

# GÉOLOGIE : LE MINIMUM VITAL

## Deuxième partie : La Terre anthropisée

### II-5 Les aléas (Terre interne, Terre externe)

Hubert Bril, Université de Limoges

# SOMMAIRE

---

## Deuxième partie. La Terre anthropisée

- I. Les matières premières minérales : ressources minières, matériaux,
- II. Les matières premières énergétiques : charbon, pétrole et gaz
- III. Les eaux souterraines : hydrogéologie, géothermie
- IV. Le changement climatique
- V. Les aléas (terre interne, terre externe)
- VI. Aménager la Terre : géotechnique

# II – 5 LES ALÉAS : ÉVALUER LES RISQUES

Deux grands contextes :

- la **Terre interne** (séismes, volcanisme...),
- la **Terre externe** (inondations, éboulements).

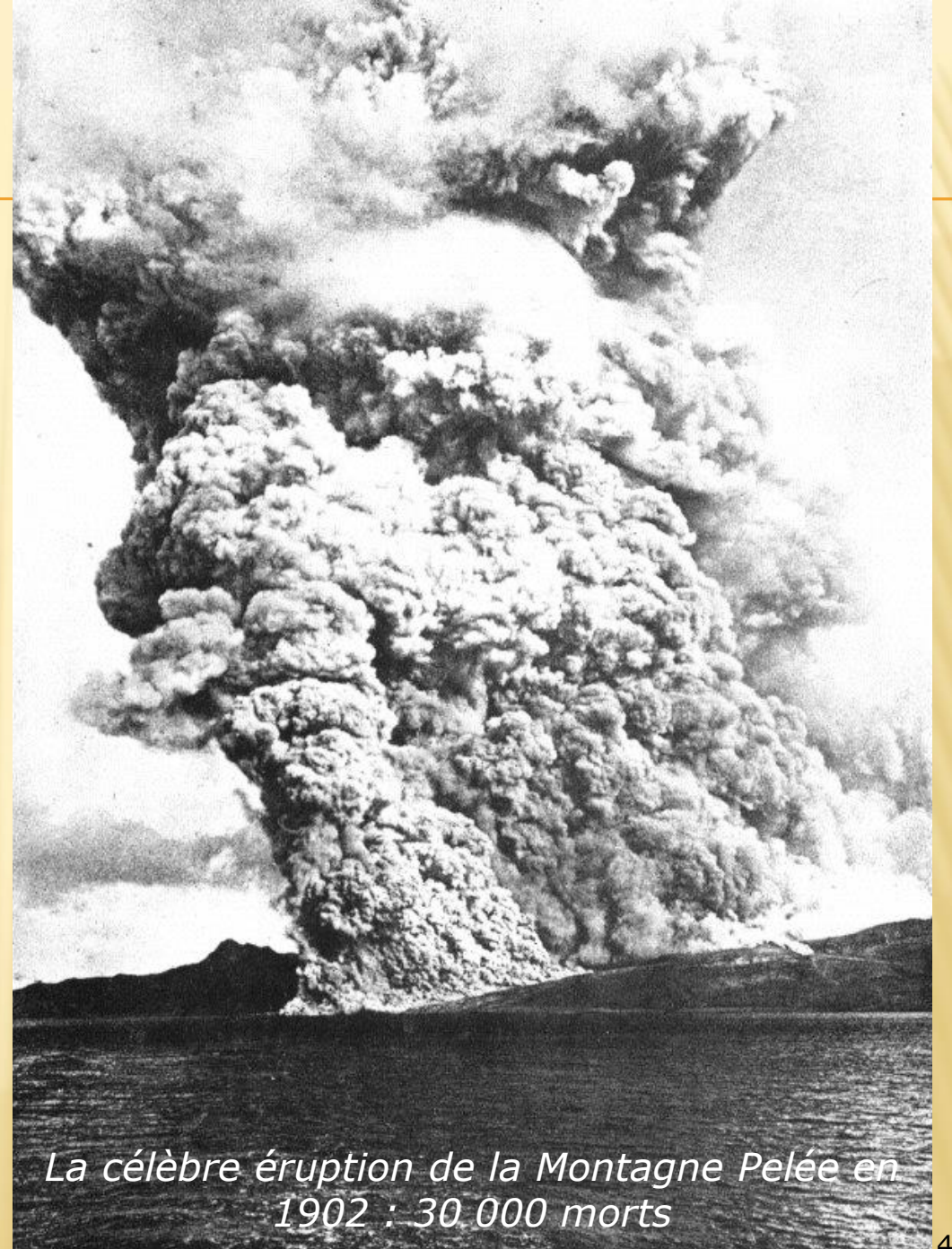
Dans ces deux contextes il faut

- évaluer la nature des risques
- évaluer l'amplitude des risques (locaux, régionaux, planétaires)
- prédire les impacts
- prévenir les dommages



## II – 5 LES ALÉAS : TERRE INTERNE, LE VOLCANISME

- ✗ Prévoir le type d'éruption, magma visqueux riche en silice = explosif , magma fluide pauvre en silice = effusif
- ✗ Contexte / plaques, histoire géologique de la zone...
- ✗ Prévoir le moment de l'éruption : activité sismique souterraine, mesures diverses
- ✗ Deux périodes différentes dans la vie d'un volcan : « sommeil » du volcan (mesures de routine et étude des dépôts précédents) et périodes de crise très brèves (surveillance rapprochée).



