

ST – D Les déformations de la lithosphère



Katmandou (Népal)
25 avril 2015



Chapitre ST – D – 2 : **Les séismes : origine et conséquences**

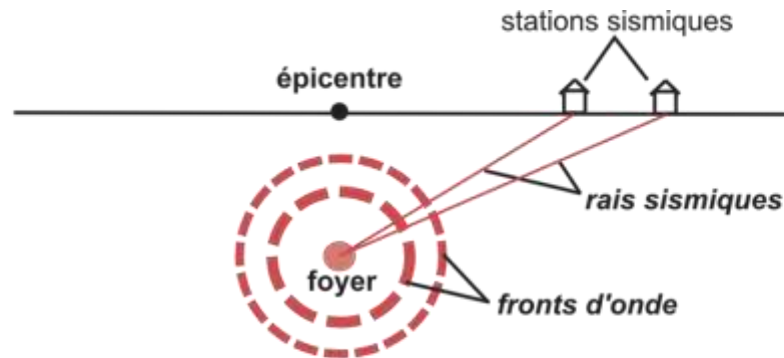
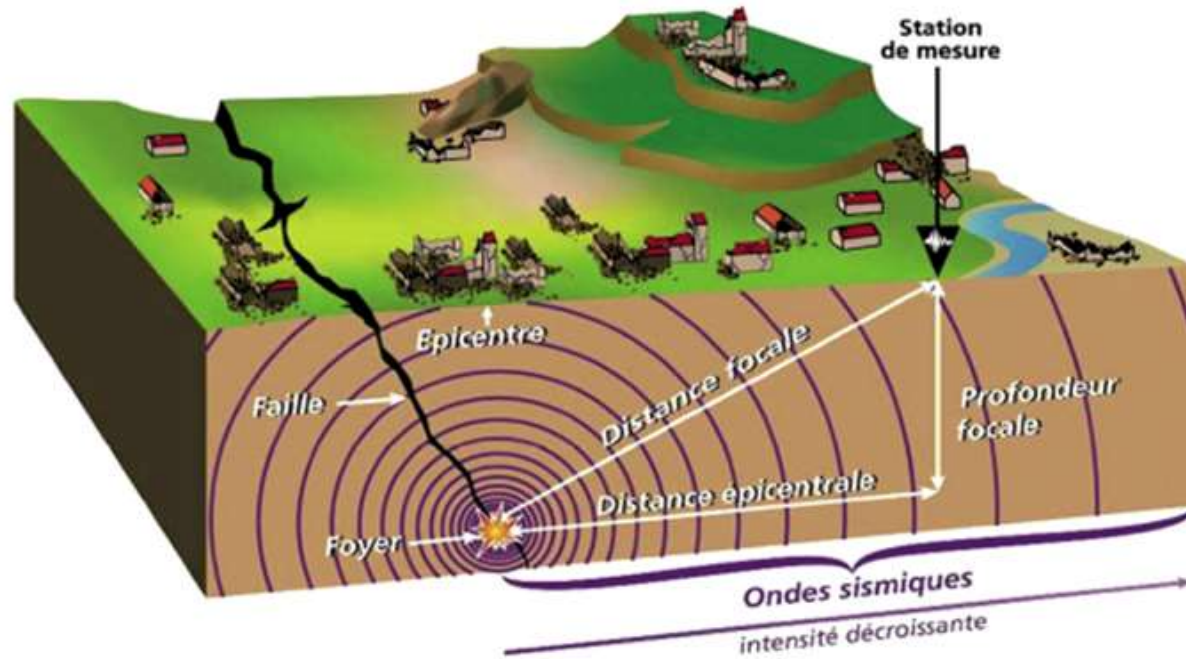


Izmit (Turquie)
août 1999

Le Teil (07)
11 novembre 2019

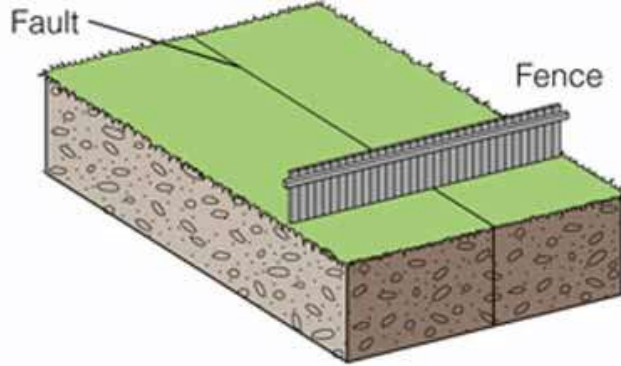


Document 1. Caractéristiques d'un séisme.

