

Partie 3.
Risques et ressources :
les géosciences et
l'Homme

Les risques liés à la géodynamique terrestre

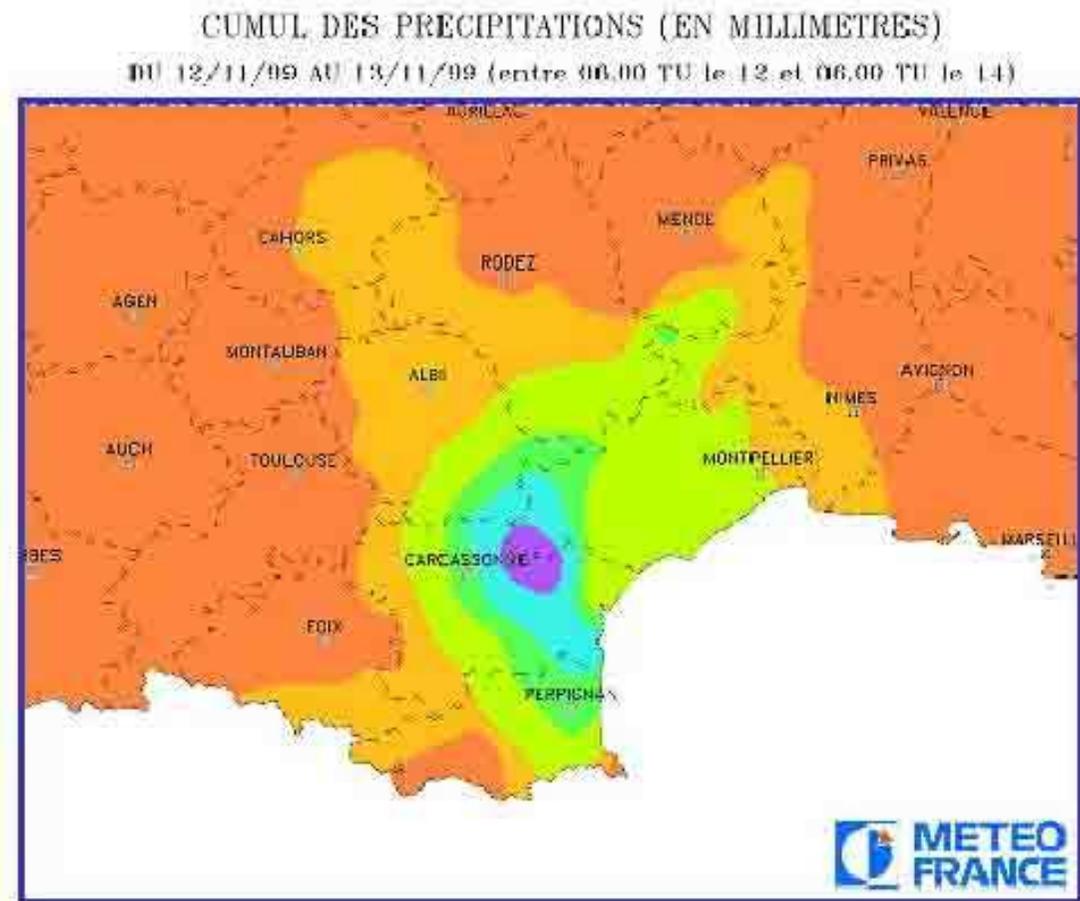
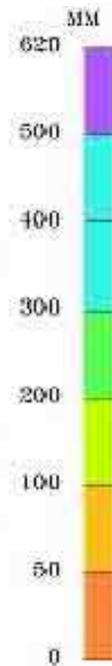


Crues de l'Aude en 1999

Précipitations exceptionnelles dans le sud de la France (du 11 au 14 novembre 1999).



12/11/1999 :
Un vent très puissant souffle depuis la Méditerranée



Crues de l'Aude en 1999

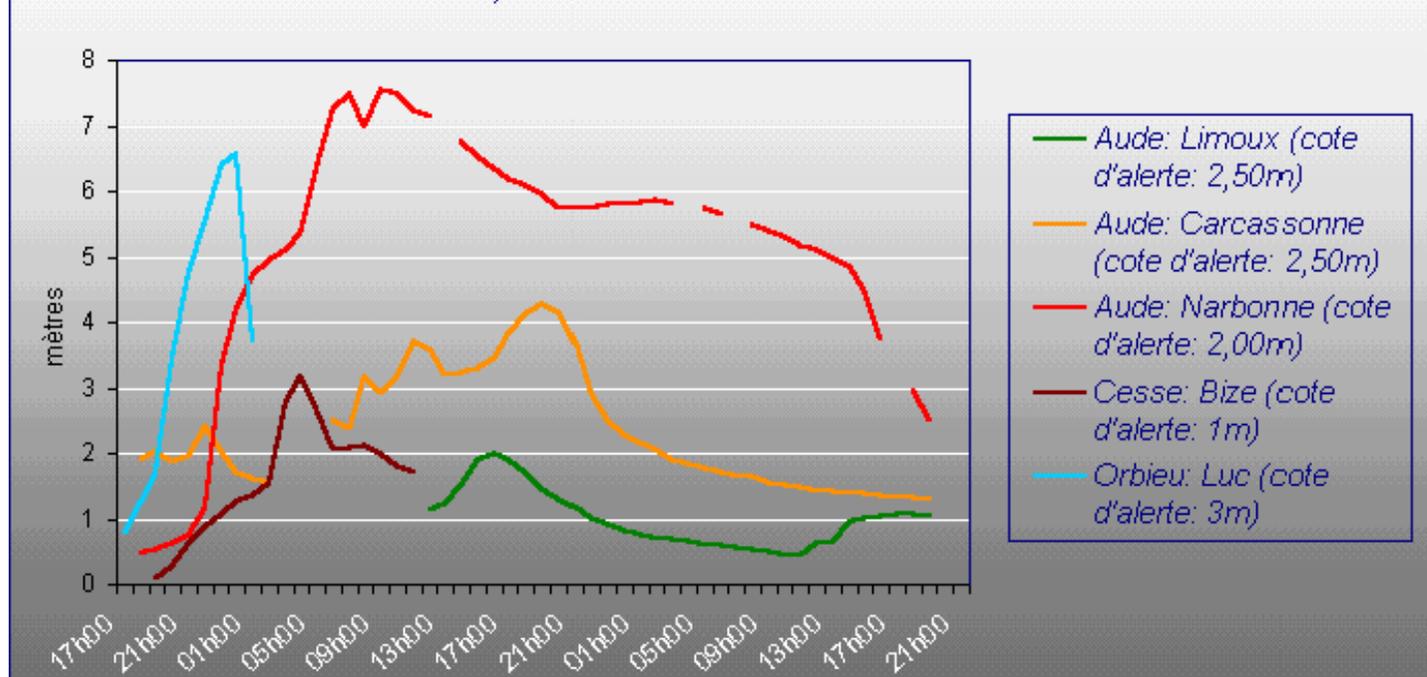
L'augmentation du niveau de l'eau s'est fait très rapidement.

De plus, le phénomène pluvieux s'est déplacé de telle sorte que les crues de L'Orbieu et de l'Aude sont arrivées au même moment à la confluence, ce qui a particulièrement aggravé le phénomène à l'aval, d'où les très fortes inondations subies par Narbonne.

Enfin, de hautes vagues en Méditerranée ont ralenti l'écoulement de l'Aude dans la mer, accentuant ainsi la montée du niveau de l'eau.



Crues de l'Aude, de la Cesse et de l'Orbieu - 12 au 14 / 11 / 1999





Ouragan Katrina août 2005

Saffir-Simpson hurricane wind scale

| Category | Wind speeds |
|-----------------------------------|---|
| Five | ≥70 m/s, ≥137 knots ≥157 mph, ≥252 km/h |
| Four | 58–70 m/s, 113–136 knots 130–156 mph, 209–251 km/h |
| Three | 50–58 m/s, 96–112 knots 111–129 mph, 178–208 km/h |
| Two | 43–49 m/s, 83–95 knots 96–110 mph, 154–177 km/h |
| One | 33–42 m/s, 64–82 knots 74–95 mph, 119–153 km/h |
| Additional classifications | |
| Tropical storm | 18–32 m/s, 35–63 knots 39–73 mph, 63–118 km/h |
| Tropical depression | <17 m/s, <34 knots <38 mph, <62 km/h |



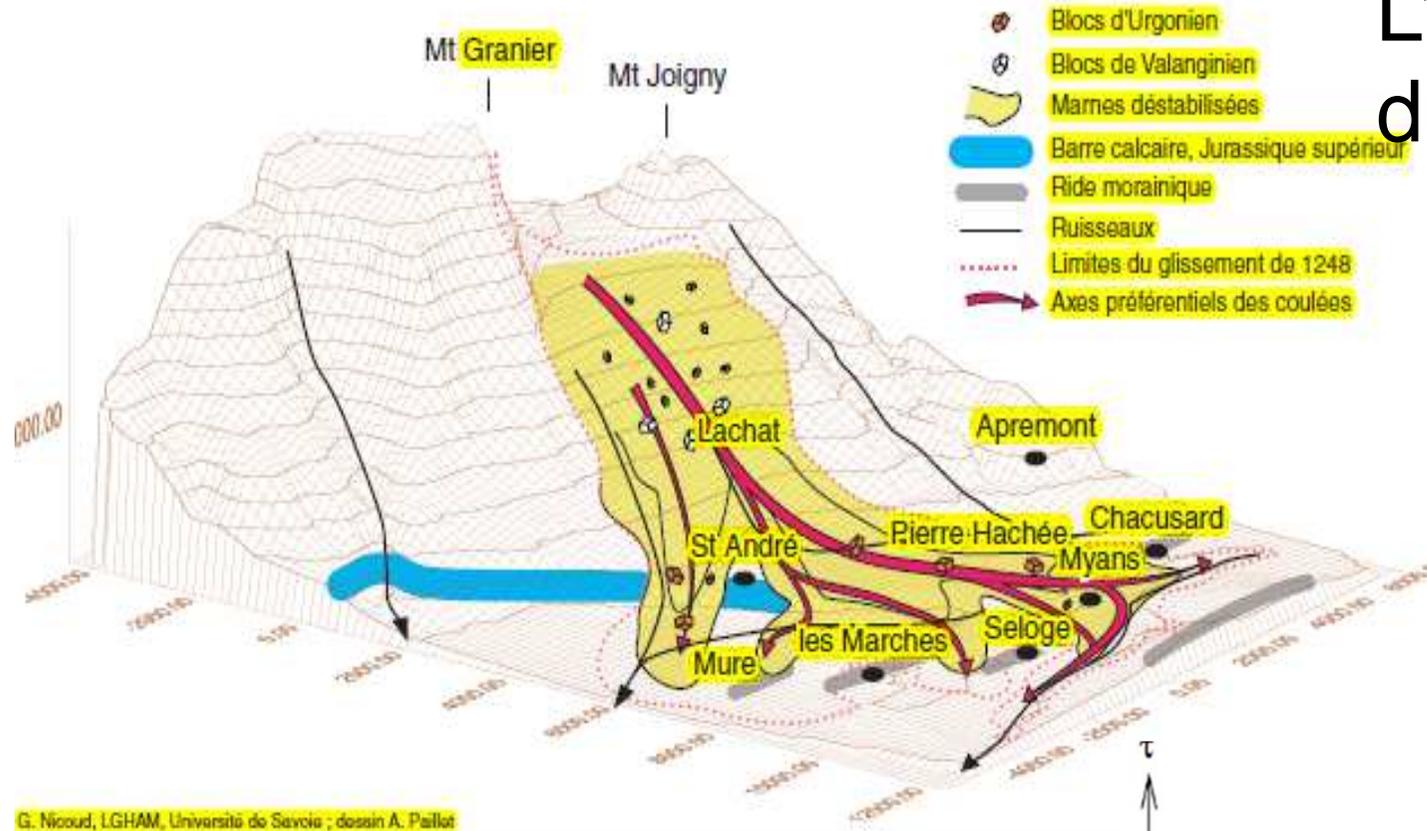
L'éboulement du Granier (24/11/1248)



celle-ci M. GIDON

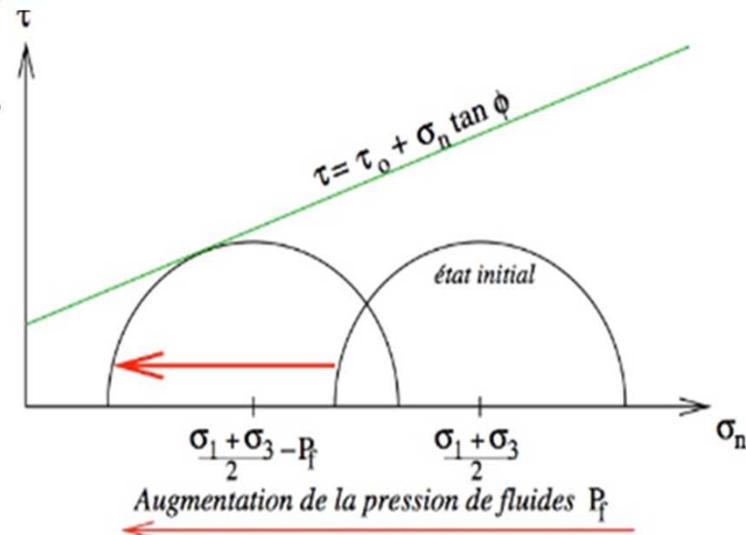
Glissement des couches marneuses et évolution en coulées boueuses

