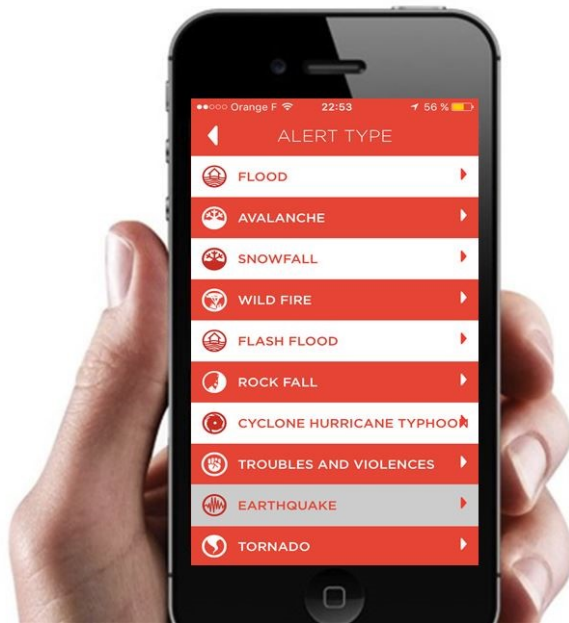


# Une nouvelle échelle d’intensité simplifiée pour décrire les impacts et dommages provoqués par les séismes

---



Par Richard Guillaude, Dr. en Géologie.  
Directeur de Signalert sarl, Membre de  
l’Association Française du Génie Parasismique  
(AFPS), [signalert@orange.fr](mailto:signalert@orange.fr)

## Devra-t-on éternellement s’en remettre à des échelles basées sur les dommages aux bâtiments pour décrire l’intensité et les effets des séismes?

Depuis plus de 3 décennies la caractérisation de l’impact des séismes est universellement réalisée à l’aide d’échelles d’intensité basées les effets ressentis dans les bâtiments ou les dommages à ces derniers. C’est le cas de l’échelle européenne EMS98 qui comporte 12 niveaux de dommages différents ainsi que l’échelle américaine MMI qui, elle comporte 10 niveaux.

Ces échelles sont donc des outils de spécialistes des risques sismiques. Les campagnes de terrain pour l’inventaire et l’évaluation des dommages dans les jours qui suivent les séismes requièrent du temps et des outils spécialisés, des équipes nombreuses.

Des tentatives pour simplifier ces échelles et les rendre plus accessible aux non spécialistes existent et utilisent des dessins ou en réduisent le nombre de niveaux d’intensité.

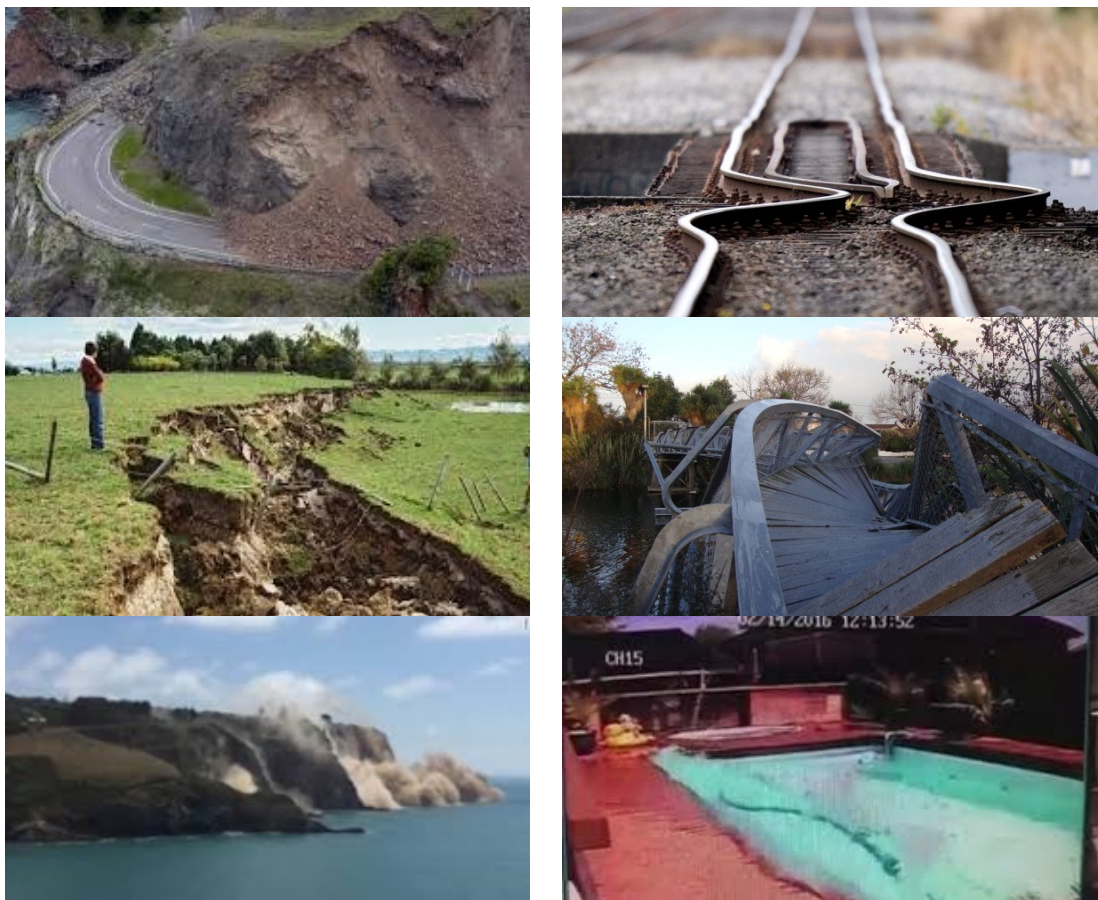
Cela a donné lieu à la naissance des premiers services en ligne (web et app) de renseignement sur les intensités et d’évaluation des dommages à travers les témoignages d’effets ressentis ou vus par les citoyens présents, témoins ou victimes. L’USGS aux USA, le BCSF en France (Bureau central Sismologique Français) ont été des précurseurs dans ce domaine, suivi par le CSEM (Centre sismologique Euro-méditerranéen) qui a développé une app smartphone et un système