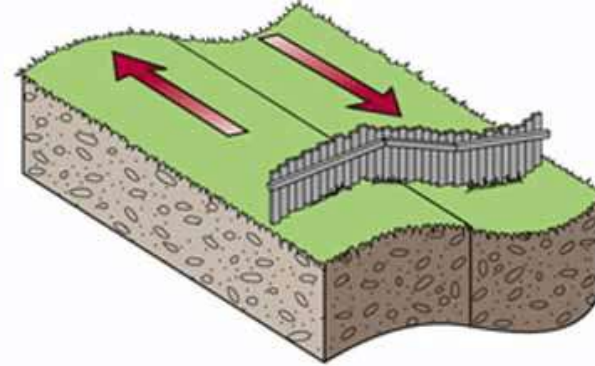


(a)

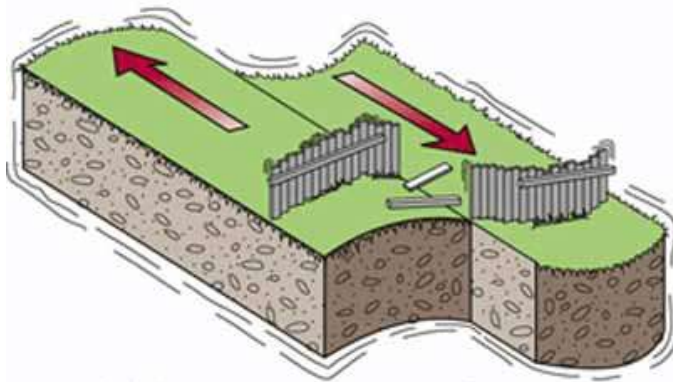
Fronts d'onde = positions successives des matériaux qui entrent en vibration simultanément autour du foyer.
Rais sismiques : directions de propagation des ondes ; ils sont en tout point perpendiculaires aux fronts.



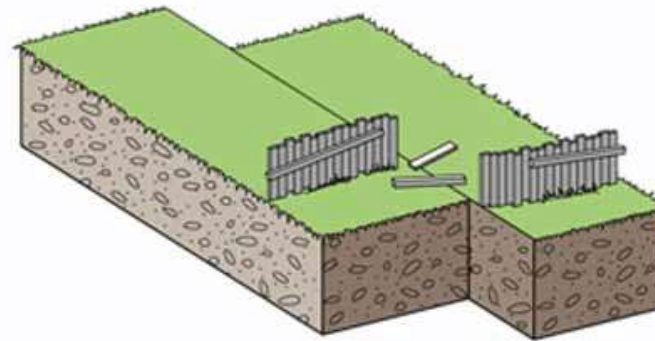
(a) Original position



(b) Deformation



(c) Rupture and release of energy



(d) Rocks rebound to original undeformed shape

Modèle du rebond élastique pensé par Reid (1910) pour expliquer l'origine des séismes