Document 1. L'éboulement du Granier

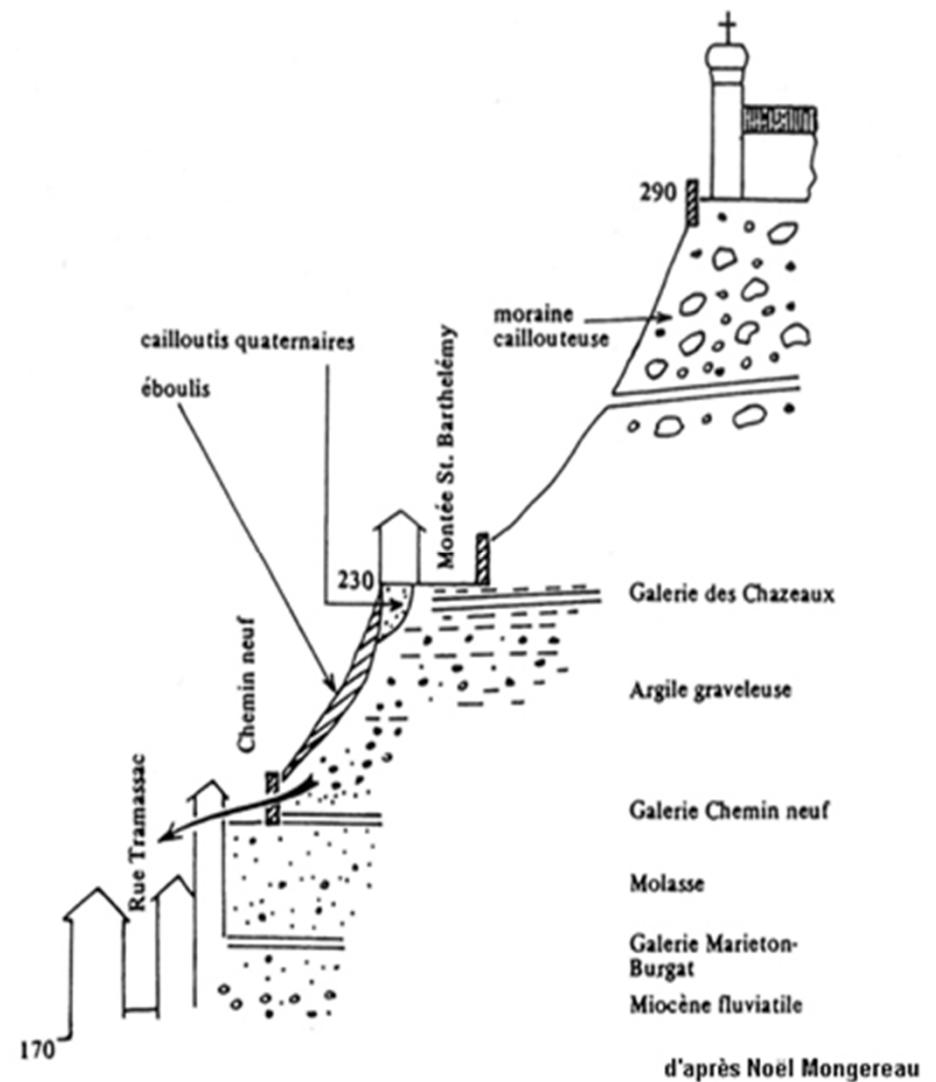


G. Nicoud, LGHAM, Université de Savoie ; dessin A. Paillot

L'augmentation de la **pression de fluides** rapproche des conditions de rupture = fracturation hydraulique

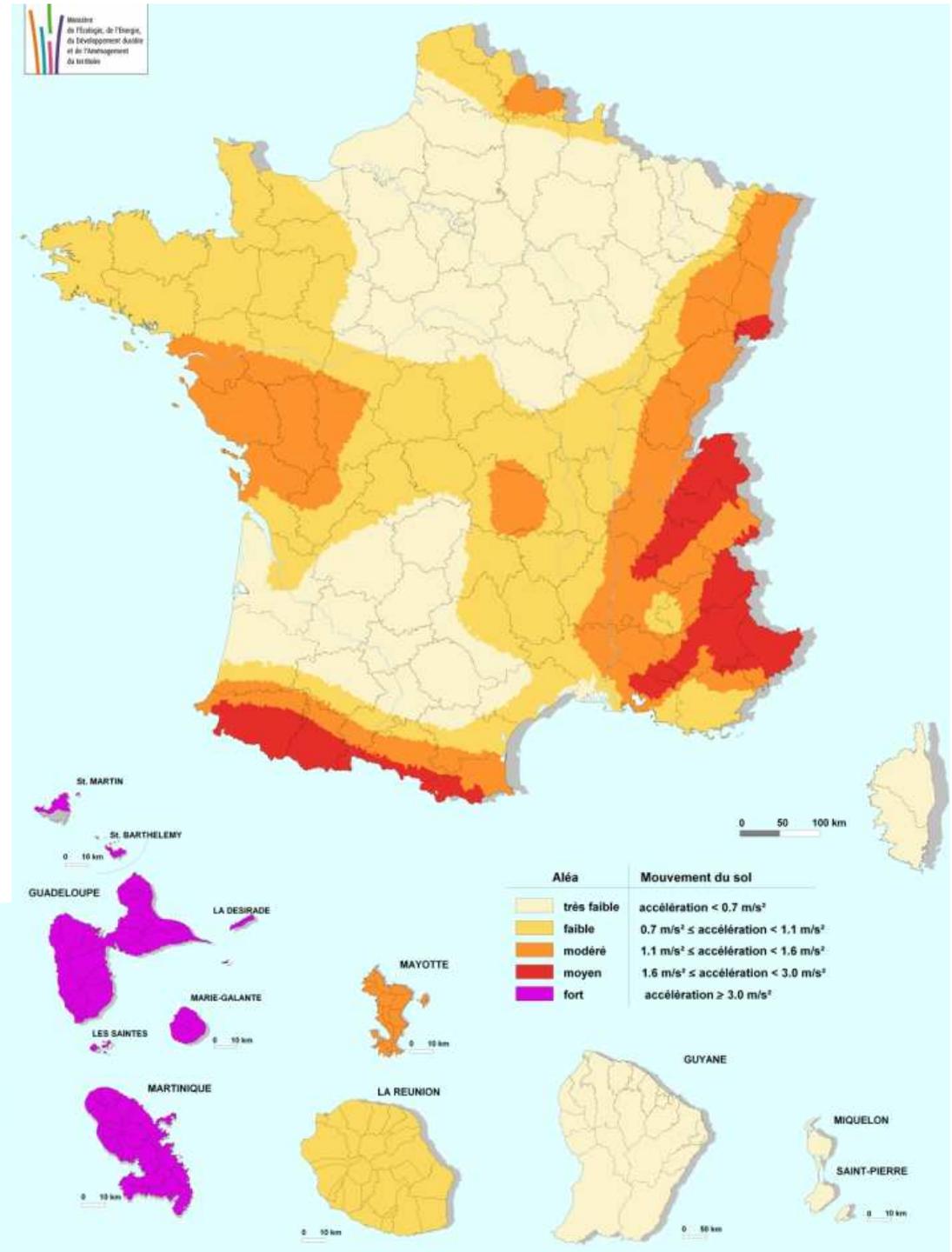


Document 2. Glissement de terrain de Fourvière : 13 novembre 1930



**Coupe schématique de la zone
de glissement de terrain de Fourvière**

L'aléa sismique de la France



| Aléa | Mouvement du sol |
|-------------|--|
| très faible | accélération < 0.7 m/s ² |
| faible | 0.7 m/s ² ≤ accélération < 1.1 m/s ² |
| modéré | 1.1 m/s ² ≤ accélération < 1.6 m/s ² |
| moyen | 1.6 m/s ² ≤ accélération < 3.0 m/s ² |
| fort | accélération ≥ 3.0 m/s ² |

Echelles de magnitude des séismes

| Magnitude | Effets engendrés |
|-----------|---|
| 9 | Destruction totale à l'épicentre, et possible sur plusieurs milliers de km |
| 8 | Dégâts majeurs à l'épicentre, et sur plusieurs centaines de km |
| 7 | Importants dégâts à l'épicentre, secousse ressentie à plusieurs centaines de km |
| 6 | Dégâts à l'épicentre dont l'ampleur dépend de la qualité des constructions |
| 5 | Tremblement fortement ressenti, dommages mineurs près de l'épicentre |
| 4 | Secousse sensible, mais pas de dégâts |
| 3 | Seuil à partir duquel la secousse devient sensible pour la plupart des gens |
| 2 | Secousse ressentie uniquement par des gens au repos |
| 1 | Secousse imperceptible |

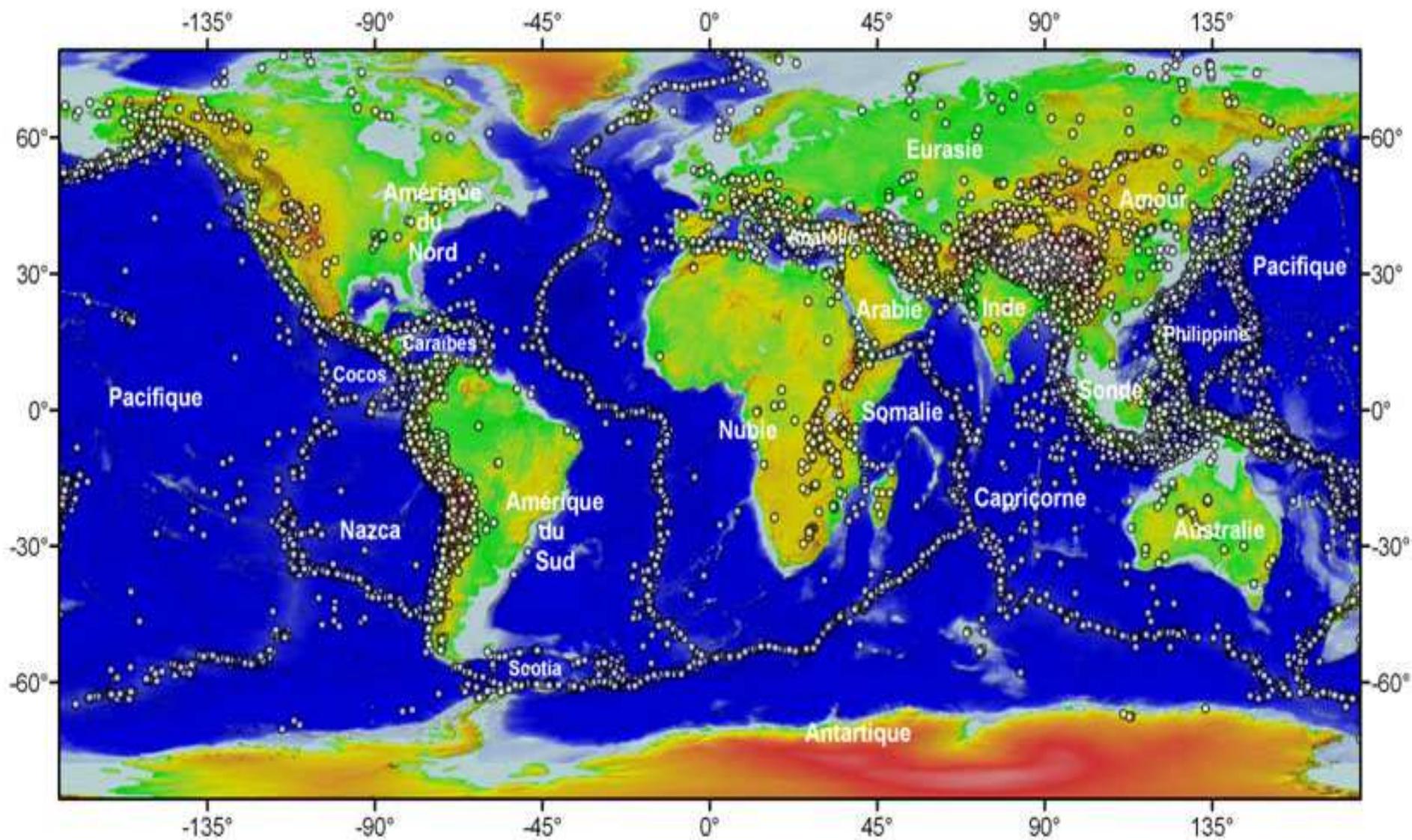
La magnitude de moment est liée à la taille de la faille rompue et à l'ampleur du glissement.

La magnitude de Richter est proportionnelle au \log_{10} de l'amplitude de l'onde sismique mesurée en mm à 100 km de l'épicentre sur un appareil de marque Wood et Anderson.

| Magnitude (Mw) | Surface de faille rompue (km ²) | Longueur de faille crustale rompue (km) | Glissement (m) |
|----------------|---|---|----------------|
| 5 | 15 | ≈ 4 | 0,05-0,1 |
| 6 | 100 | 10-12 | 0,3-0,5 |
| 7 | 750 | 40-50 | 1-2 |
| 8 | 5 000 | 200 | 10 |

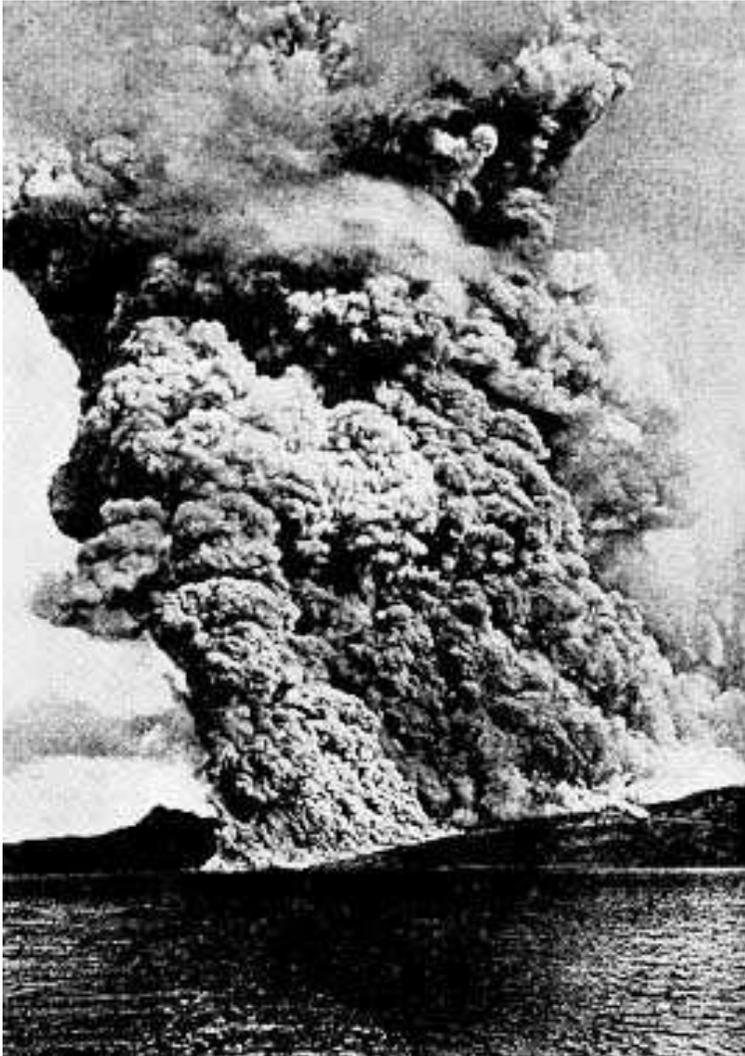
Echelle MSK d'intensité des séismes

| | |
|------|---|
| I | secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments |
| 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, chute d'objets, parfois légères fissures dans les plâtres |
| VI | légers dommages, parfois fissures dans les murs, frayeur de nombreuses personnes |
| VII | dégâts, larges lézards dans les murs de nombreuses habitations, chûtes de cheminées |
| VIII | dégâts massifs, les habitations les plus vulnérables sont détruites, presque toutes subissent des dégâts importants |
| IX | détructions de nombreuses constructions, quelquefois de bonne qualité, chute de monuments et de colonnes |
| X | détruction 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... |



