

## Activité T1

## Les manifestations d'un séisme et enregistrement

### Je suis capable de (compétences travaillées) :

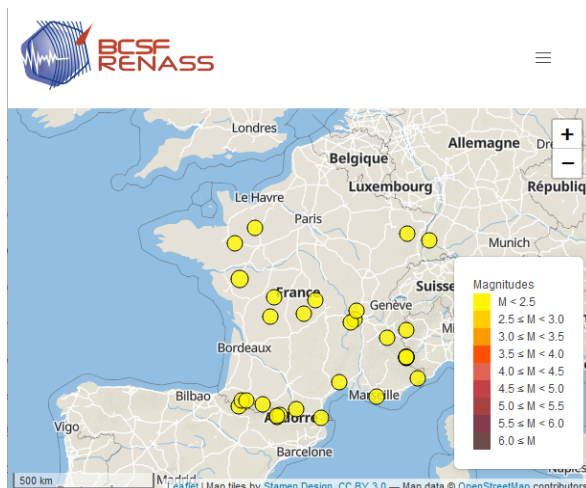
**C1** : Exploiter un document constitué de divers supports : textes, schémas et tableaux.

**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                                     |
|----------------|-----------------|--------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Tōhoku</b>  | 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 | Faillle, tsunami, zones devenues radioactives              |
| <b>Sumatra</b> | 26 déc. 2004    | 160 km de la côte indonésienne | 9,1 à 9,3  | 290 000 morts estimées<br>125 000 blessés<br>46 000 disparus<br>1,69 million déplacés                                  | 130 milliards de dollars de dégâts matériels                                                       | Tsunami (35 m de hauteur, vitesse de 800 km/h), inondation |
| <b>Haïti</b>   | 12 janvier 2010 | 25,3 km de Port-au-Prince      | 7,0 à 7,34 | 280 000 morts<br>300 000 blessés<br>1,3 million de sans-abris<br>Conditions sanitaires dégradées (épidémie de choléra) | Nombreux bâtiments détruits (palais national, cathédrale, etc.)                                    | Sans doute faille, déformation du sol                      |

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

|                         |                |                   |           |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|-------------------------|----------------|-------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                |                   |           |                                                                                                    | eau/électrique )<br>10 milliards de yuans (1 milliard d'euros environ)                                                                                                                    | les zones humides                                                                                                         |
| <b>Lima et de Pisco</b> | 15 août 2007   | 150 km de Lima    | 8         | 595 morts<br>2 291 blessés<br>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                                              |
| <b>Izmit</b>            | 17 août 1999   | 100 km d'Istanbul | 7,4 à 7,6 | 17 127 et 18 373 morts<br>43 000 blessés<br>5 840 personnes portées disparues<br>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 |
| <b>Ashgabat</b>         | 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                        |
| <b>Mexique</b>          | 19 sept. 1985  | 320 km de Mexico  | 8,0 à 8,1 | 30 000 à 45 000 décès<br>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                                                                           |                                                              |
| <b>Bam</b>        | 26 déc. 2003    | 10 km de Bam         | 6,6       | 43 000 morts<br>30 000 blessés                                                 | 70 à 90 % des constructions détruites ou gravement endommagées<br>citadelle Arg-e en partie détruite, hôpitaux, réseaux électriques et eau touchés | Liquéfaction du sol, jets de sable, fissures du sol          |
| <b>Northridge</b> | 17 janvier 1994 | 30 km de Los Angeles | 6,7       | 72 morts<br>9 000 blessés<br>1 600 personnes hospitalisées<br>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 |
| <b>Maroc</b>      | 8 sept. 2023    | 72 km de Marrakech   | 6,8 à 6,9 | 2 960 morts<br>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.

