

Comment mesure-t-on la force des séismes ?

Deux paramètres sont utilisés pour mesurer la force des séismes : la magnitude et l'intensité. Un séisme est associé à une seule magnitude et à une gamme de valeurs d'intensité. 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.

Les séismes qui se sont produits avant la mise en place des réseaux d'enregistrements sismologiques (soit avant la fin du XIX^{ème} siècle) ne sont connus qu'au travers des témoignages préservés dans les archives historiques. Ces témoignages nous informent des effets des séismes du passé et permettent d'estimer leur intensité en différents lieux. L'intensité est donc la seule façon de mesurer la force d'un séisme historique.

Les médias font eux souvent référence à « la magnitude du séisme sur l'échelle ouverte de Richter ». Elle a été définie en 1935 par Charles F. Richter qui a établi une échelle pour classer et comparer les séismes californiens selon un certain protocole et avec un certain type d'instrument. Cette mesure correspond à un type de magnitude appelée magnitude locale (MI) et qui n'est en fait valable que pour des séismes proches des instruments qui les mesurent et sous certaines conditions.

1. La magnitude

La magnitude est une mesure associée à l'énergie sismique libérée lors de la rupture de la faille à l'origine du séisme. La magnitude d'un séisme est calculée à partir de l'amplitude du mouvement du sol enregistrée par des instruments sismologiques. La magnitude est une quantité logarithmique : une augmentation d'un degré sur l'échelle de magnitude correspond à une énergie libérée trente fois supérieure.

Plusieurs échelles de magnitude sont utilisées par les sismologues : les magnitudes instrumentales (MI – magnitude locale ; Mb – magnitude des ondes de volume, Ms – magnitude des ondes de surface) et la magnitude de moment (Mw) qui estime l'énergie libérée par le séisme. Cette dernière tend à être de plus en plus utilisée par la communauté sismologique, notamment pour évaluer l'aléa sismique.

Il existe une relation entre la magnitude du séisme, les dimensions de la faille qui a rompu et le décalage entre les deux blocs séparés par la faille (appelé aussi la quantité de glissement produit sur la faille). Les ordres de grandeur sont les suivants pour une faille dans la croûte terrestre :

Magnitude (Mw)	Surface de faille rompue (km ²)	Longueur de faille crustale rompue (km)	Glissement (m)
5	15s	≈ 4	0,05-0,1

6	100	10-12	0,3-0,5
7	750	40-50	1-2
8	5 000	200	10

2. L'intensité

Pour mesurer les effets d'un séisme en un lieu, les sismologues ont établi des échelles d'intensité dans lesquelles le degré d'intensité (établi sur un ensemble de critères) caractérise le niveau de sévérité locale des effets de la secousse sismique.

Il existe plusieurs échelles d'intensité. Par exemple en France, le catalogue de sismicité historique [SisFrance](#) qui couvre actuellement la période de temps 463-2008, utilise l'échelle mise au point en 1964 par Medvedev, Sponheuer et Karnik, dite échelle MSK (voir tableau ci-dessous). Pour les séismes récents, le Bureau Central Sismologique Français ([BCSF](#)), utilise l'échelle EMS-98 (*European Macroseismic Scale 1998*).