Carte de répartition mondiale des séismes

Aléa volcanique

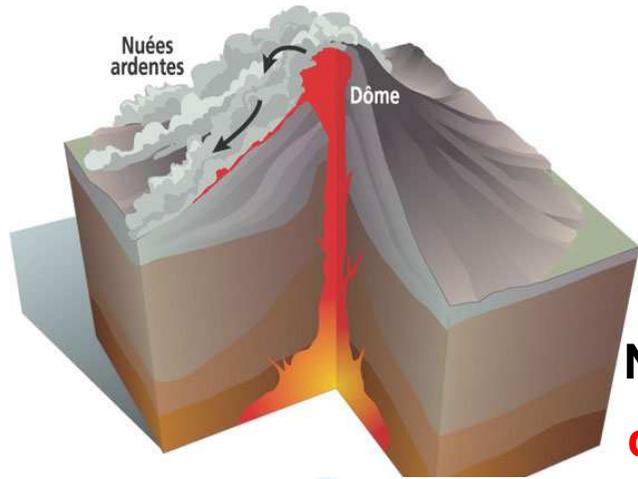


L'éruption en 1902 de la Montagne Pelée (Martinique)

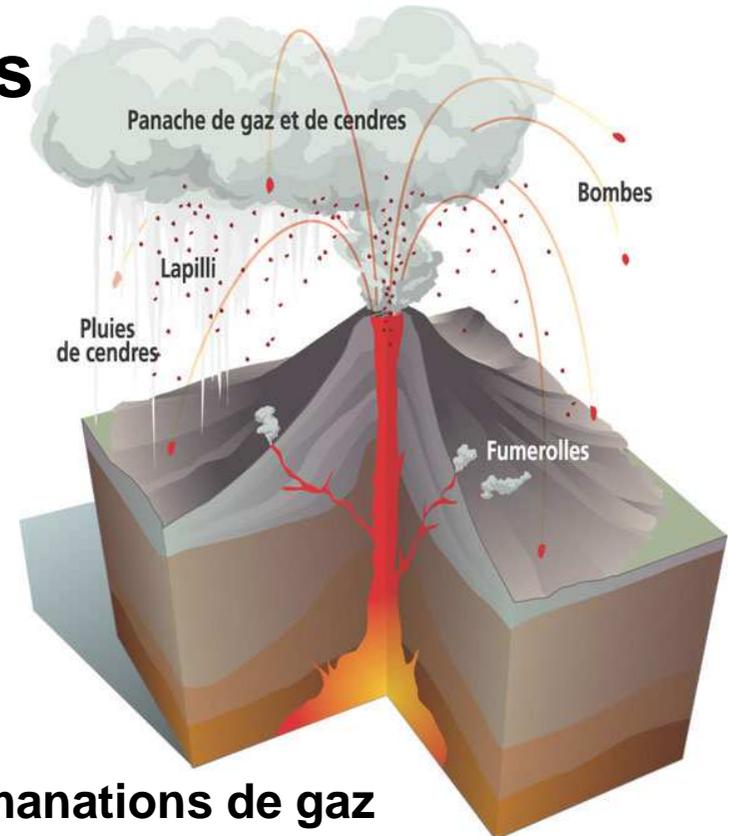
Avec 29 000 morts, c'est le premier désastre humain du 20ème siècle.

La première nuée ardente (ou coulée pyroclastique) du 8 mai détruisit entièrement la ville de Saint Pierre (ci-dessus), les suivantes dont les plus importantes ont eu lieu les 20 mai, 26 mai, 6 juin et 30 août ont accru le nombre de victimes.

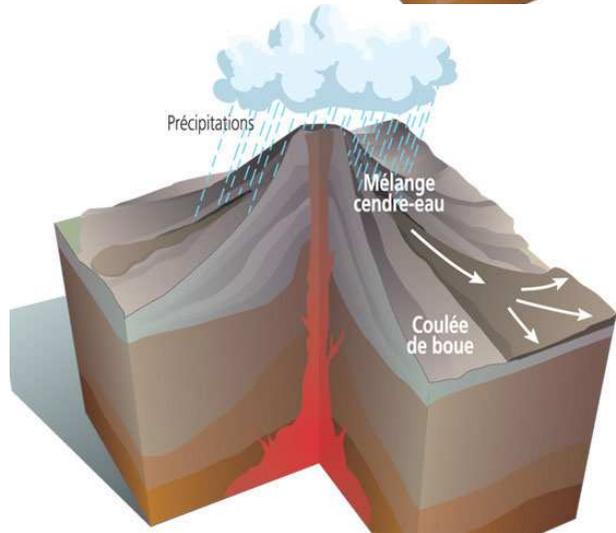
Les différents visages du volcanisme



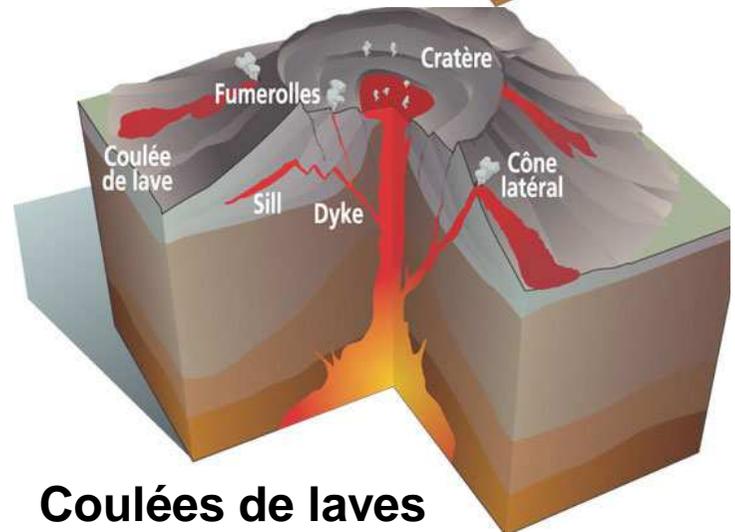
Nuées ardentes
destructeurs



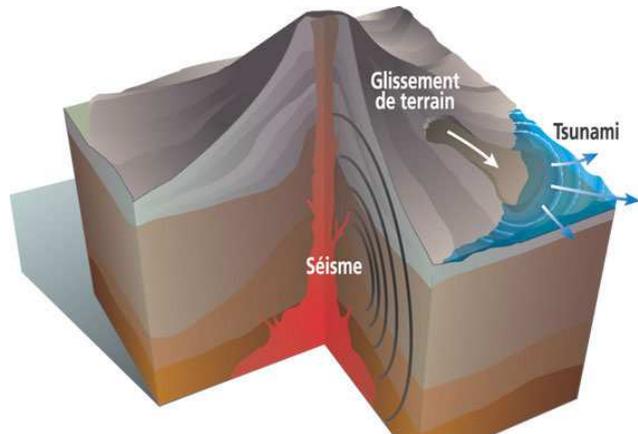
Emanations de gaz



Coulées de boue ou lahars
destructeurs



Coulées de laves



Glissement de terrains à l'origine de tsunamis
destructeurs

Document 3.

Le risque volcanique dans le monde et en France

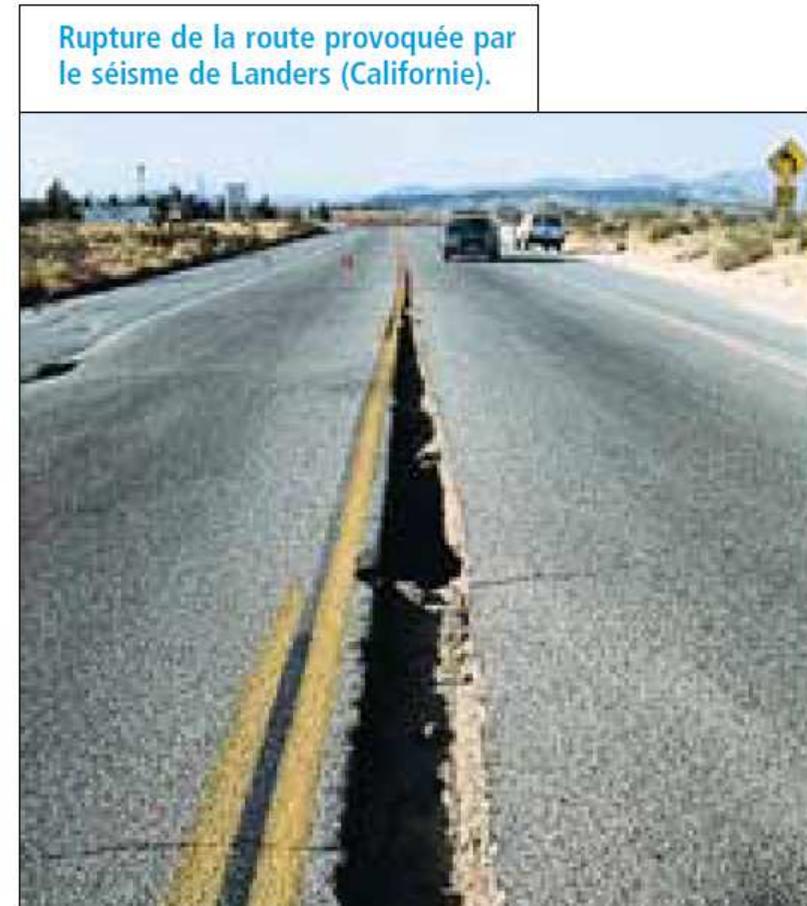
Quelques-unes des grandes éruptions connues sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

| Date | Volcan | Localisation | Volcanisme | Dégâts et victimes |
|-------------|-----------------|-----------------------|---|--|
| 79 | Vésuve | Italie | Pluie de cendres, lahar, coulées pyroclastiques | 2 000 victimes ; destruction de Pompéi et Herculanium. |
| 1902 | Montagne Pelée | France (Martinique) | Nuées ardentes | 29 000 morts ; destruction de Saint-Pierre et de Morne-Rouge. |
| 1980 | Saint-Helens | États-Unis | Coulées pyroclastiques, glissement de terrain | 60 victimes ; 230 km ² de terrains dévastés autour du volcan. |
| 1985 | Nevado del Ruiz | Colombie | Lahar | 22 000 victimes, principalement dans la ville d'Armero ; l'éruption a causé la fonte de la neige qui recouvrait le sommet du volcan. |
| Depuis 1995 | Soufrière | Montserrat (Antilles) | Nuées ardentes | Les deux tiers de l'île ont déjà été évacués ; la capitale Plymouth a été complètement détruite. |

Séisme de Landers, Californie, 1992 (magnitude 7,3)

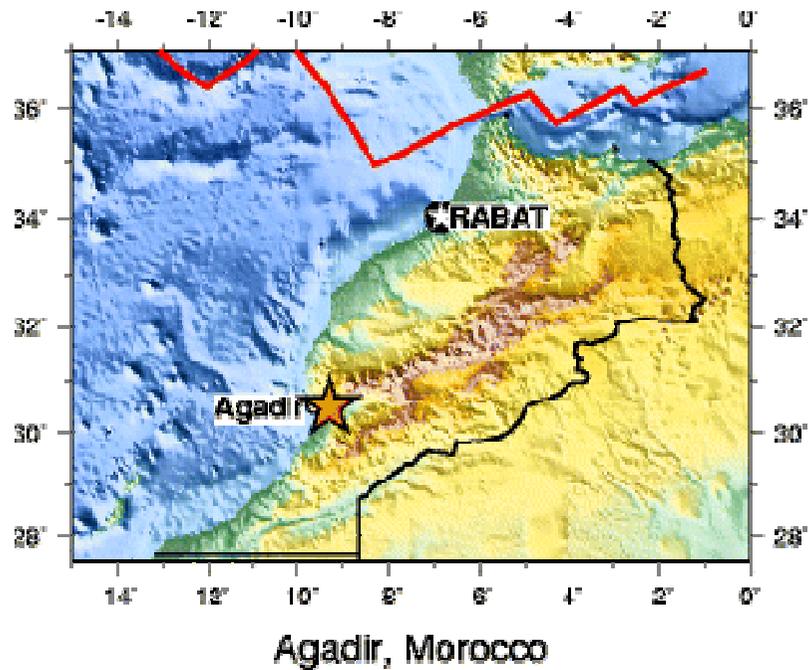


Landers and Big Bear, California



Séisme d'Agadir, Maroc, 1960

(magnitude 5,9)