*La célèbre éruption de la Montagne Pelée en 1902 : 30 000 morts*



## II – 5 TERRE INTERNE, PRÉVOIR LE LIEU DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES

- ✕ Prévoir le lieu des éruptions : les zones à risque sont pour la plupart situées aux limites de plaques: c'est la ceinture de feu.
- ✕ Prévoir la nature des éruptions : zones de subduction : magmas andésitiques visqueux, rifts : magmas basaltiques mais parfois présence de magmas plus siliceux donc plus visqueux, points chauds : magmas basaltiques.



Relations entre la tectonique des plaques et le volcanisme; la « ceinture de feu » du Pacifique



Volcan avec cône strombolien et coulée à Hawai Univ. Bristol



# II – 5 TERRE INTERNE, PRÉVOIR LE TYPE D'ÉRUPTION VOLCANIQUE

- ✖ Les risques sont locaux régionaux ou globaux; ils dépendent du type d'éruption et de la population vivant à proximité.
- ✖ Eruptions basaltiques, faible vitesse, trajet prévisible donc peu dangereuses sauf présence des gaz.
- ✖ Coulées de boue (lahars) sur des montagnes enneigées (risques forts dans les vallées).
- ✖ Nuées ardentes très rapides sur les volcans différenciés.
- ✖ Tsunamis (éruptions sous marines).
- ✖ Dépôts de cendres (effondrement des habitations, avions).
- ✖ Refroidissement planétaire.



# II – 5 TERRE INTERNE, PRÉVOIR LA DATE DES PROCHAINES ÉRUPTIONS

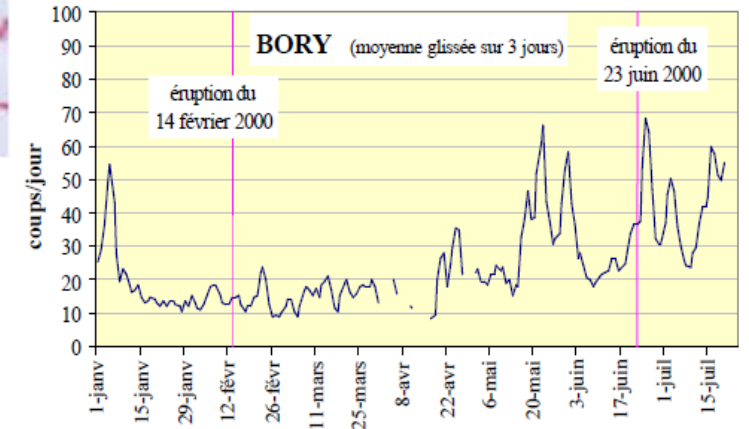


- ✗ A **long terme** c'est presque impossible; on peut seulement dire en examinant les intervalles de temps entre deux éruptions que tel volcan est ou n'est pas « éteint ».
- ✗ Mais à **court terme** (quelques mois) il existe de nombreux signes avant-coureurs : la montée du magma qui se fraie un chemin à l'intérieur du volcan est « visible » de l'extérieur sur un volcan bien équipé : déformation du volcan, petits séismes, émission de gaz, variations du champ magnétique...



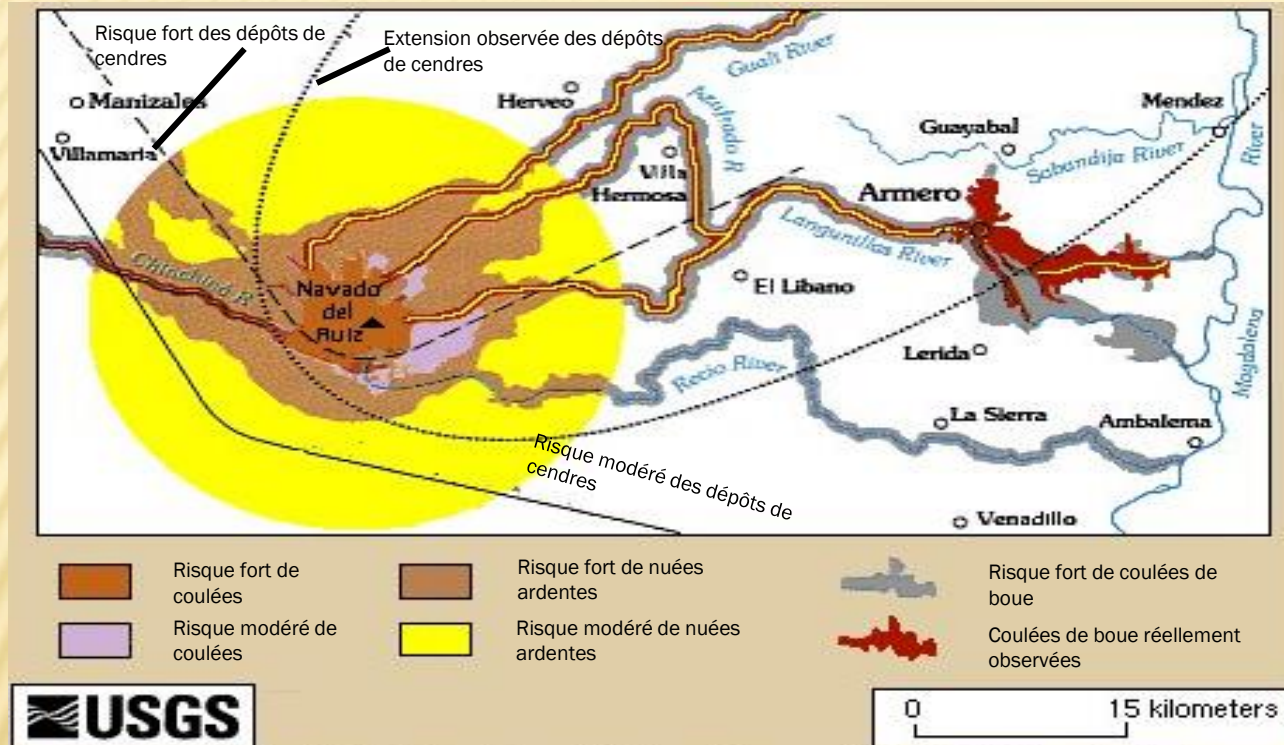
*A gauche, un extensomètre mesure l'ouverture de fissures; les sismogrammes (ci-dessus) enregistrent l'augmentation de l'activité sismique; à droite les émanations de gaz radon s'intensifient avant une éruption,*