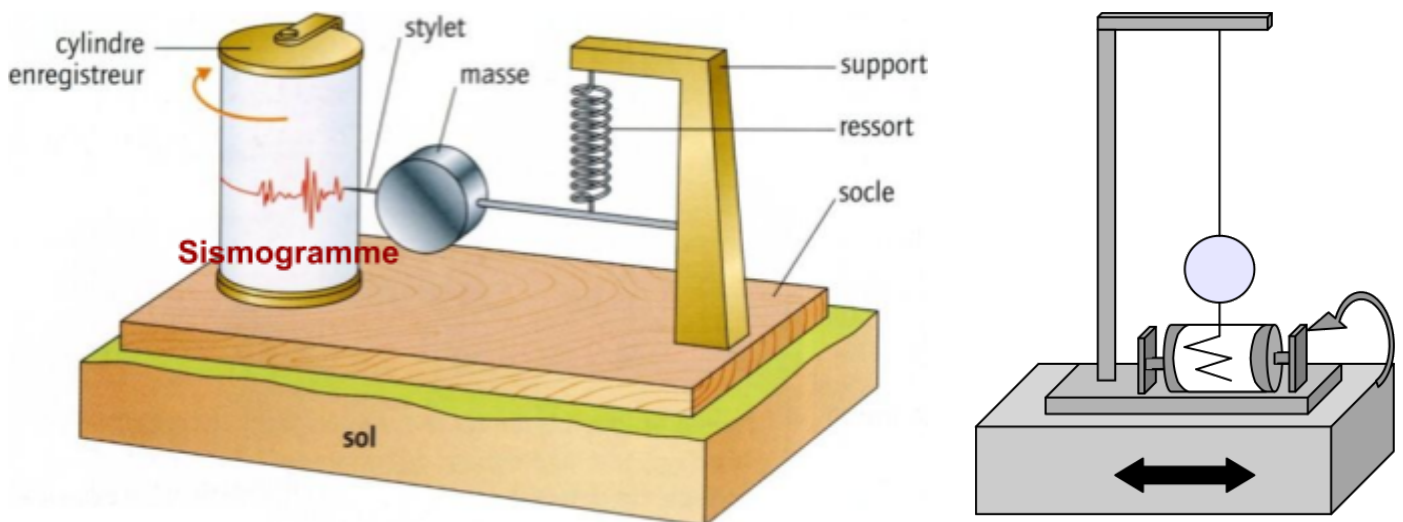
## Document 1a : Le principe et le fonctionnement du sismographe

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 :

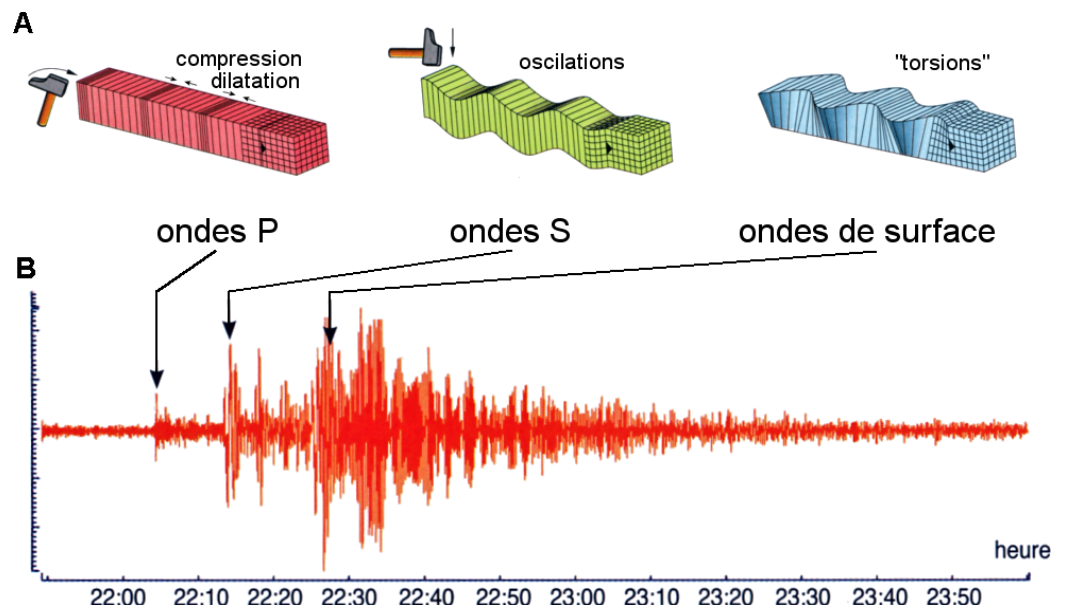
- Le sismomètre est l'appareil de mesure lui-même. Il sert à détecter et enregistrer les mouvements du sol lors d'un séisme. Il mesure les ondes sismiques.
- Le sismographe est l'ensemble du système qui comprend le sismomètre (capteur) et le dispositif d'enregistrement (papier, écran, support numérique...).