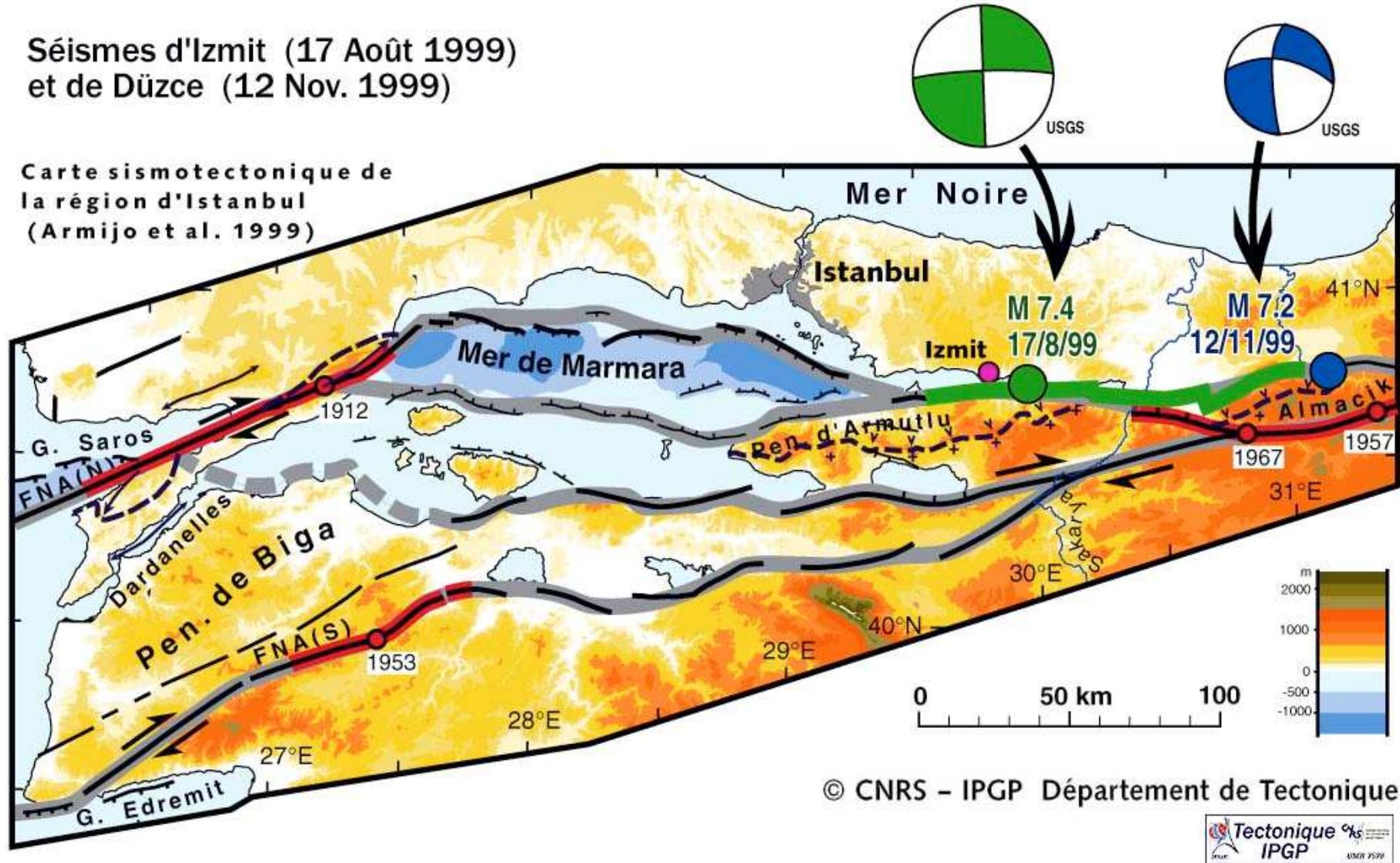


http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/events/1960_02_29.php

Le séisme d'Izmit, 17 août 1999

Séismes d'Izmit (17 Août 1999)
et de Düzce (12 Nov. 1999)

Carte sismotectonique de
la région d'Istanbul
(Armijo et al. 1999)

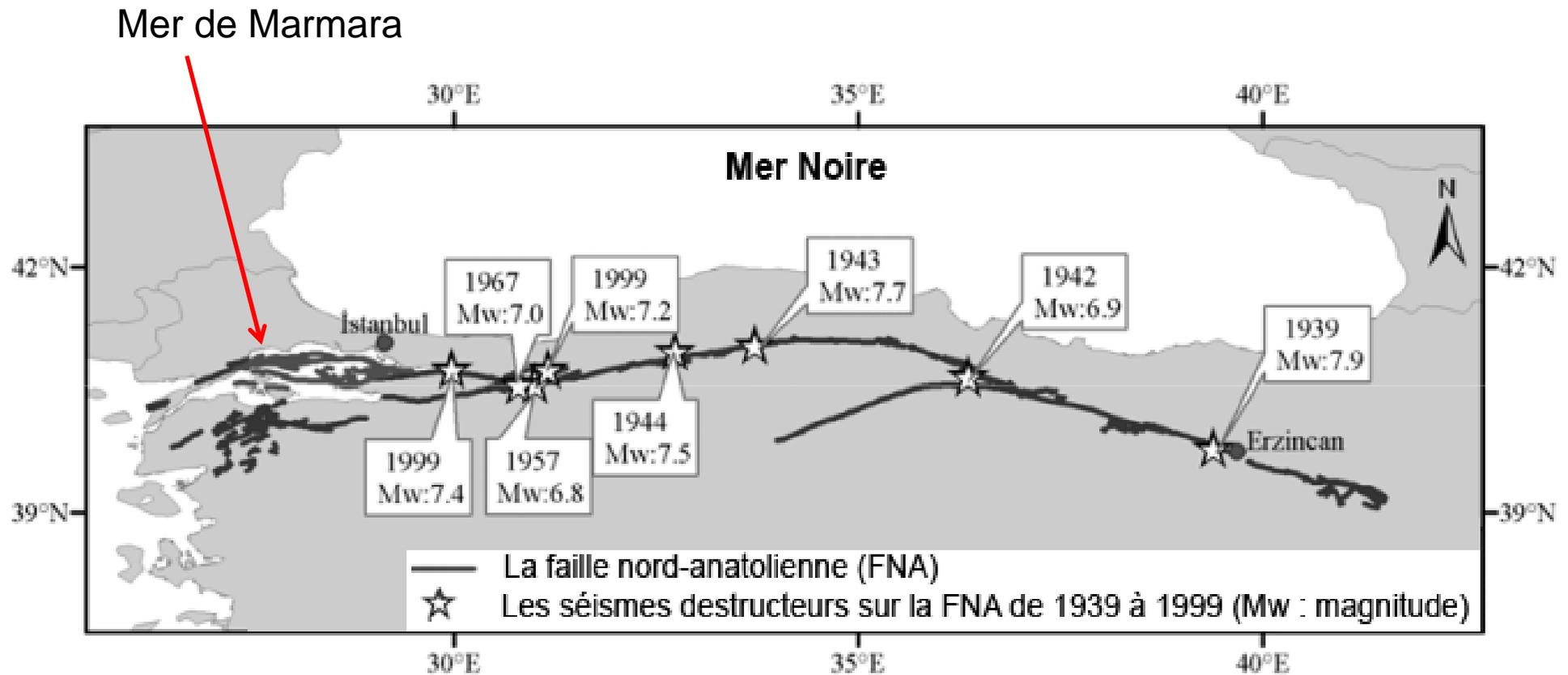


Dégâts du séisme d'Izmit, août 1999



On voit très nettement la rupture (traits et pointillés blancs) qui a cisailé les immeubles. Son rejet (de l'ordre de 2 m ici) apparaît clairement par le décrochement du mur d'enceinte et son sens de déplacement (dextre) est compatible avec celui de la faille nord-anatolienne.

Document 4. Les séismes destructeurs le long de la faille nord-anatolienne (FNA) entre Erzurum et Istanbul, de 1939 à 1999.



Source : *The Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 35, N°1A, janvier 2010

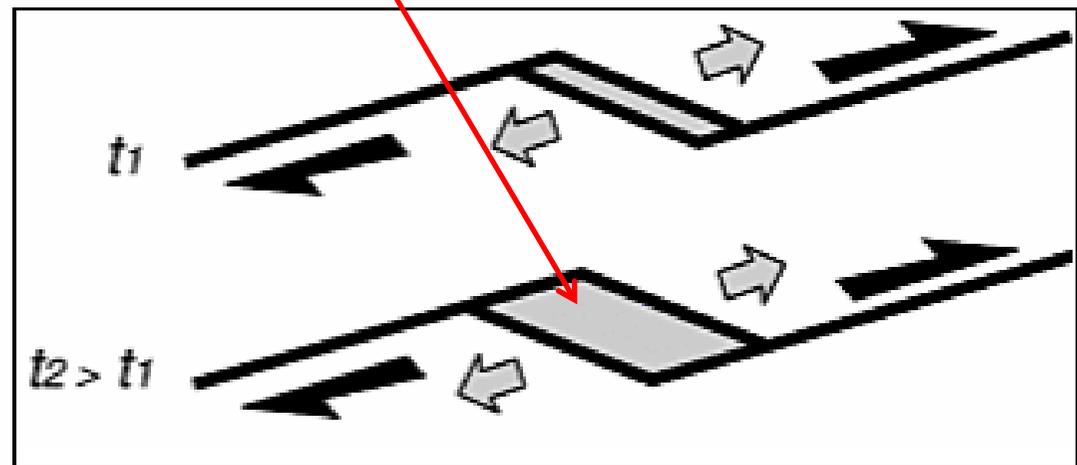
Document 5. Branche nord de la FNA et bassin relais (en pull-apart) de la mer de Marmara.



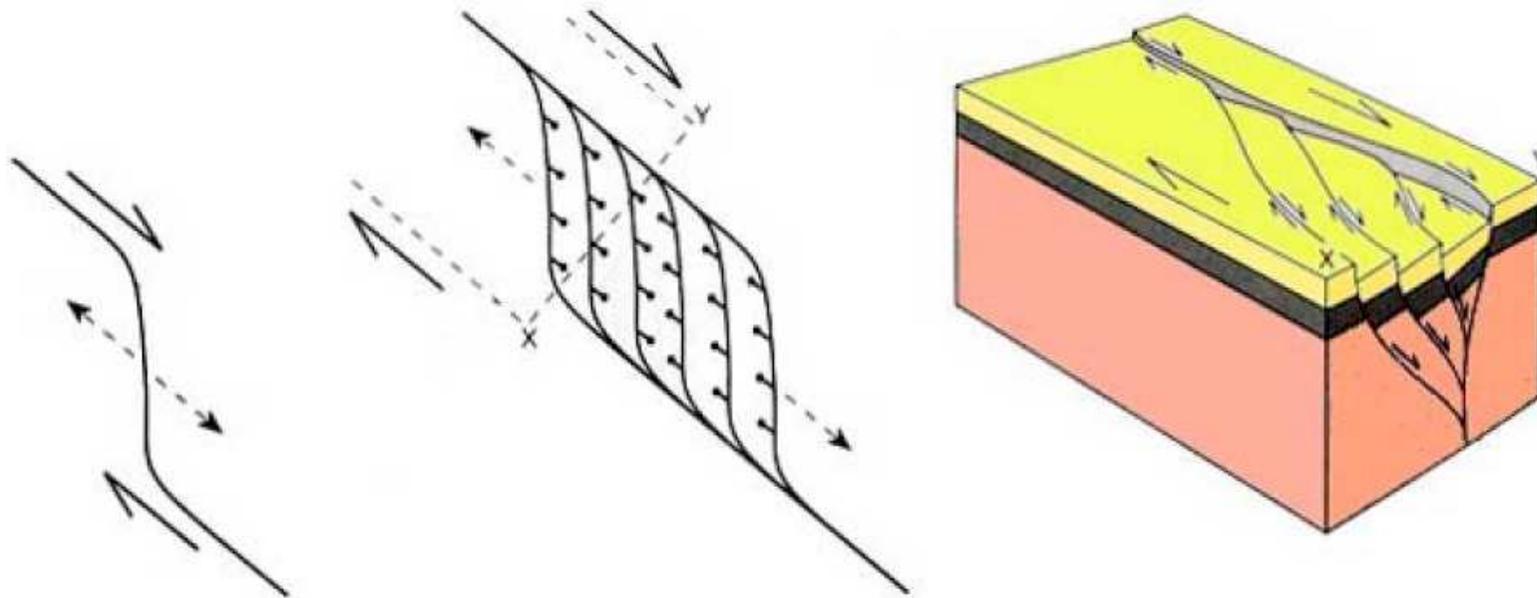
- Epicentres et magnitudes
- ▬ Tronçons ayant joué

Bloc subsident

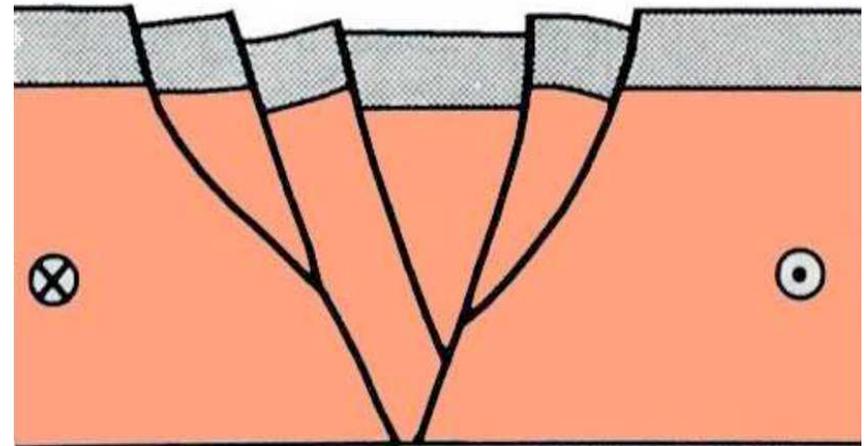
Ouverture progressive du relais de la mer de Marmara associé au mouvement dextre sur la branche nord de la faille nord-anatolienne (FNA)