d'exploitation et de partage très rapide et performant. Ils proposent tous un service web et une app smartphone pour témoigner rapidement et restituer en quasi temps réel des cartes de distribution des intensités avec une bonne fiabilité. Cependant ces portraits rapides restent essentiellement basés sur les échelles de descriptions de dommages aux bâtiments.

Ces échelles et les outils grands publics de qualification d'intensité ne se réfèrent que peu ou pas aux dommages et aux effets sur l'environnement, les infrastructures en environnement urbain ou rural.

Il est certain, qu'indépendamment de la vulnérabilité locale fortement liée aux pratiques de construction, les échelles d'intensité fondées sur les dommages aux bâtiments ont jusqu'à aujourd'hui été les meilleurs indicateurs pour déterminer un niveau de dommage global, de gravité, de nombre de victimes possibles. Mais la majorité des autres conséquences des séismes ne sont pas déductibles directement de ces niveaux d'intensité évalué rapidement et globalement, via les reports par internet ou par les applications smartphone, pas plus que des effets de site locaux, ou le niveau de dommage surpasse le niveau moyen environnant.

L'agitation des plans d'eau, les glissements de terrain, les chutes de blocs, les incendies, les fuites de gaz et d'eau, les effondrements de ponts et interruptions de trafic routier, les pertes d'énergie ou de communications, et d'autres services, sont communs dans les séismes importants et ne peuvent être décrits ou localisés avec les échelles d'intensité classiques.



Domages variés produits par le séisme de novembre 2016 en Nouvelle-Zélande.

## Un nouveau cadre d'échelle d'intensité de dommages

Ces limites peuvent être dépassées en exploitant des échelles d'intensité décrivant d'autres effets que les simples dommages aux bâtiments en zones urbaines ou rurales. Le nombre de marqueurs possibles est grand mais pour être intégré dans une échelle d'intensité, un marqueur doit présenter à la fois la possibilité de différencier plusieurs niveaux de dommages, bien séparables et reconnaissables, universellement reconnaissables, ou être spécifique à une gamme très étroite de niveau d'intensité d'un séisme.

SIGNALERT a développé un système d'échelle d'intensité conçu pour une description factuelle et non ambiguë des effets de phénomènes naturels observables ou ressentis universellement.

Les descriptions des manifestations du phénomène source (amplitude physique) et des leurs effets sur les enjeux (impacts, dommages) sont séparées en deux échelles parallèles et non directement corrélées.