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

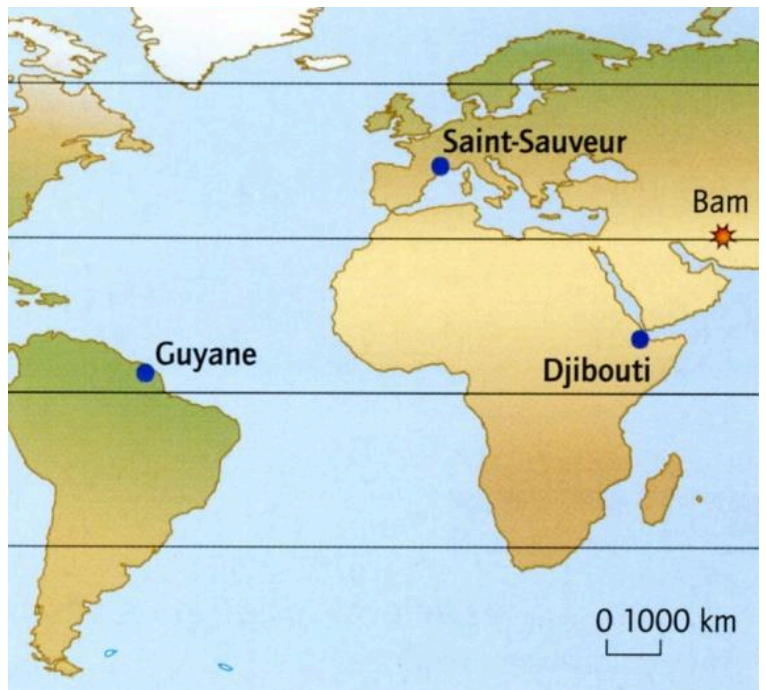
Les vibrations créées par un séisme forment plusieurs types d'ondes sismiques qui sont enregistrés par les sismographes. Ces ondes sismiques dépendent de la façon dont vibre le sol comme on peut le voir sur ce sismogramme :





## 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*

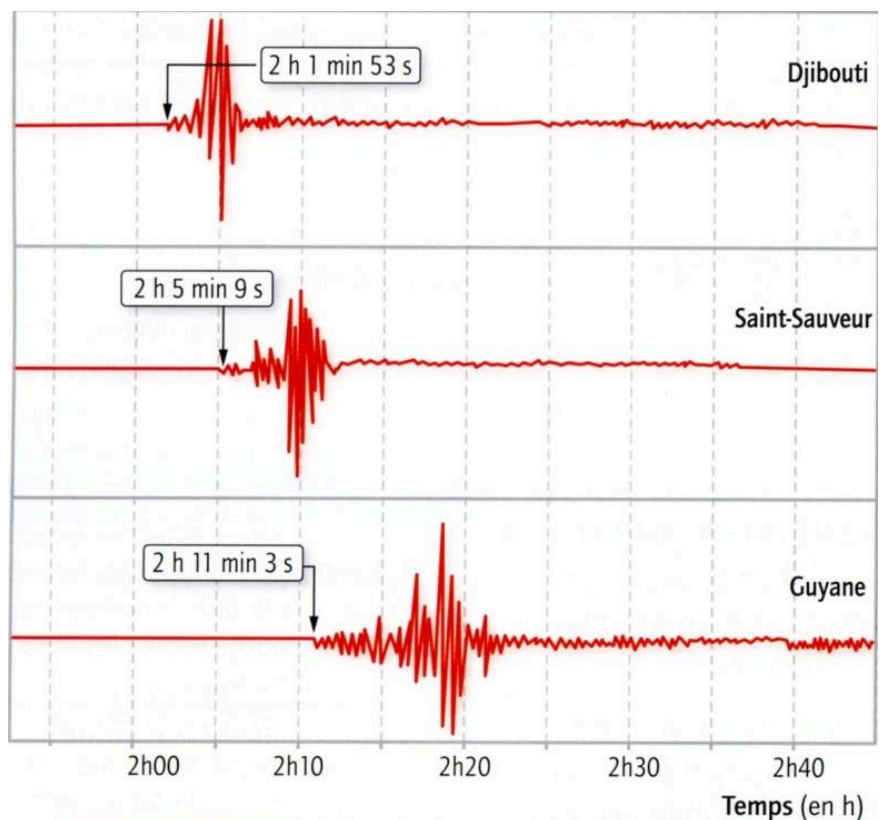
## Document 2b : Sismogrammes enregistrés après le séisme de Bam dans 3 stations du réseau Géoscope

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