Bassin en pull-apart : mode de formation et structures associées



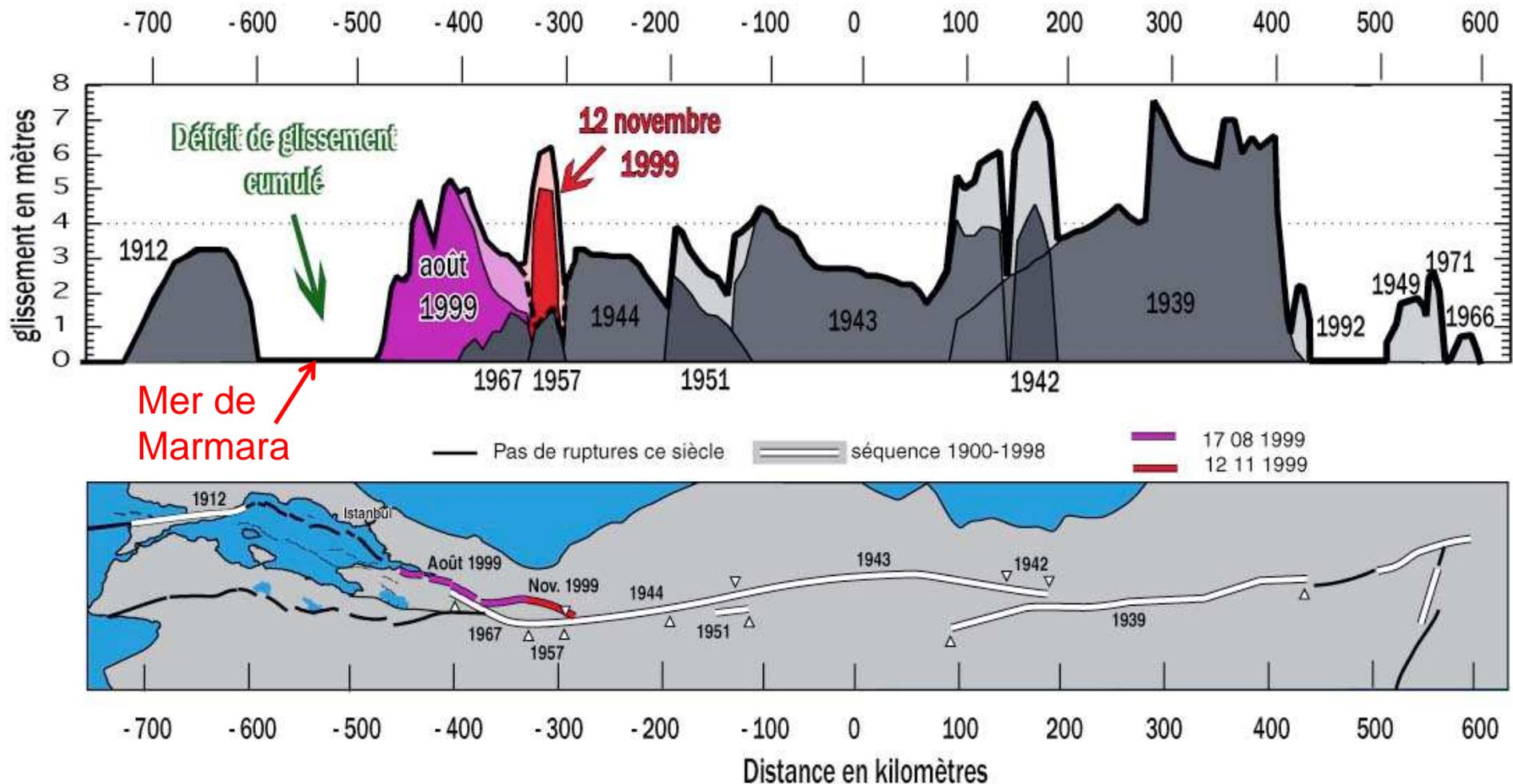
Structure en coupe

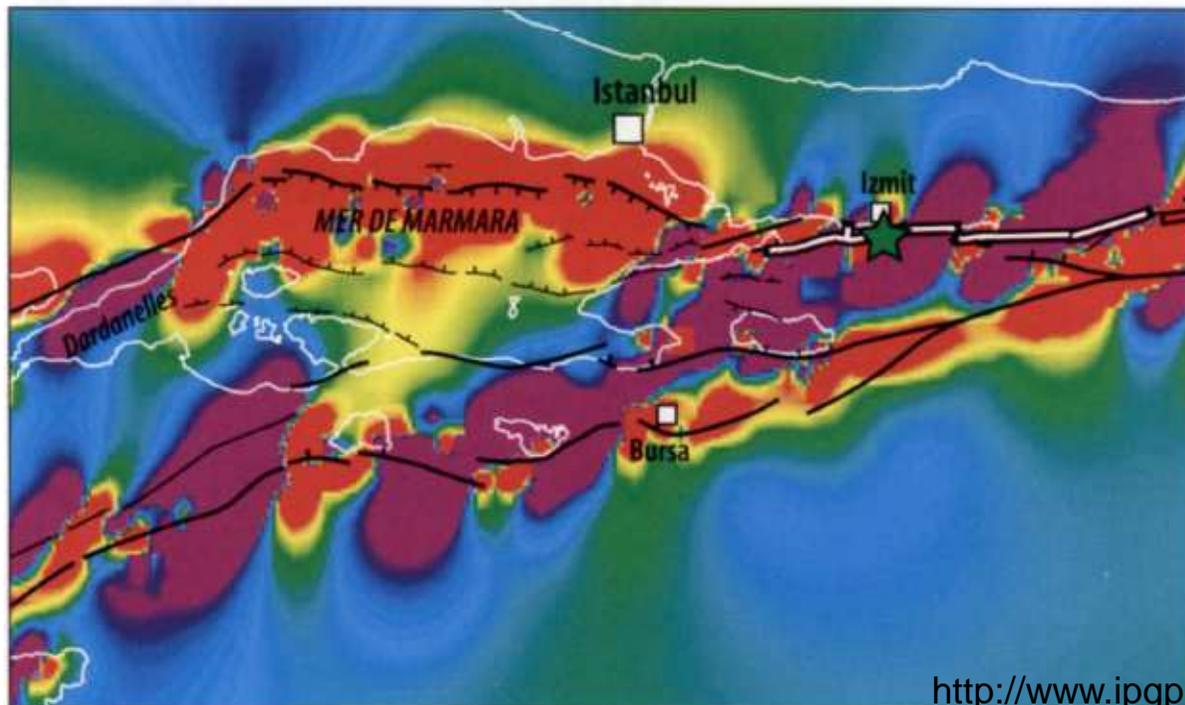
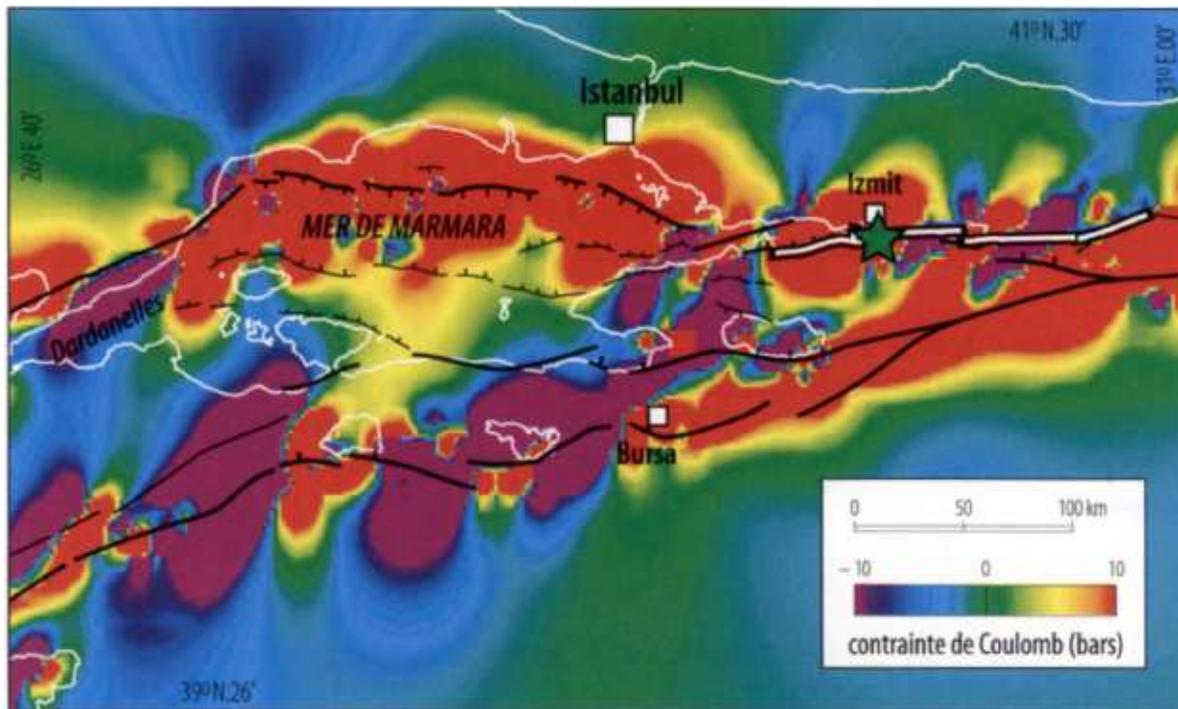


Document 6. Déplacement associé aux différents grands séismes du XXe siècle, en fonction de leur position le long de la FNA

© CNRS – IPGP Département de Tectonique

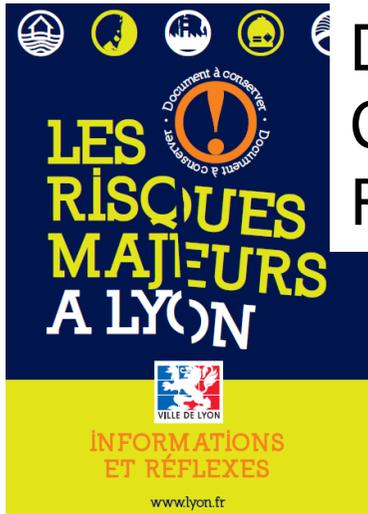
Modifié d'après Stein et al., 1996 et Armijo et al., 1999.





Charge tectonique et contrainte de Coulomb dans la région de la mer de Marmara.

La figure du haut représente la situation juste avant les séismes de 1999. La rupture d'Izmit (trait blanc ; étoile verte pour l'épicentre) se produit dans l'une des zones où la contrainte est élevée (en rouge). La figure du bas incorpore l'effet du séisme d'août. La contrainte diminue près de la rupture (en mauve), mais augmente aux extrémités. Celle qui est située à l'Est a rompu le 12 novembre. La zone avec une charge importante au Sud d'Istanbul est identifiée comme dangereuse.



Document d'Information Communale sur les Risques Majeurs

La ville de Lyon est
exposée à
5 risques majeurs :

-  **INONDATIONS**
-  **MOUVEMENT DE TERRAIN**
-  **RISQUE INDUSTRIEL**
-  **TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES**
-  **RUPTURE DE BARRAGE**



..... Actions de la Ville

En cas d'alerte inondation déclenchée par la procédure de "Vigilance" mise en place par l'Etat, la Ville suit l'évolution des niveaux de l'eau. Si nécessaire, elle met en œuvre les mesures prévues dans le Plan de Sauvegarde.

..... Localisation

La Saône
Ses crues sont caractérisées par des montées lentes du niveau d'eau. Les bas ports, parkings, périmètres d'habitation ou recevoirs du public 9^{ème} arrondissement peuvent être inondés.

Le Rhône
Ses crues sont caractérisées par des montées soudaines du niveau. Les bas ports, parkings, périmètres d'habitation ou recevoirs du public 9^{ème} arrondissement peuvent être inondés.

Les crues marquantes à Lyon :
1955 : crue de la Saône (6,50 m au pont La Feuillée)
Mars 2003 : crue de la Saône (5,56 m au pont La Feuillée)

..... Et moi, je fais quoi ?

-  Écoutez la radio fréquente les chaînes de radio locales
-  Ne déplacez pas les panneaux de signalisation
-  Ne déplacez pas les panneaux de signalisation
-  Ne déplacez pas les panneaux de signalisation
-  Laissez vos déplacements pour ne pas gêner les secours
-  N'allez pas chercher vos enfants à l'école, les professeurs s'en chargeront
-  Laissez vos déplacements pour ne pas gêner les secours
-  N'allez pas chercher vos enfants à l'école, les professeurs s'en chargeront



..... Actions de la Ville

Depuis 1930, la Ville a mis en œuvre une politique de gestion du risque "mouvement de terrain" et créé une commission d'experts, la Commission des balmes.* Plus récemment, elle a défini des zones à risques géotechniques et précisé les missions de la commission.

Elle donne un avis sur les nouvelles constructions, les mouvements de terrain, les cavités ou anomalies pouvant survenir sur les balmes.

De nombreuses visites préventives sont régulièrement effectuées sur le terrain.

*On désigne par "balmes", tout terrain escarpé, pente ou talus. Ces balmes ont été affectés de glissements et d'abandons naturels.

..... Localisation

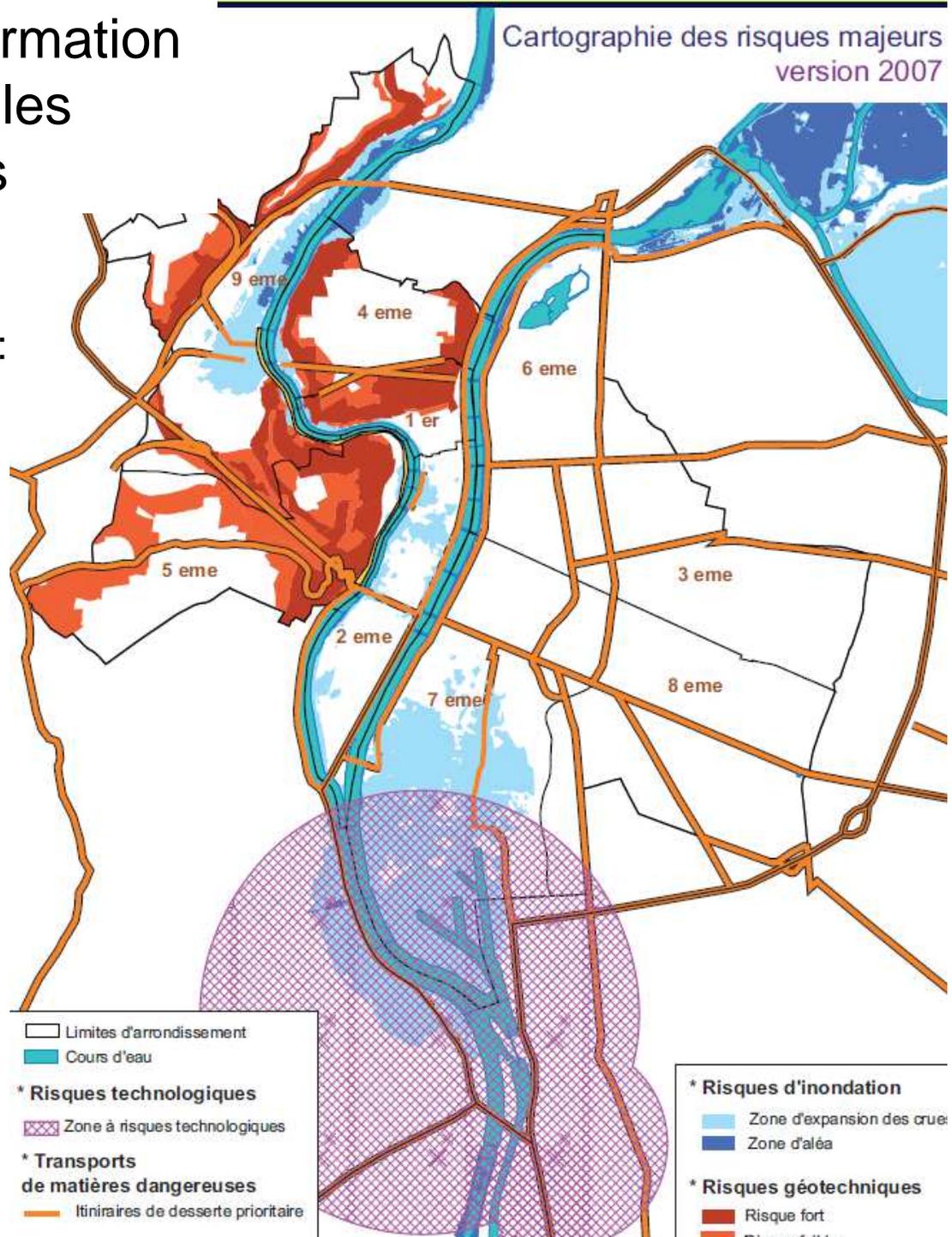
Les secteurs concernés par ce risque sont tout ou partie des 1^{er}, 4^{ème}, 5^{ème} et 9^{ème} arrondissements.