Pour rendre ces échelles accessibles à quiconque, un critère supplémentaire est que les marqueurs observables doivent rester simples à identifier et permettre de séparer les échelles en maximum de 3 à 5 niveaux d'intensité. Ces marqueurs doivent être les plus universels possibles et correspondre à des objets très largement répandus et présentant des formes similaires où que soit faite l'observation dans le monde, facilement visibles dans notre environnement habituel et sans prendre de risque pour les voir.

Comme pour d'autres applications ou questionnaires sur les effets des séismes, le principe est de choisir pour chaque question la réponse la plus proche de l'observation ou du vécu lors de l'évènement. L'utilisateur ne répond qu'aux questions qui correspondent à l'environnement dans lequel il se trouve.

Un point clé est que chaque niveau de l'échelle soit facilement distinguable d'un autre. Le vocabulaire utilisé est usuel, non technique ou moins que dans les échelles courantes afin de permettre la compréhension à un vaste public n'ayant pas de bases scientifiques ou techniques.

Dans ces conditions, une échelle d'intensité est compatible avec un usage dans notre application smartphone de cartographie participative pour les phénomènes naturels, les risques et désastres.

Ce principe a été appliqué avec succès à plusieurs types de risques et lorsqu'une échelle d'intensité d'usage international existe pour un phénomène, les niveaux de nos échelles simplifiées ont été calés sur l'échelle préexistantes. Dans le cas d'échelles à niveaux nombreux telles que EMS98 ou MMI, plusieurs niveaux agrégés de ces dernières correspondent à un seul niveau de notre échelle simplifiée.

Cette démarche appliquée à l'aléa sismique nous a permis d'introduire une nouvelle échelle d'intensité ressenties et de dommages. Cette échelle est accessible dans l'application et sur nos interfaces de webmapping. Les descriptions de dommages sont maintenant étendues des simples dommages au bâti à des multiples effets sur l'environnement, les infrastructures et les réseaux.

Pour ce qui concerne les manifestations physiques du phénomène source, ressenties par les témoins utilisant l'app smartphone, les indicateurs suivants peuvent être décrits en 3 ou 4 niveaux d'intensifié :

- votre situation (en intérieure, en extérieur, en voiture)
- bruits entendus
- instabilité ressenties
- durée des secousses
- oscillation, basculements ressentis

Les dommages et les impacts sur différents types d'enjeux, peuvent être décrits en 4 niveaux d'intensité :

- dommages à l'environnement
- dommages aux bâtiments (calés sur EMS98 et MMI/MSK)
- dommages aux réseaux et infrastructures
- dommages sur les personnes et les animaux

L'app propose aussi la description de chutes de blocs, d'inondations, avec des échelles d'intensité similaires, permettant ainsi de reporter des effets fréquents de séismes à partir d'un certain niveau d'intensité, chose impossible avec les échelles classiques MSK, MMI ou EMS98.