*Cl. Observatoire de La Réunion*





## II – 5 TERRE INTERNE, : CARTOGRAPHIE PRÉVISIONNELLE DU VOLCANISME



Topinka, USGSICVD, 1998, Modified from: Wright and Pierson, 1992, USGS Circular 1073

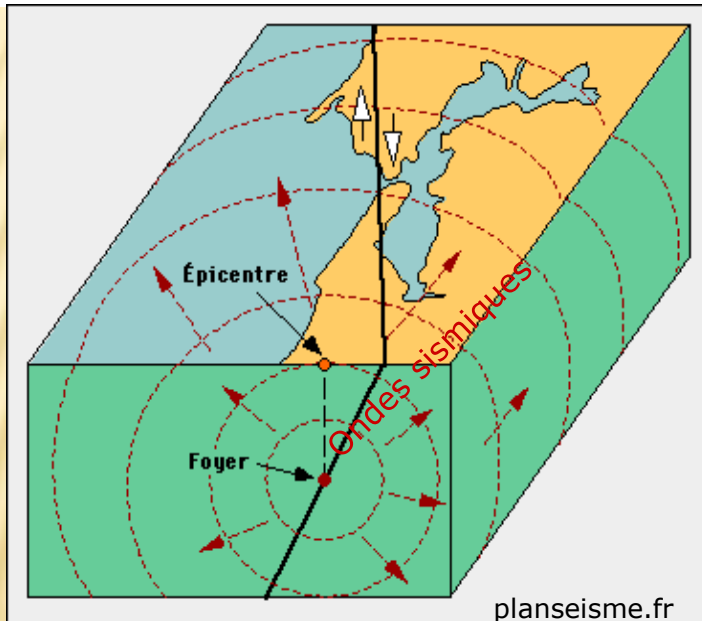
Un exemple de prévision cartographique réussie est l'éruption du Nevado Del Ruiz en Colombie en 1986 : les prévisions cartographiques par type d'éruption (de risque) furent conformes à la réalité. Malheureusement des erreurs dans la chaîne de décision ont fait que cette éruption fit 23 000 morts.

- ✗ Au-delà d'un siècle, la mémoire des destructions des éruptions précédentes est perdue.
- ✗ L'étude des dépôts des anciennes éruptions permet d'élaborer des cartes prévisionnelles en fonction du relief et de la nature des produits volcaniques, d'une éventuelle future éruption sans préjuger de sa date.
- ✗ Dès les premiers signes avant-coureurs les autorités doivent mettre en œuvre l'évacuation des populations.