11 novembre 1930 : catastrophe de Fourvière
8 mars 1932 : glissement de la Croix-Rouge à Culture
31 juillet 1977 : effondrement d'un immeuble cours d'Herbouville

..... Et moi, je fais quoi ?

-  Écoutez la radio fréquente les chaînes de radio locales
-  Ne déplacez pas les panneaux de signalisation
-  Ne déplacez pas les panneaux de signalisation
-  Ne déplacez pas les panneaux de signalisation
-  Laissez vos déplacements pour ne pas gêner les secours
-  N'allez pas chercher vos enfants à l'école, les professeurs s'en chargeront
-  Laissez vos déplacements pour ne pas gêner les secours
-  N'allez pas chercher vos enfants à l'école, les professeurs s'en chargeront

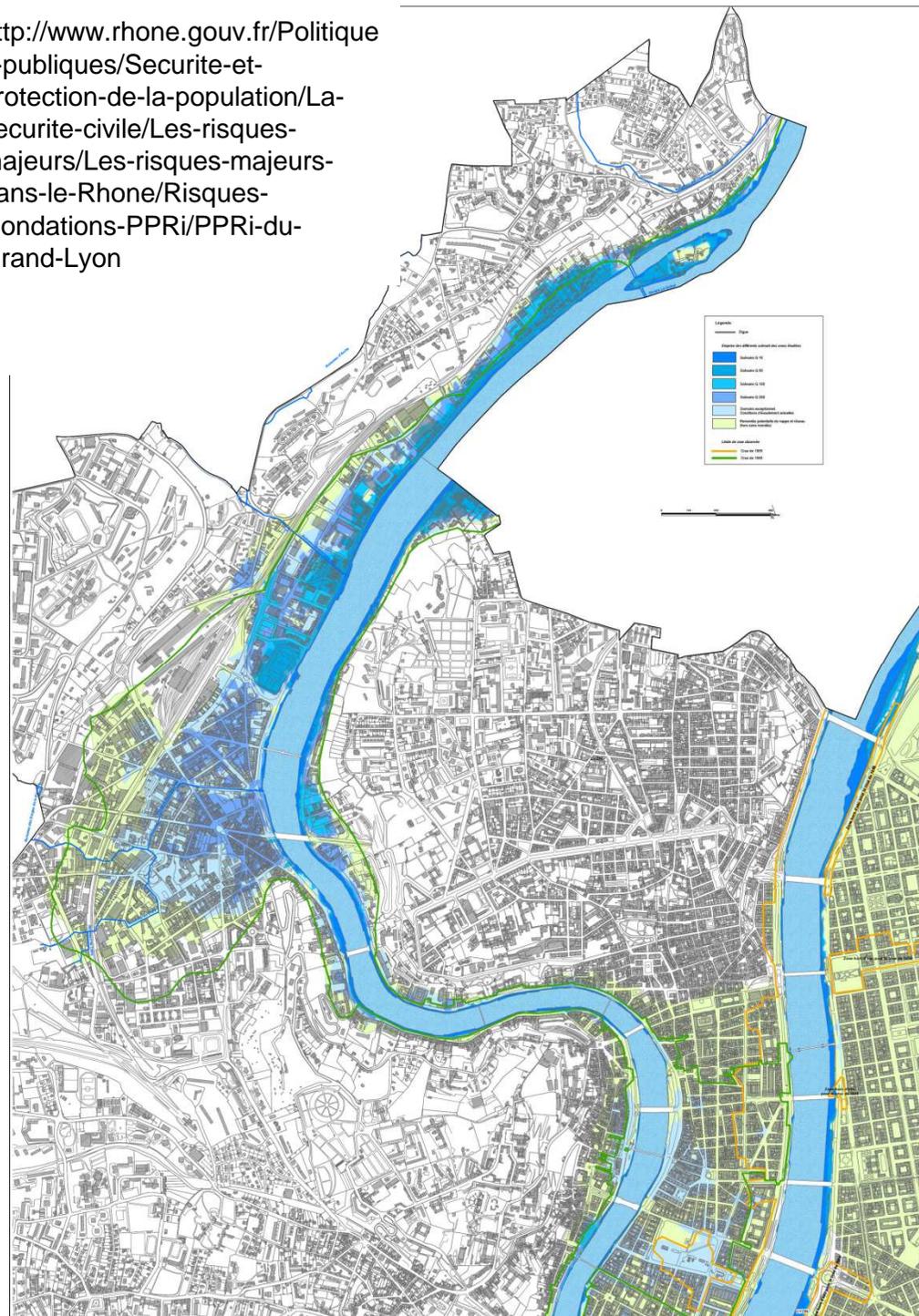
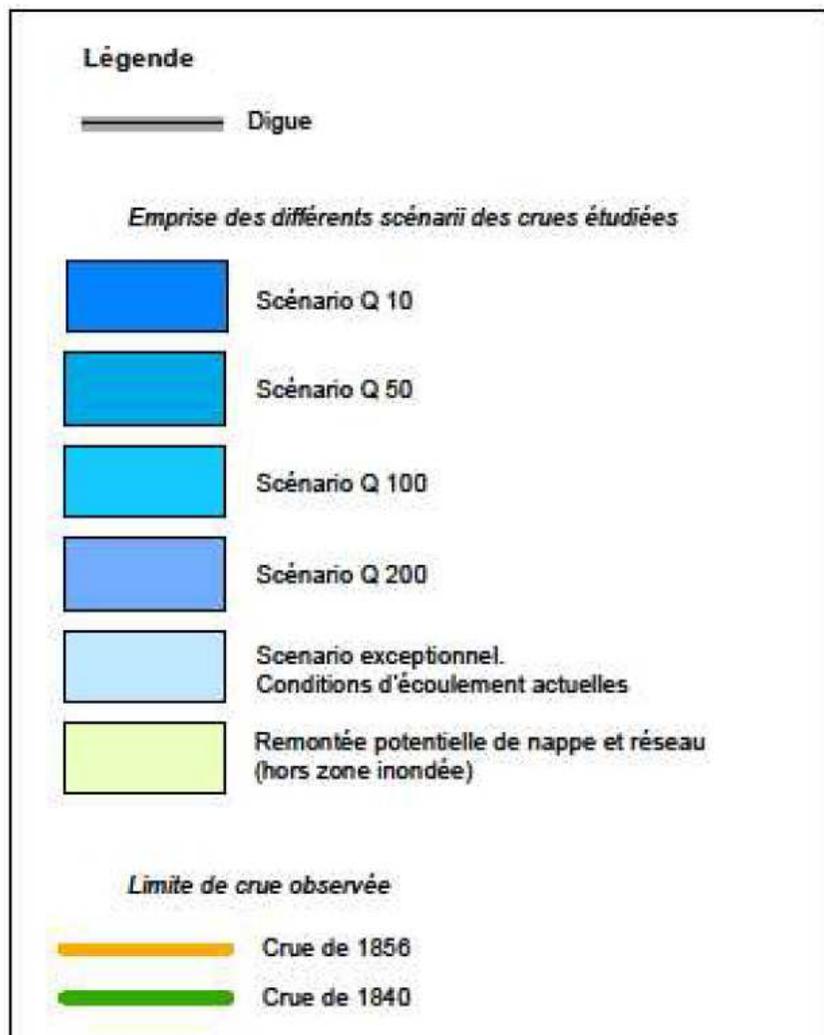
Cartographie des risques majeurs
version 2007



<http://macommune.prim.net/dicrim/uploads/69123-lyon-111.pdf>

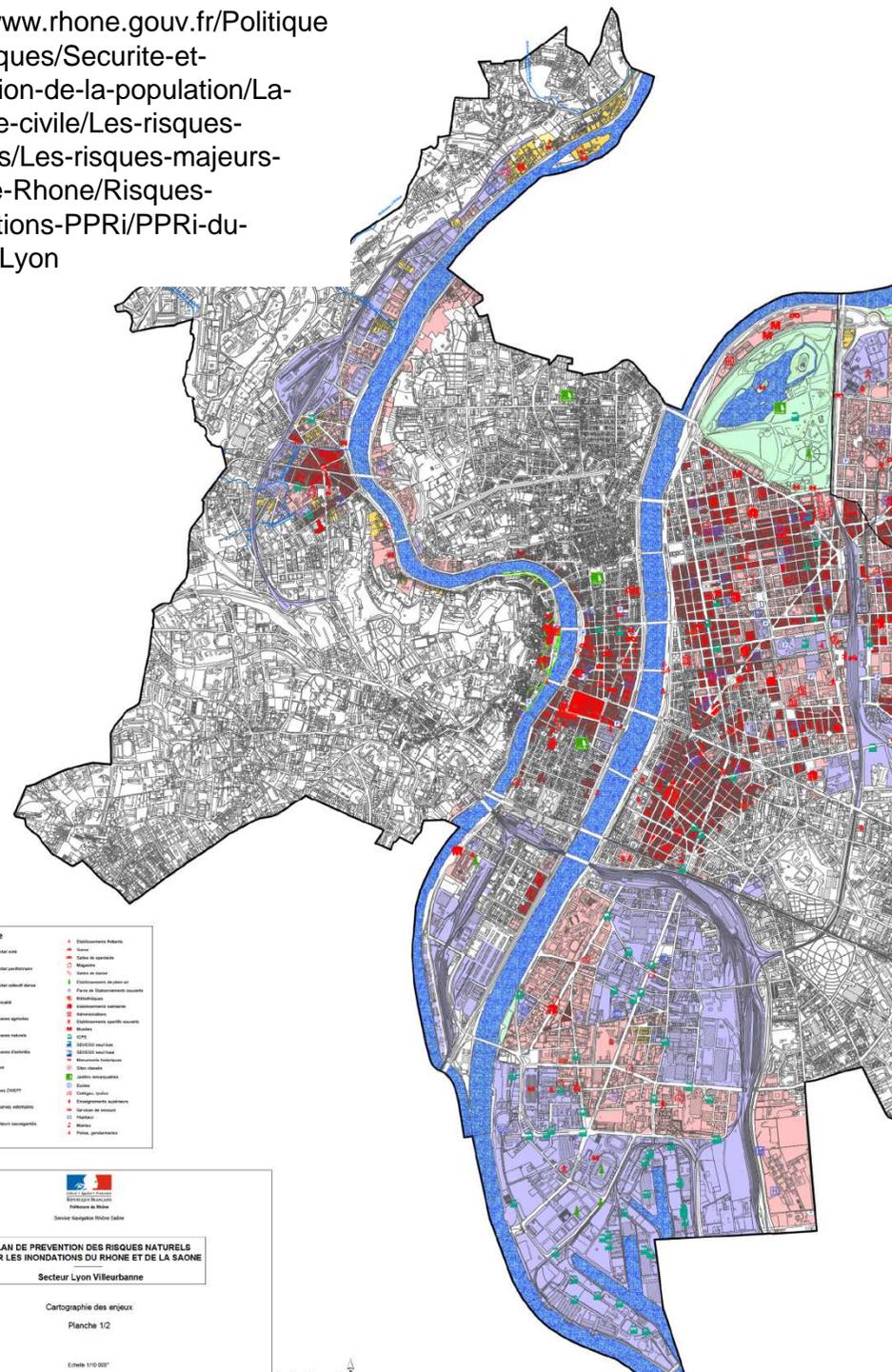
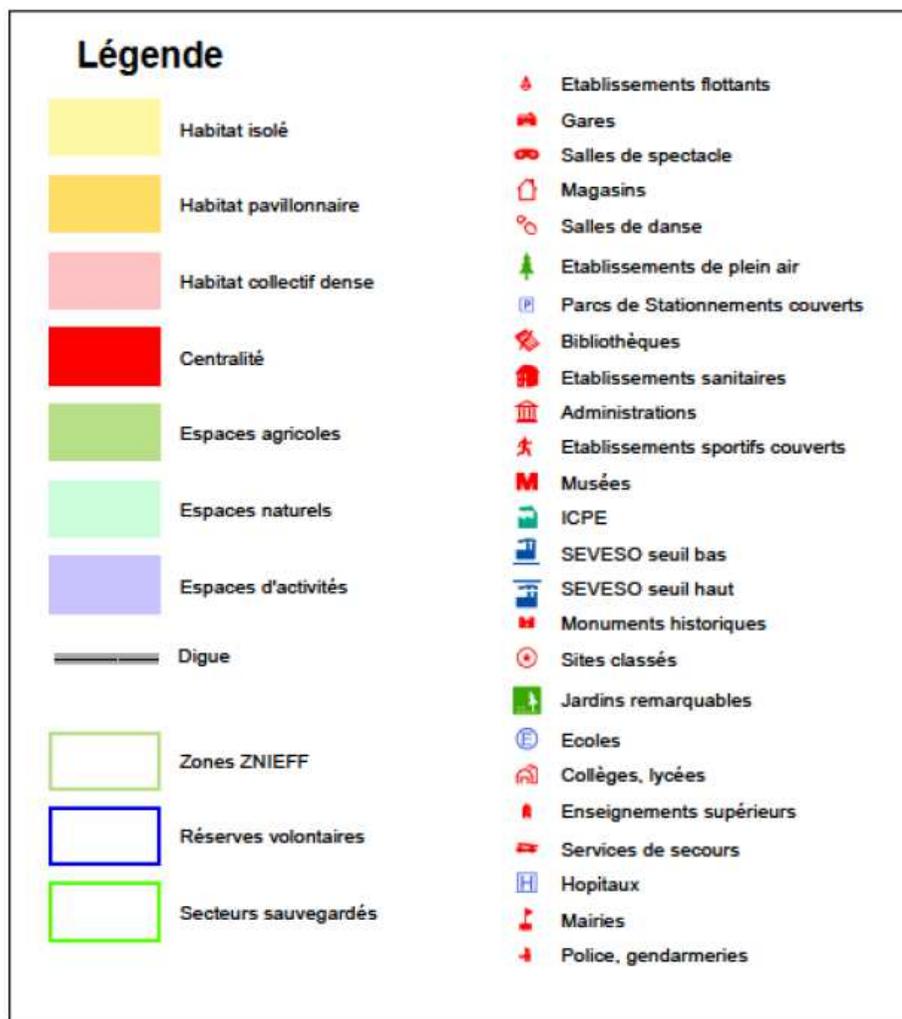
PPRN pour les inondations du Rhône et de la Saône : cartographie des aléas

