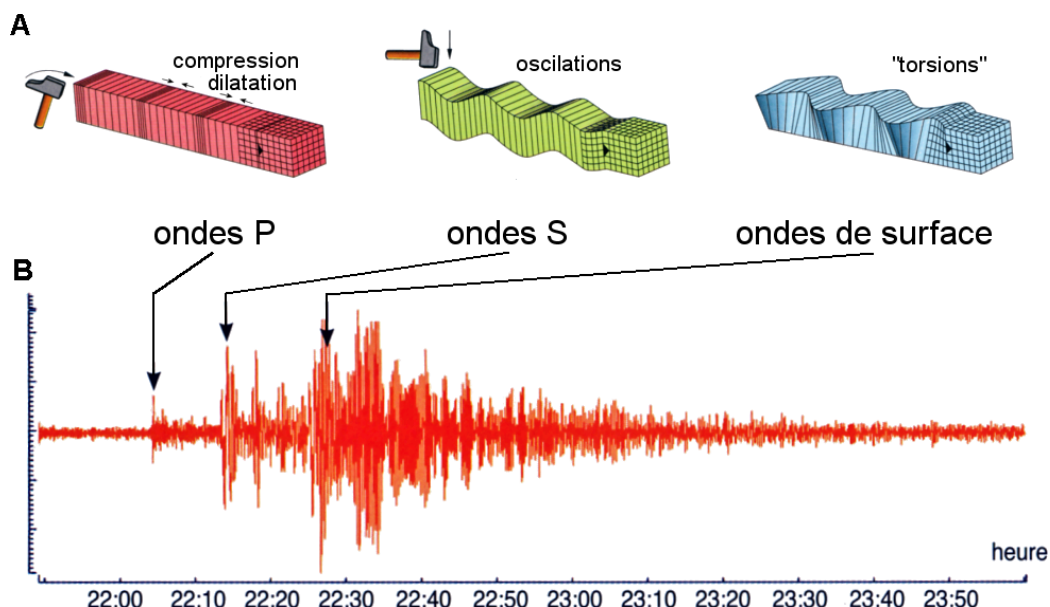
- Le sismomètre est l'appareil de mesure lui-même. Il sert à détecter et enregistrer les mouvements du sol lors d'un séisme. Il mesure les ondes sismiques.
- Le sismographe est l'ensemble du système qui comprend le sismomètre (capteur) et le dispositif d'enregistrement (papier, écran, support numérique...).

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



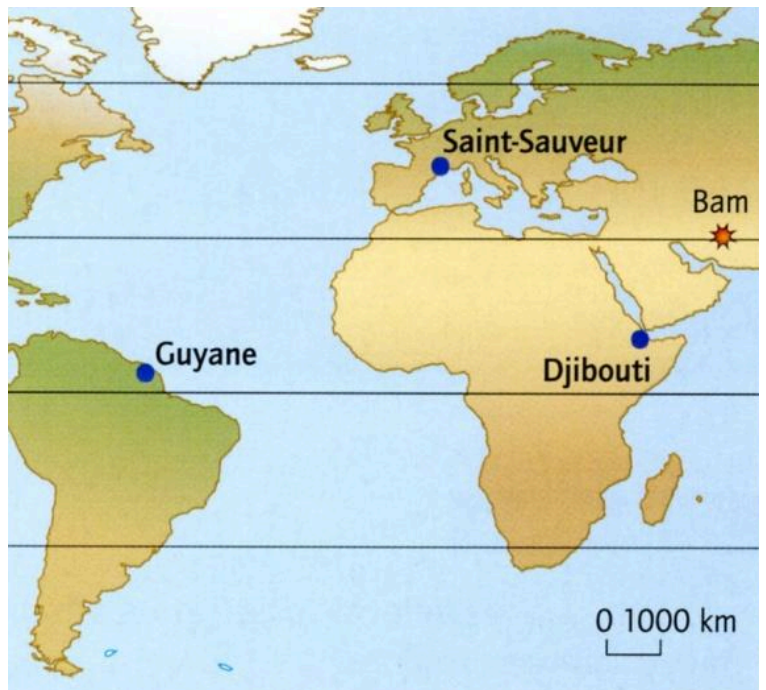
Document 1c : La compréhension des ondes sismiques

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

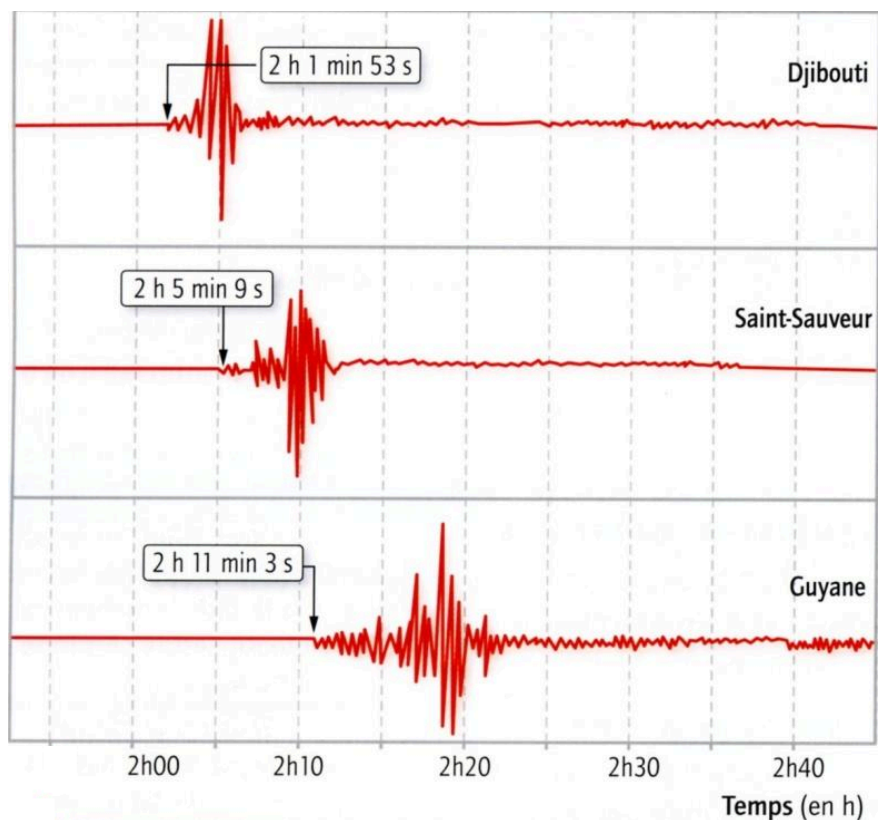
Document 2b : Sismogrammes enregistrés après le séisme de Bam dans 3 stations du réseau Géoscope

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