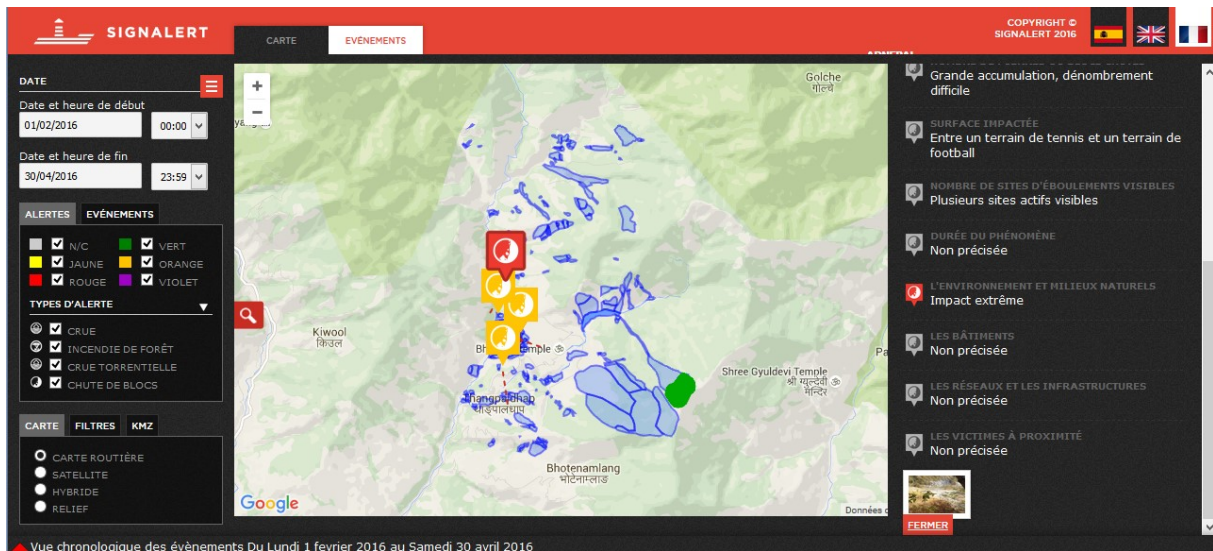
## **Avantages, inconvénients**

La nouvelle échelle d'intensité introduite avec l'app smartphone peut être utilisée n'importe où pour décrire les marqueurs de perturbation ou de dommages observés ou ressentis par un témoin pendant ou après le séisme.

Découpler l'intensité ressentie et les dommages observés permet de décrire l'impact indépendamment de la vulnérabilité locale et les effets de site locaux sont mieux décrits.

Il est vrai qu'une description d'impact en 3 à 5 niveaux fournit une évaluation moins précise que les échelles classiques à 12 niveaux. On peut parier que cela sera compensé par une description plus variée des impacts environnementaux, avec un outil accessible à plus de témoins.

De plus, l'application smartphone fournit des conseils de comportement par type de phénomène, informe sur ce qu'il faut faire ou ne pas faire, pendant ou après un désastre pour différents types de risques. L'app comporte également un bouton d'urgence « je vais bien » (version payante), afin d'avertir ses proches de sa situation et de sa localisation.



**Cartographie de chutes de blocs et mouvements de terrain dans le district de Sindulpachok au Népal en décembre 2015 et activité reportée par des usagers de l'application sur place, visualisée sur le webservice signalert consult.**

## Le futur

Introduire une nouvelle échelle d'intensité est un défi et demandera plusieurs centaines d'alerte lors de prochains séismes pour prétendre commencer à analyser statistiquement l'utilité et la pertinence des marqueur d'intensité, de dommages et des seuils de séparation des niveaux d'intensité. La description des dommages demandera aussi un benchmarking avec les systèmes existants de descriptions de dommages sismiques. Le projet fera surement face à des critiques d'usagers intenses des échelles classiques existantes et requiert des tests sur plusieurs séismes d'intensité variées.

L'échelle de description des séismes est améliorable. Les communautés des sismologues, des protections civiles, des responsables territoriaux intervenant en situation post-crise sont invitées à tester, utiliser, critiquer, améliorer l'échelle d'intensité sismique en communiquant leurs avis.

Les alertes envoyées avec l'app signalert peuvent être partagées entre utilisateurs de l'app ou via les réseaux sociaux depuis l'app et notre API rend les alertes interoperables avec d'autres sources de données temps réel. L'app Signalert permet déjà la description d'une dizaine de phénomènes dont les troubles, violences, attentats ou attaques terroristes, leur partage en temps réel entre possesseurs de l'app. Plusieurs autres phénomènes d'origines naturelles ou humaines vont y être incorporés dans un proche avenir.

L'app Signalert est gratuite et disponible sur Appstore et Googleplay.



[www.signalert.net](http://www.signalert.net)



Ref. 1 European Macroseismic Scale 1998 - EMS-98 Editor G. Grünthal, Chairman of the ESC Working Group "Macroseismic Scales" GeoForschungsZentrum Potsdam, Germany

Ref. 2 The Severity of an Earthquake, USGS General Interest Publication 1989-288-91.

Table 1 Marqueurs d'intensité ressentis par le témoin

	question 1	question 2	question 3	question 4	question 5
Niveau d'intensité	<b>paramètres physiques perçus du phénomène source</b>				
	position de l'observation	bruit entendu	stabilité de la personne	durée	oscillations, balancements
<b>1</b>	En extérieur, à l'air libre, à pied	aucun bruit ou léger bruit indéfini	aucune déstabilisation ressentie	quelques secondes, début et fin difficiles à cerner	pas d'oscillation visible ou perceptible
<b>2</b>	En véhicule, en transport	grondement sourd semblable à une explosion lointaine	Sensation de malaise ou de déséquilibre	10 à 20 secondes	éclairages et plafonniers se balançant en intérieur. Oscillations des câbles électriques aériens ou de l'éclairage public.
<b>3</b>	en intérieur d'un bâtiment, RdC à deuxième étage	grondement fort semblable à une explosion proche, coup de tonnerre, choc important.	Difficulté à tenir en équilibre	entre 20 secondes et une minute	oscillations visibles des petits et des grands bâtiments. Ondulations du sol visibles.
<b>4</b>	en intérieur d'un bâtiment, troisième étage ou plus	grondement sourd et généralisé ou explosion très forte et proche	Impossibilité de se tenir debout	Plus de 1 minute	