<http://www.rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Risques-inondations-PPRi/PPRi-du-Grand-Lyon>



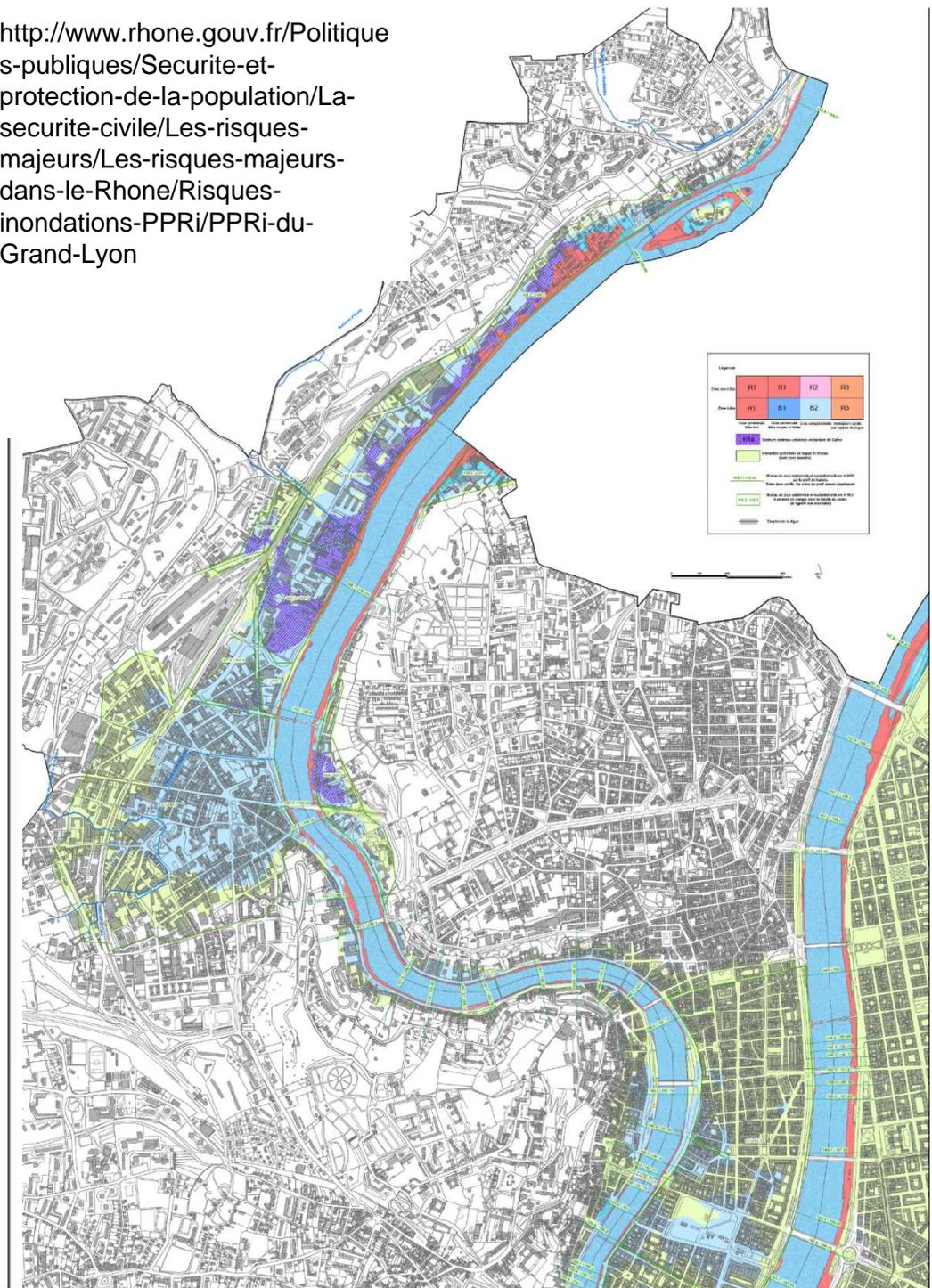
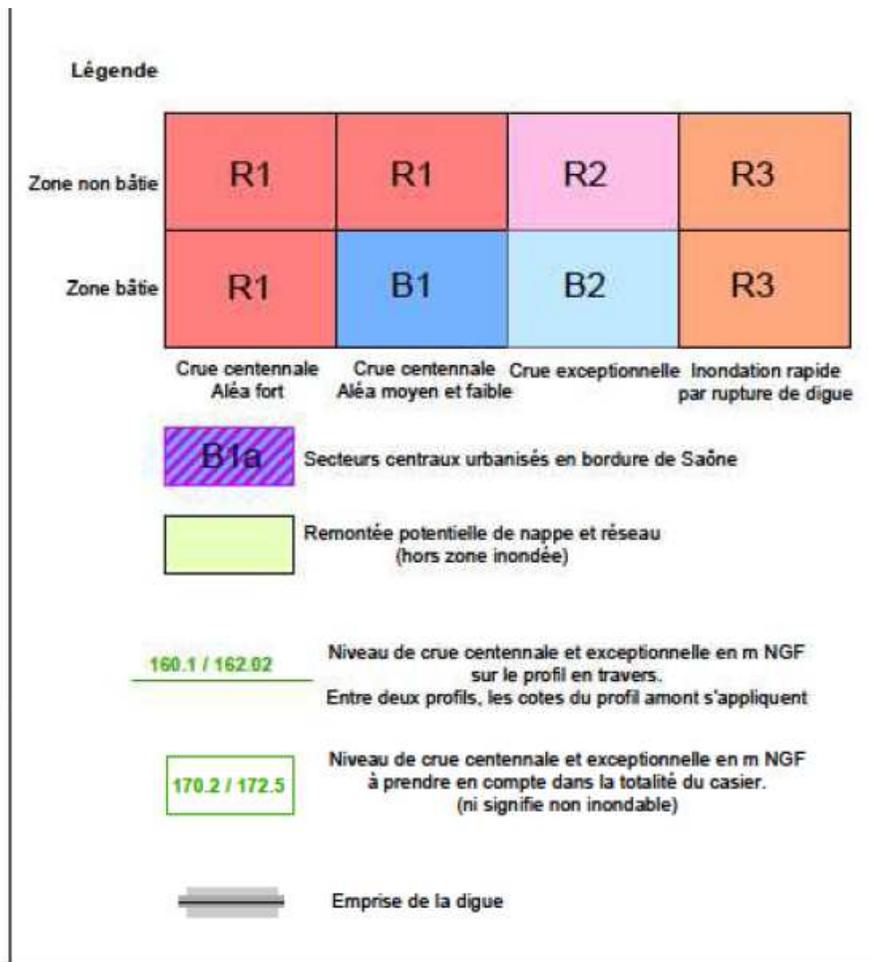
PPRN pour les inondations du Rhône et de la Saône : cartographie des enjeux

<http://www.rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Risques-inondations-PPRI/PPRI-du-Grand-Lyon>



PPRN pour les inondations du Rhône et de la Saône : cartographie du zonage réglementaire du risque

<http://www.rhone.gouv.fr/Politique-s-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Risques-inondations-PPRi/PPRi-du-Grand-Lyon>



Carte de vigilance météorologique du 16/02/2014

Site
Météo-France

Actualiser la page ■ Carte noir et blanc ■ Imprimer ■ Version accessible ■ Droits ■

Qu'est-ce que la vigilance ? Dangers météorologiques Conséquences et conseils

Vigilance météorologique

La carte est actualisée au moins 2 fois par jour, à 6h et 16h.

- Une vigilance absolue s'impose** des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus...
- Soyez très vigilant**, des phénomènes dangereux sont prévus ...
- Soyez attentif** si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique ...
- Pas de vigilance particulière.**

| | |
|--|---|
|  Vent violent |  Neige-verglas |
|  Pluie-inondation |  Inondation |
|  Orages |  Vagues-submersion |
|  Grand Froid |  Avalanches |

 Les vigilances **pluie-inondation** et **inondation** sont élaborées avec le réseau de prévision des crues du **Ministère du Développement durable**



Vigilance "crues"

3 départements en Orange.

 **METEO FRANCE**
Toujours un temps d'avance

Diffusion : le dimanche 16 février 2014 à 16h00
Validité : jusqu'au lundi 17 février 2014 à 16h00

Consultez le [bulletin national](#)

Crues hivernales importantes sur la Vilaine aval et l'Oust.

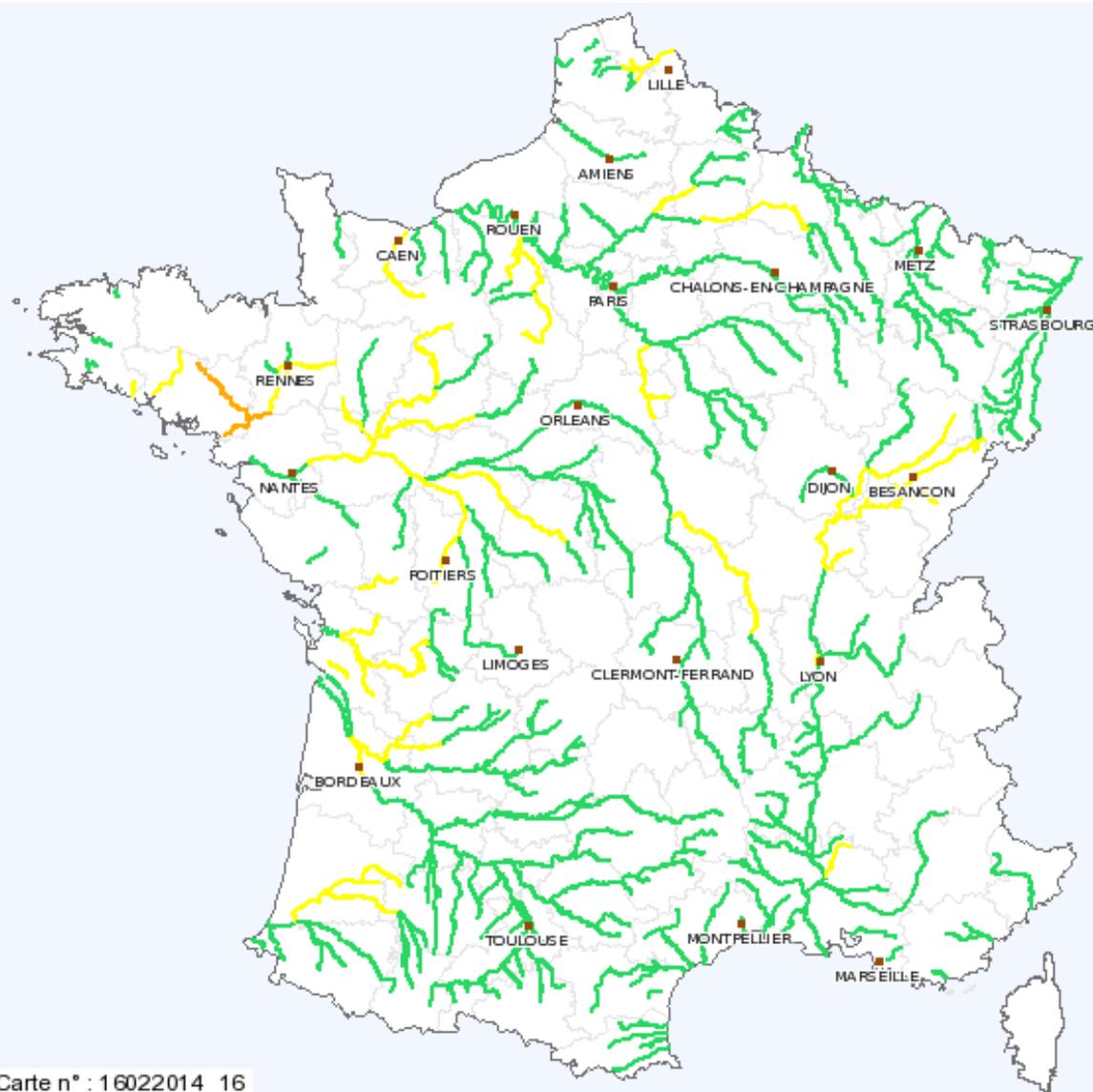
Cliquez sur la carte pour lire les **bulletins régionaux**

Conseils des pouvoirs publics :

Crues/Orange – Renseignez-vous avant d'entreprendre vos déplacements et soyez très prudents. Respectez, en particulier, les déviations mises en place. – Ne vous engagez en aucun cas, à pied ou en voiture, sur une voie immergée. – Dans les zones habituellement inondables, mettez en sécurité vos biens susceptibles d'être endommagés et surveillez la montée des eaux.