Echelle MSK

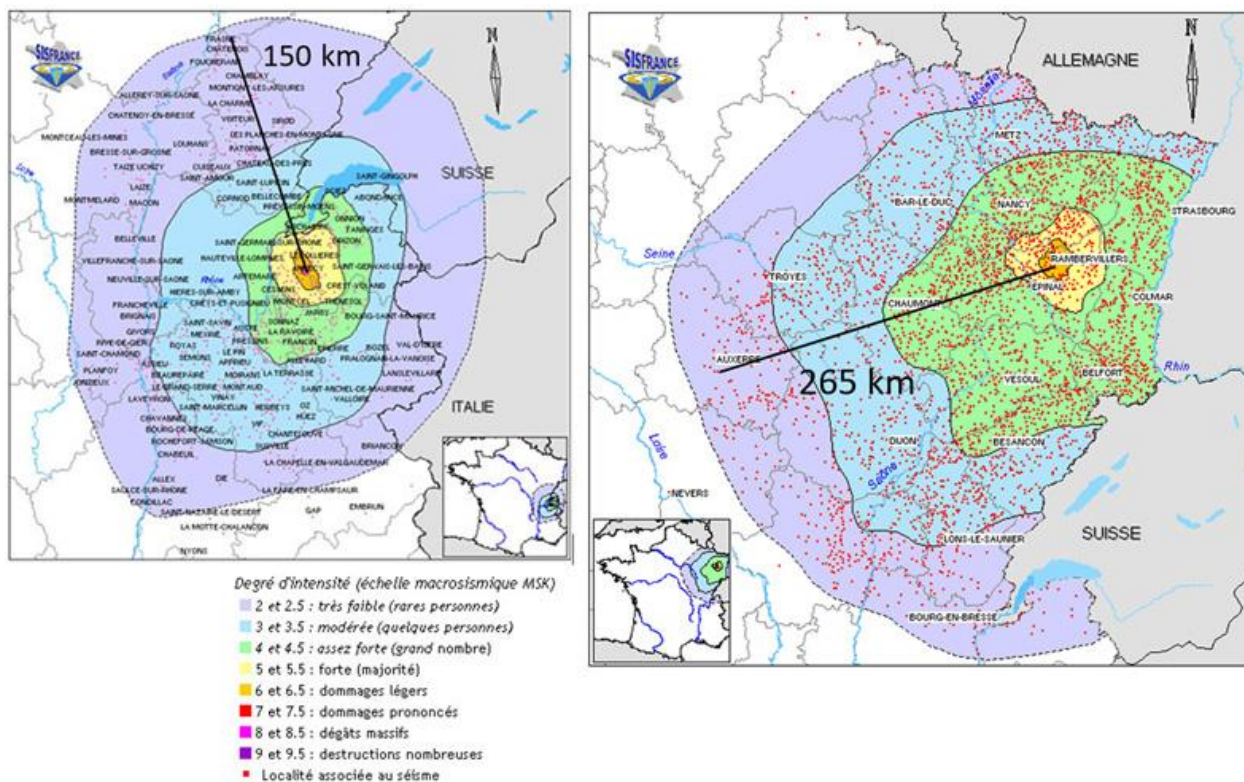
- I Secousse non ressentie mais enregistrée par les instruments (valeur non utilisée).
- II Secousse partiellement ressentie notamment par des personnes au repos et aux étages.
- III Secousse faiblement ressentie balancement des objets suspendus.
- IV Secousse largement ressentie dans et hors les habitations tremblement des objets.
- V Secousse forte réveil des dormeurs, chutes d'objets, parfois légères fissures dans les plâtres.
- VI Dommages légers parfois fissures dans les murs, frayeur de nombreuses personnes.
- VII Dommages prononcés larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations, chutes de cheminées.
- VIII Dégâts massifs les habitations les plus vulnérables sont détruites, presque toutes subissent des dégâts importants.
- IX Destructions de nombreuses constructions quelquefois de bonne qualité, chutes de monuments et de colonnes.
- X Destruction générale des constructions même les moins vulnérables (non parasismiques).
- XI Catastrophe toutes les constructions sont détruites (ponts, barrages, canalisations enterrées...).
- XII Changement de paysage énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées.

La collecte d'informations dans la zone du séisme permet de construire des cartes reportant l'ensemble des estimations locales d'intensité (points rouges sur la figure suivante). Lorsque la répartition de ces informations est assez dense, il est possible de tracer des courbes nommées isoséistes délimitant des zones d'intensité égale (zones colorées sur la figure).

Comme le montre la figure ci-dessous, **pour un séisme donné, l'intensité dépend surtout de la distance au foyer sismique** : elle diminue en s'en éloignant. À ce titre, la profondeur du séisme influence la répartition des valeurs d'intensité en surface. L'intensité varie également en fonction des propriétés mécaniques des roches traversées par les ondes sismiques, menant à une atténuation plus ou moins forte des ondes sismiques selon les régions.

La figure illustre aussi la différence entre Magnitude et Intensité par la comparaison des effets en surface des séismes d'Annecy-Epagny (1996) et de Rambervilliers (2003). Ces deux séismes ont des magnitudes voisines ($M_w=4,9$) mais la répartition des intensités est différente. Dans le cas du séisme de Rambervilliers, la zone dans laquelle le séisme a été ressenti est beaucoup plus grande que dans le cas du séisme d'Annecy-Epagny. Il est à noter que ces deux séismes ont des profondeurs très différentes (3 km pour le séisme d'Annecy-Epagny et 20 km pour le séisme de Rambervilliers). Les estimations des magnitudes et des profondeurs mentionnées ici sont extraites du catalogue [Si-Hex v2](#).

Cartes d'intensité macrosismique déduites des observations locales (points rouges) pour les séismes d'Annecy-Epagny (1996), à gauche, et de Rambervilliers (2003), à droite.



Source : Cartes [SiFrance](#).