Table 2 Marqueurs de niveaux de dommages observés par le témoin

Gamme échelle EMS98	Environnement et milieux naturels	Bâtiments	"les réseaux et les infrastructures"	les personnes et les animaux
<b>Gravité 1 ≈ (intensité II à IV)</b>	aucun effet détectable dans son environnement proche. Légères variations de niveau d'eau dans les puits possibles.	légère oscillation de la pièce et du bâtiment possible, légers craquement ou vibration des planchers, meubles, portes, fenêtres, léger balancement des objets suspendus. Bruit de verres entrechoqués. Aucun dommage aux bâtiments même les plus vulnérables."	aucun effet notable.	de la faible secousse à peine perceptible par quelques personnes à une secousse ressentie par de nombreuses personnes mais ne créant pas de frayeur particulière. Réveil de certaines personnes.
<b>Gravité 2 ≈ (intensité V - VI)</b>	légère oscillation des arbres, agitation légère des plans d'eau. Petits glissements de terrain et éboulis possibles. Débit des sources perturbé.	dommages négligeables à modérés (quelques bâtiments): chutes quelques tuiles ou parties de cheminées. Quelques fissures sur les murs, les façades les plus vulnérables. Quelques pierres descellées des façades. Chutes de quelques morceaux de plâtres à l'intérieur des bâtiments. Nombreux déplacements ou chutes d'objets en intérieur en grand nombre.	Rares coupures de route suite à de petits éboulis, chute d'arbre, de tuiles ou cheminées. Coupure d'électricité possible.	frayeurs chez certaines personnes, quelques personnes perdent leur sang-froid. Secousse ressentie par tous y compris en véhicule. Réveil des personnes endormies.
<b>Gravité 3 ≈ (intensité VII - VIII)</b>	nombreux glissements de terrain ou chutes de blocs. Fissures possibles dans le sol, localement expulsion d'eau ou de sables du sol. Sources se tarissant ou se réactivant. Forte agitation des piscines, bassins, plans d'eau. Agitation anormale de la mer.	dommages sensibles (nombreux bâtiments) à très importants (pour quelques bâtiments). Chutes de cheminées, chute de nombreuses tuiles, ouverture de murs vulnérables, quelques édifices vulnérables totalement effondrés. De nombreuses rues peuvent être obstruées par des zones de décombres. De gros objets et meubles lourds peuvent être renversés ou déplacés, projetés.	Circulation stoppée, réseau routier localement obstrué par des décombres.	Frayeur et affolement de la plupart des personnes. Personnes fuyant à l'extérieur des bâtiments. Quelques victimes possibles. Animaux en fuite.
<b>Gravité 4 ≈ (intensité IX - XI)</b>	très nombreux glissements de terrain de très grande taille, chutes de pierres en grand nombre, vallées et cours d'eau barrés formant des retenues d'eau, très grosses fissures et crevasses dans les sols avec des décalages ou larges écartements, phénomènes de liquéfaction possible. Nuages de poussière généralisés sur les zones urbaines lors du séisme. Vagues et débordement des plans d'eau intérieurs, bassins, piscines, mares. Risque de tsunami sur les rivages si la mer se retire ou monte anormalement."	Destruction fréquente : effondrement partiel ou total sur la plupart des constructions (anciennes, récentes, modernes). La plupart des rues sont barrées par les zones de décombres des bâtiments effondrés. On ne peut plus compter les bâtiments détruits ou endommagés. Incendies sporadiques ou quartier enflammés. "	"Routes coupées par des crevasses ou de larges fissures. Glissements de terrains en de nombreux endroits. Ponts, tunnels partiellement ou totalement effondrés. Voies ferrées distordues et coupées. Poteaux et câbles aériens coupés Multiples ruptures et fuites des canalisations enterrées. fuites de gaz ayant provoqué des incendies. Réseaux électriques et téléphoniques coupés.	Panique généralisée des personnes dispersées dans les rues. Très nombreuses victimes ensevelies. Blessés graves et légers nombreux.