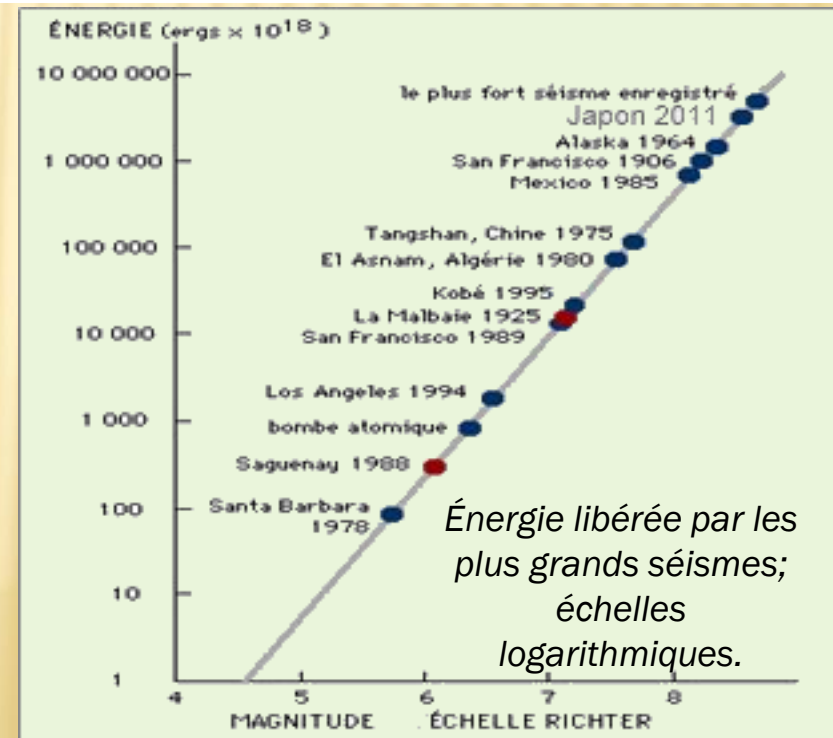


## II – 5 ALÉAS : TERRE INTERNE; LES SÉISMES

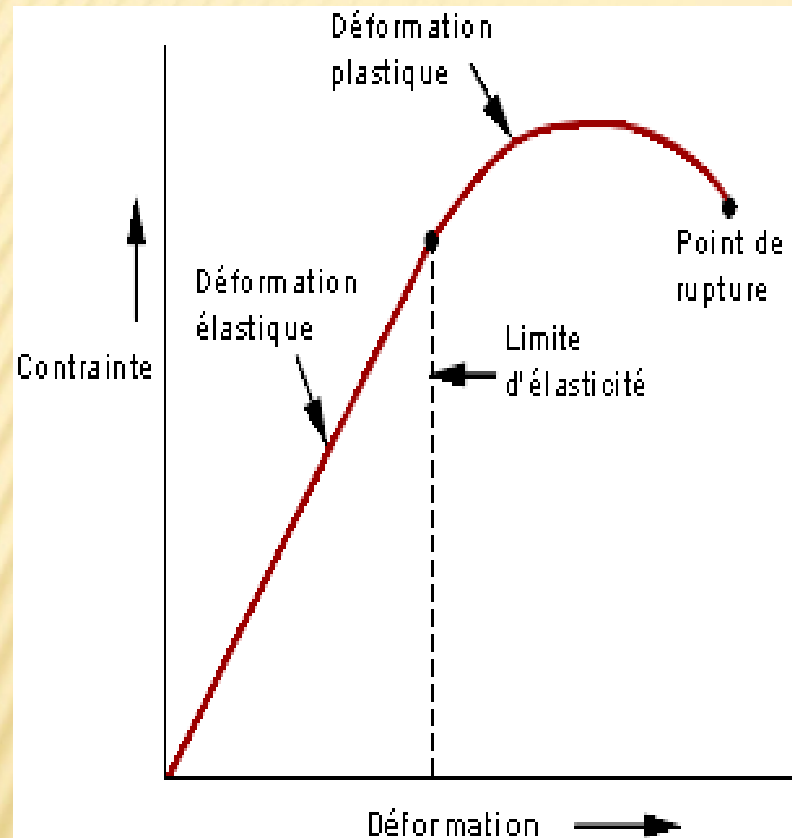
- ✗ Les plaques sont rigides; leurs mouvements sont donc souvent brutaux ; en surface, les contraintes s'accumulent puis se relâchent brusquement avec libération d'énergie : provoquant des séismes.
- ✗ La magnitude (échelle de Richter) est la quantité d'énergie libérée (peu à voir avec les dégâts); plus la magnitude est grande plus la cassure (faille) est importante.