Carte de vigilance « crues » du 16/02/2014

Actualisation le dimanche 16 février 2014 à 15h50
Prochaine édition le lundi 17 février 2014 à 10h00



Carte n° : 16022014_16

Etat maximum de la vigilance "crues" :



- Rouge** : Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens.
- Orange** : Risque de crue génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes.
- Jaune** : Risque de crue ou de montée rapide des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées.
- Vert** : Pas de vigilance particulière requise.

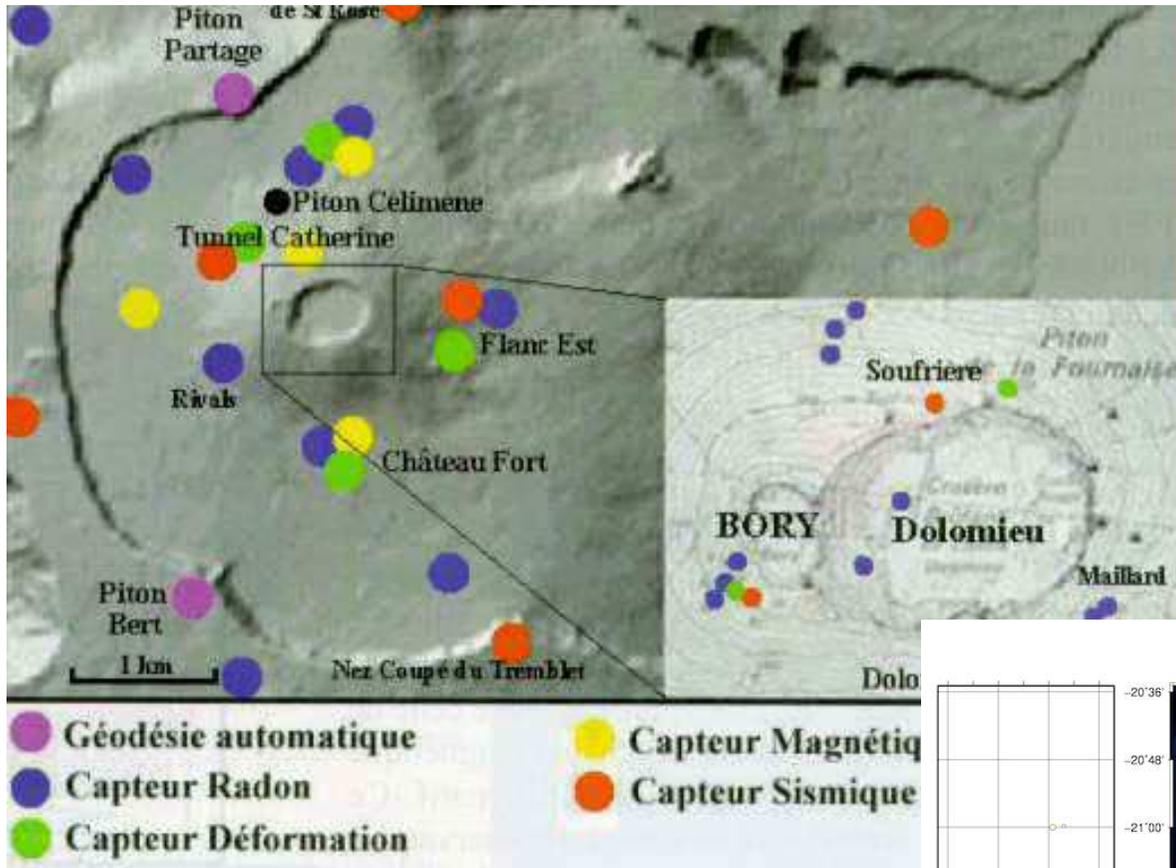
Tronçons de cours d'eau en vigilance "crues" :

Toutes les heures mentionnées sont des heures légales.
Cliquez sur une zone de la carte pour afficher le détail par Service de Prévision des Crues (S.P.C.).

Carte de vigilance de Météo-France :



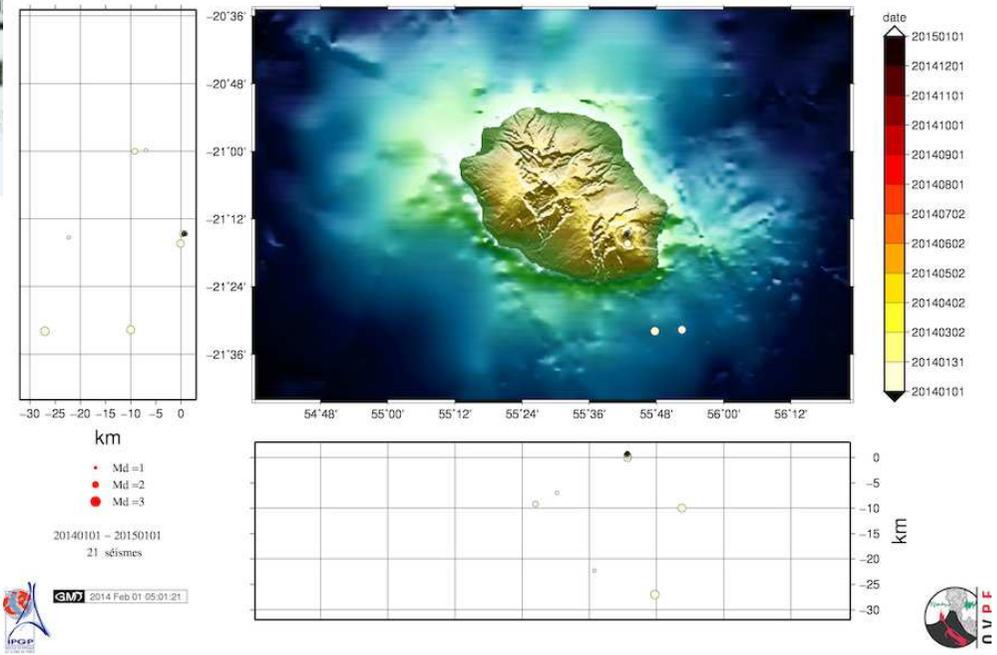
Surveillance du Piton de la Fournaise (la Réunion)



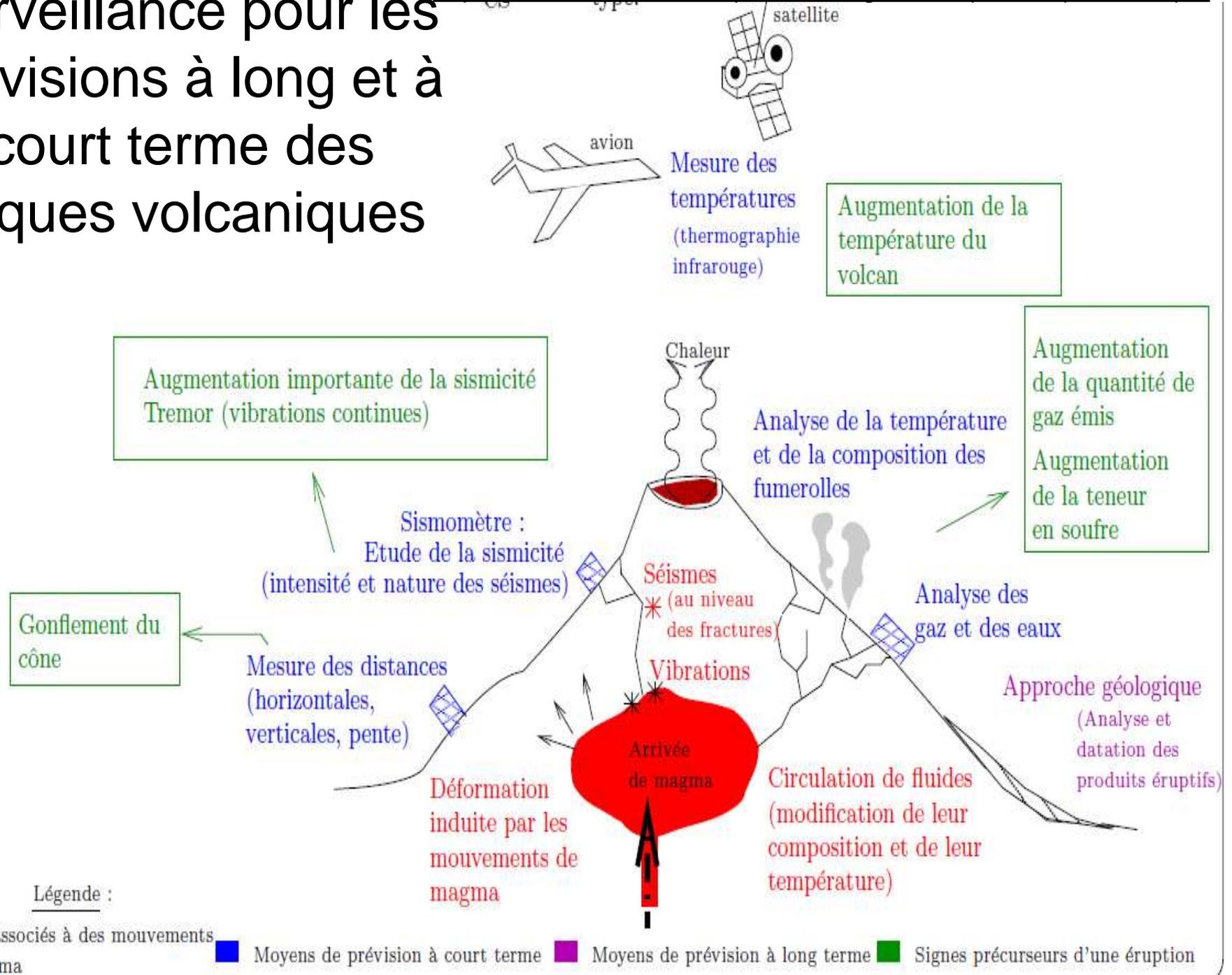
Localisation des différents types de capteurs

Carte des séismes survenus depuis le 1^{er} janvier 2014 à la Réunion

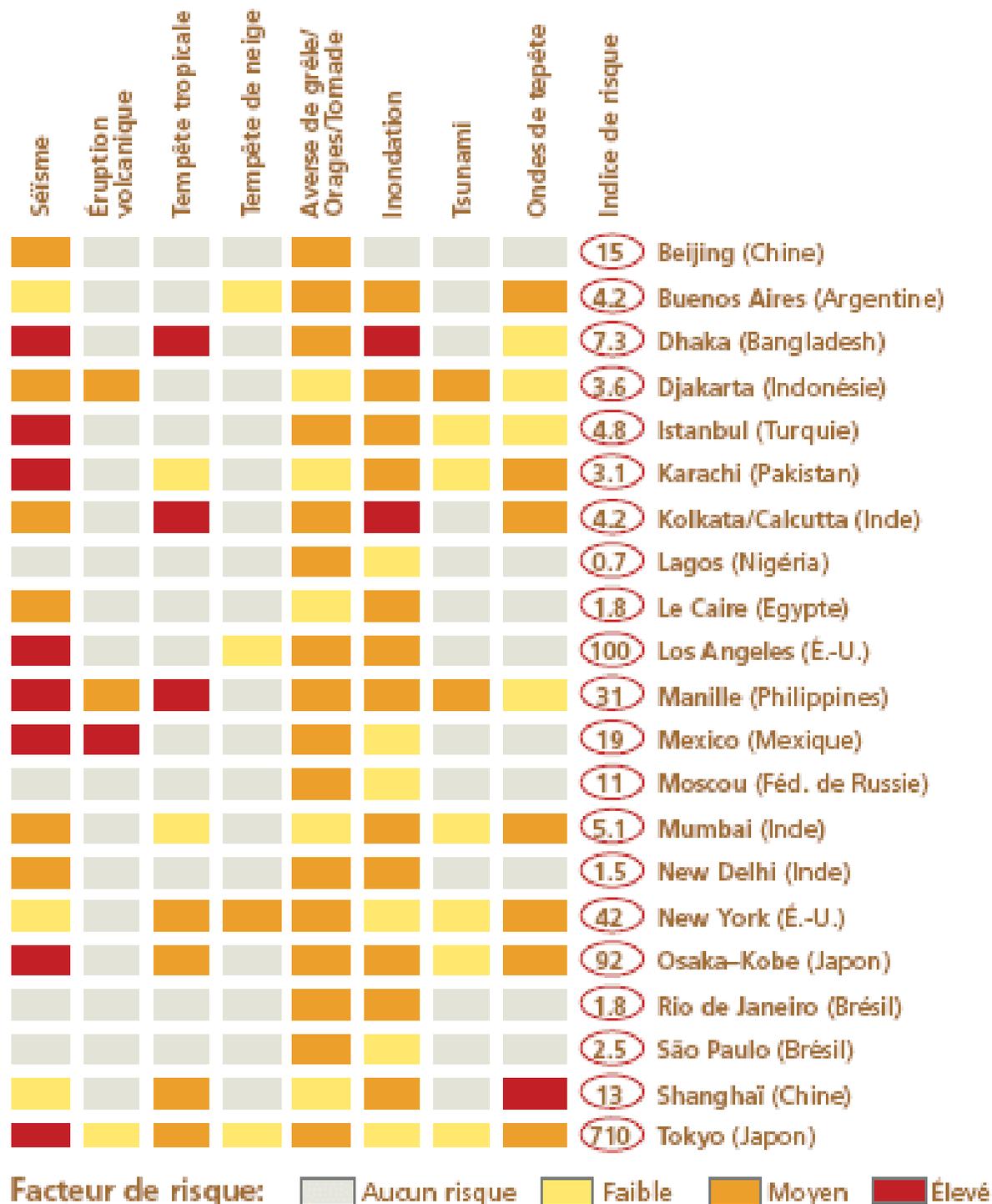
<http://www.ipgp.fr/pages/03030807.php>



Surveillance pour les prévisions à long et à court terme des risques volcaniques



Vulnérabilité des 21 premières mégapoles mondiales aux aléas naturels.



Unesco, Mégapoles de demain, Planète Science, Bulletin trimestriel d'information sur les sciences exactes et naturelles, vol. 6, n°4, octobre-décembre 2008
<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/Risque/RisqueDoc6.htm>