*Différents types d'ondes sismiques se propagent dans la croûte terrestre.*

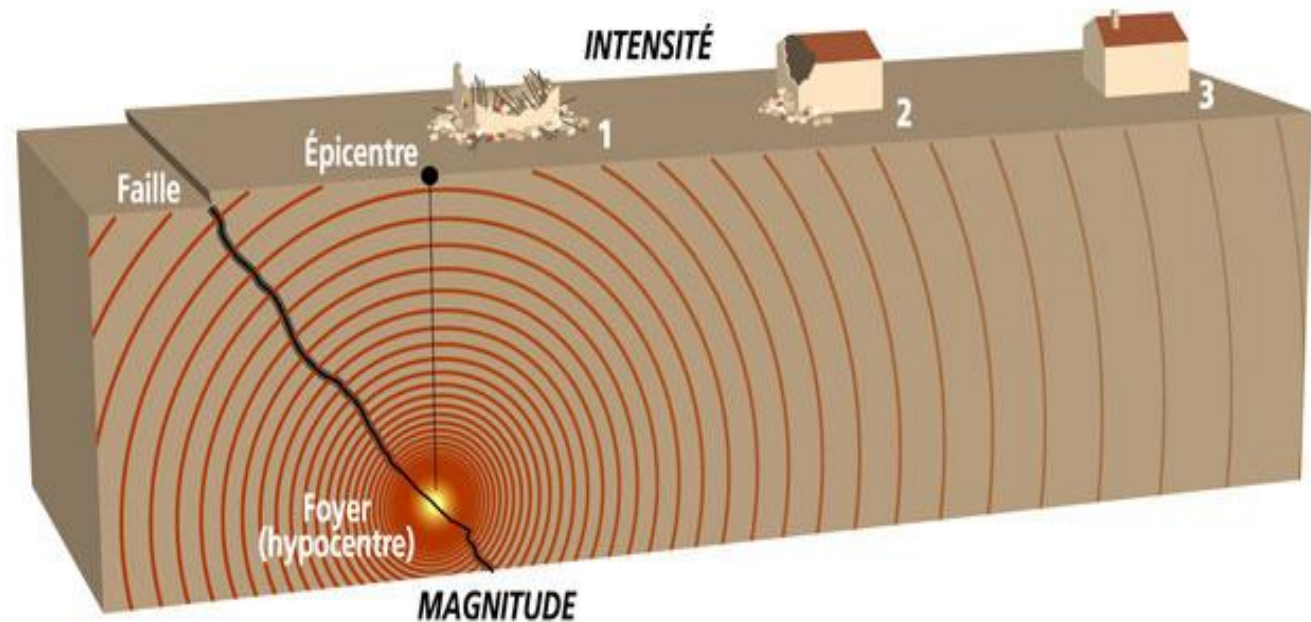


## II – 5 LES ALÉAS DE LA TERRE INTERNE : LES SÉISMES



*Enregistrement par des sismomètres ; intensité sur l'échelle logarithmique de Richter.*

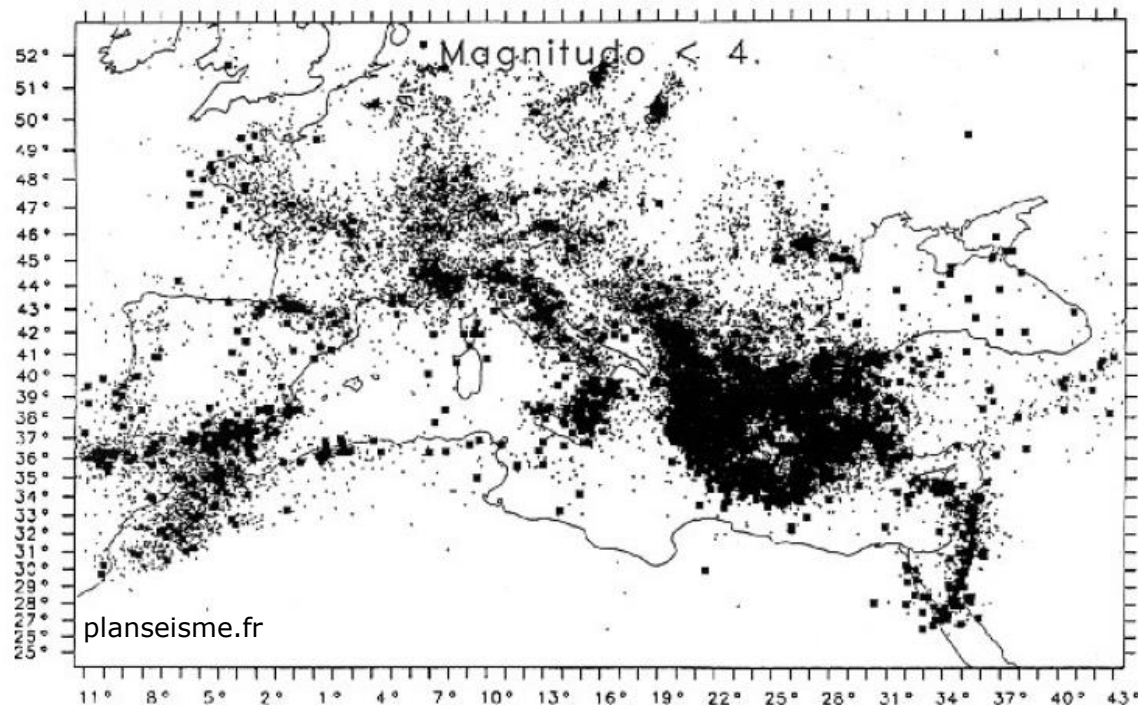
*Au point de rupture : libération de l'énergie accumulée lors de la déformation plastique.*



Ondes P et S (P plus rapides que S) ; ordre de grandeur des vitesses 10 – 20 km / S Ondes de fond P (seulement dans les solides) et S.

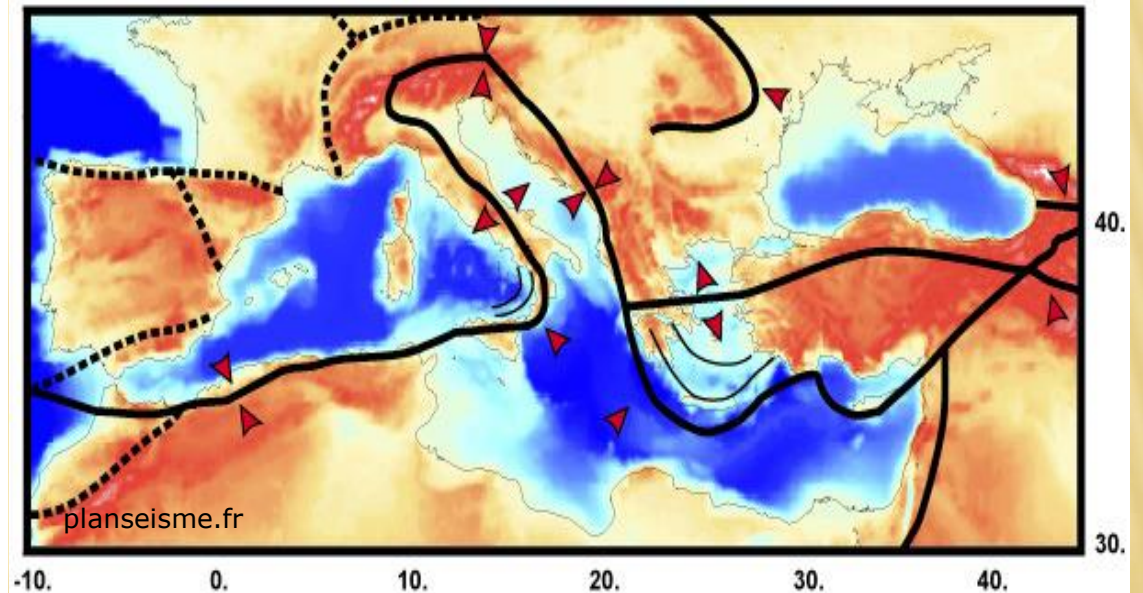


## II - 5 TERRE INTERNE : PRÉVOIR LE LIEU DES PROCHAINS SÉISMES



La prévision se fait en **modélisant** les données des séismes passés situés dans une même zone, sur une même structure géologique pour les comparer les uns aux autres. La carte ci-dessus recense la presque totalité des séismes, forts ou pas.

Il existe des zones plus sismiques que d'autres (*ci-contre, carte des séismes en méditerranée*), à la limite des (micro)plaques (ci-dessous). Remarquer la coïncidence avec les reliefs actuels et les cassures majeures.



Les séismes sont situés près des accidents majeurs, ici dans le domaine méditerranéen; les mouvements sont indiqués par les flèches.



## II – 5 LES ALÉAS : TERRE EXTERNE, TSUNAMIS



**Origine** : séisme, glissement ou volcanisme sous-marins

**Propagation rapide** (500 km/h) : des vagues de faible longueur d'onde parcourent des distances considérables et ralentissent près des côtes. Importance de la morphologie du plateau continental qui est la cause d'une augmentation de la hauteur des vagues augmente → 30 m.

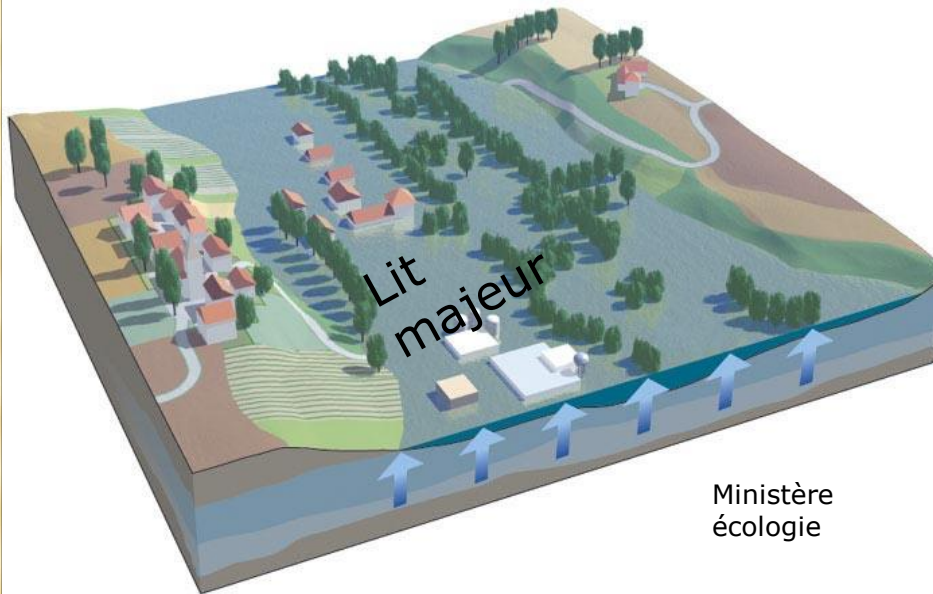
Les tsunamis sont fréquents : mythe de l'Atlantide (Santorin), Portugal (1755), Messine (1908), océan Indien (2004), Japon (2010)





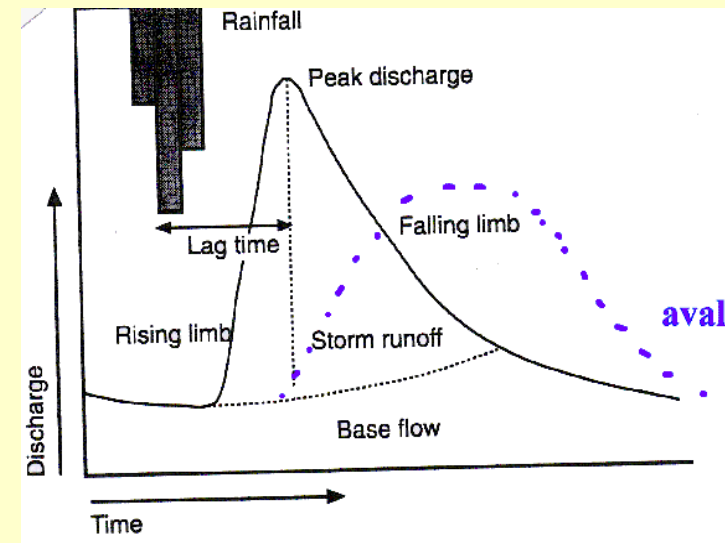
## II – 5 ALÉAS - TERRE EXTERNE LES INONDATIONS

### Crues à montée (et descente) lentes



Dans une plaine alluviale souvent très urbanisée, lors de pluies d'hiver durables, la nappe monte lentement (déborde) dans des alluvions saturées en eau

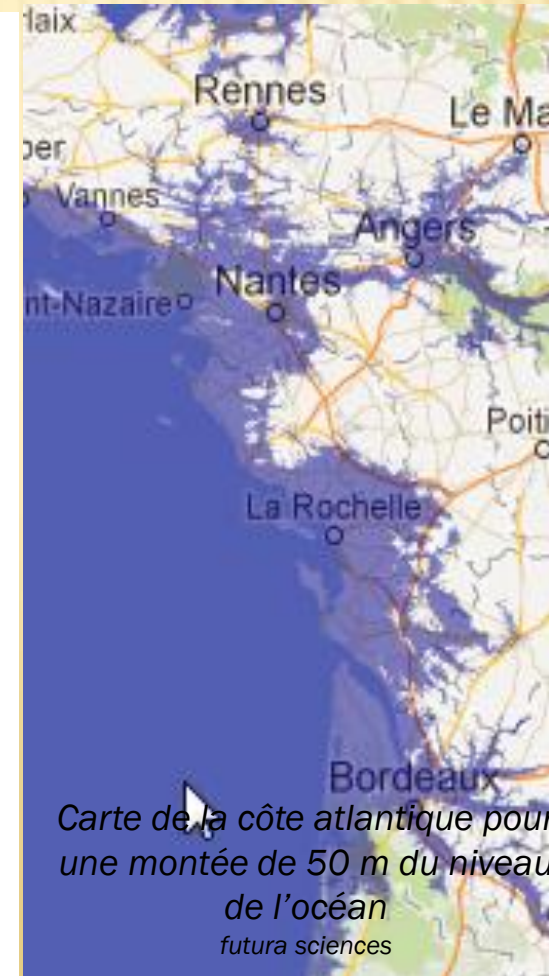
### Crues de ruissellement et torrentielles



En zones de montagne ou en ville, événement pluvieux → écoulements hyperconcentrés et violents affectent le piémont sans possibilité d'infiltration (pente).

## II – 5 ALÉAS - TERRE EXTERNE : LES RISQUES CÔTIERS

- ✗ Montée inexorable du niveau de la mer avec la fonte des glaciers due au changement climatique.
- ✗ Le relief des régions côtières est souvent très faible.
- ✗ Dilatation des eaux océaniques sous l'influence de la température et des baisses de pression (cf ouragan Sandy USA 2012).
- ✗ Rejoint la question du changement climatique et des variations énormes du niveau des mers au Quaternaire (> 100 m de variation en quelques siècles).
- ✗ Lorsque la côte est rocheuse, risques d'éboulement
- ✗ Rôle des courants marins (envasement des ports, déplacement de plages ...).

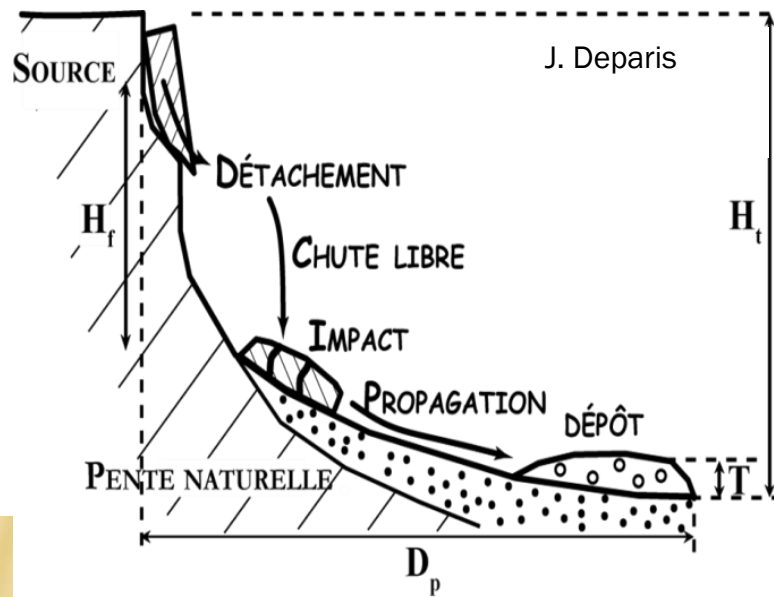




## II – 5 ALÉAS : TERRE EXTERNE; GRAVITÉ

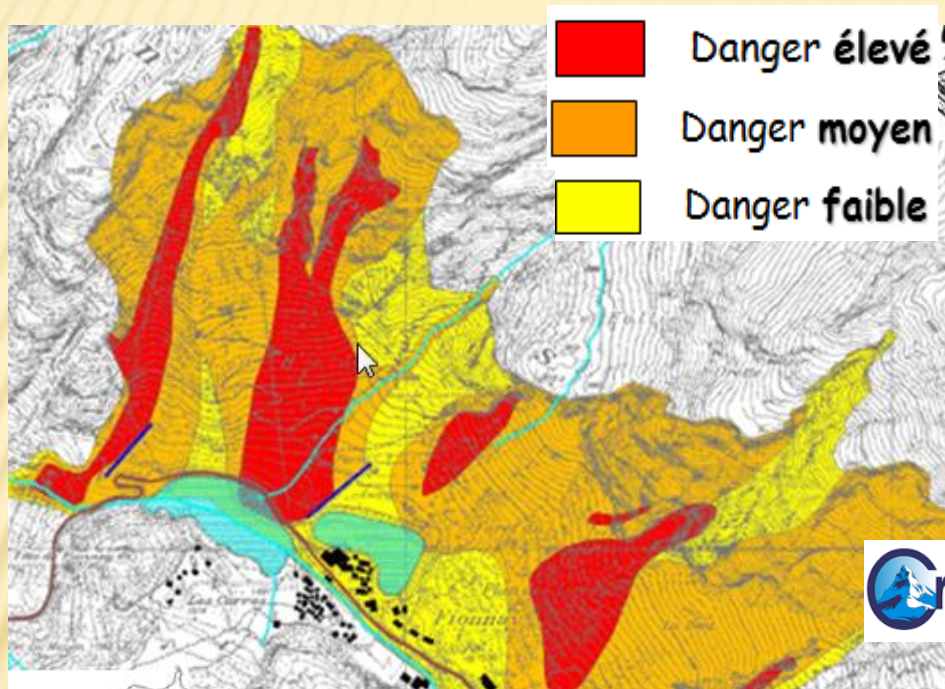
La gravité est un agent d'érosion très important en pays de montagne, mais pas seulement. survient lors d'événements un peu intenses, mais communs : séismes, pluies, crues... Les formes sont variées : éboulements en masse, avalanches, glissements de terrain, chutes de pierres, ravinement, coulées de boue.

*Corrélation entre la mobilisation des matériaux et leur dépôt. L'étude de la nature des dépôts permet de reconstituer les événements passés.*



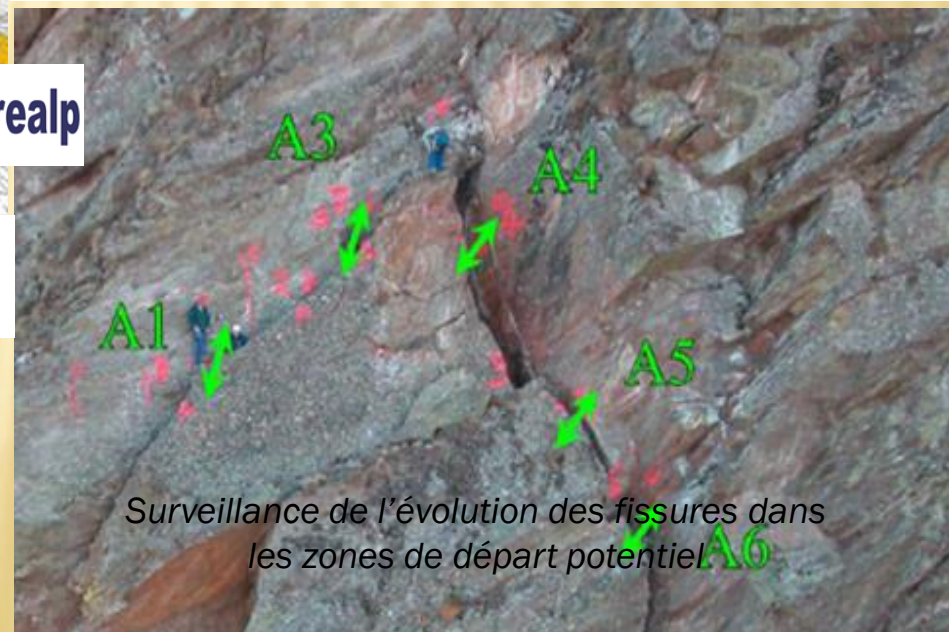


# II – 5 EBOULEMENTS GLISSEMENTS DE TERRAIN: PRÉVENTION



*En zone de montagne, un exemple de cartographie hiérarchisée des dangers*

Les cartes prévisionnelles évaluent la probabilité d'occurrence d'un éboulement, d'un glissement (...) et l'étendue de la zone qui peut être affectée à l'échelle du cadastre ; elles aident à décider ce que sera le plan local d'urbanisme (PLU).





# II – 5 EBOULEMENTS, GLISSEMENTS DE TERRAIN : LUTTE CONTRE L'ÉROSION



Deparis, LGIT

*Ces deux photographies montrent des phénomènes de grande ampleur contre lesquels la seule mesure est l'évitement.*

Dans les zones à fortes pentes. Les volumes potentiels sont considérables (milliers de m<sup>3</sup>). Dans chaque cas il existe une pente maximum de stabilité qui varie en fonction de la granulométrie, de l'humidité etc. Outre les stratégies d'évitement, des mesures de protection peuvent être mises en place pour les déplacements d'ampleur limitée : merlons, filets, soutènement, tunnels...