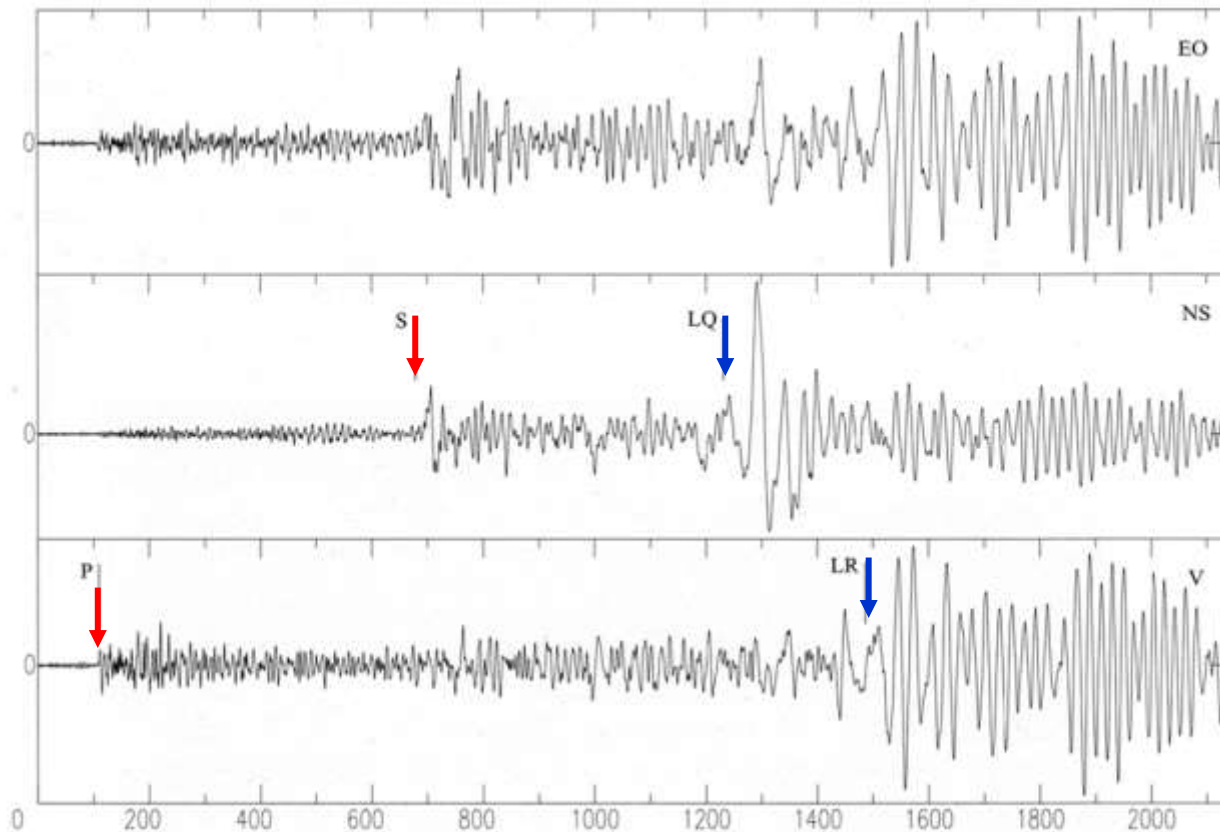
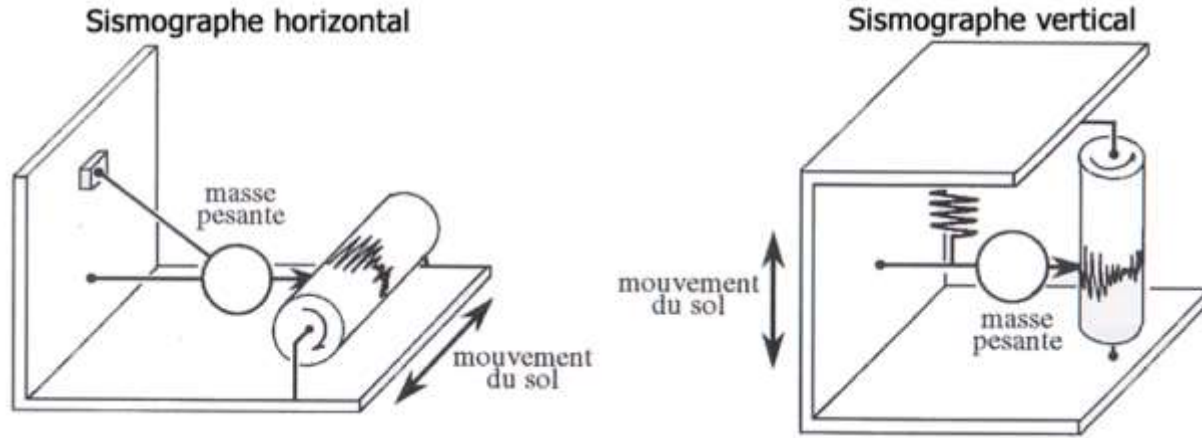
- (a) : Configuration initiale avant chargement intersismique.
- (b) : Déformation intersismique, accumulation d'énergie élastique.
- (c) : Rupture et libération de l'énergie élastique.
- (d) : Retour à l'étape initiale.

Trace de la rupture sur la faille à jeu inverse de Pengguan
Photographie prise 7 mois après le séisme de mai 2008.

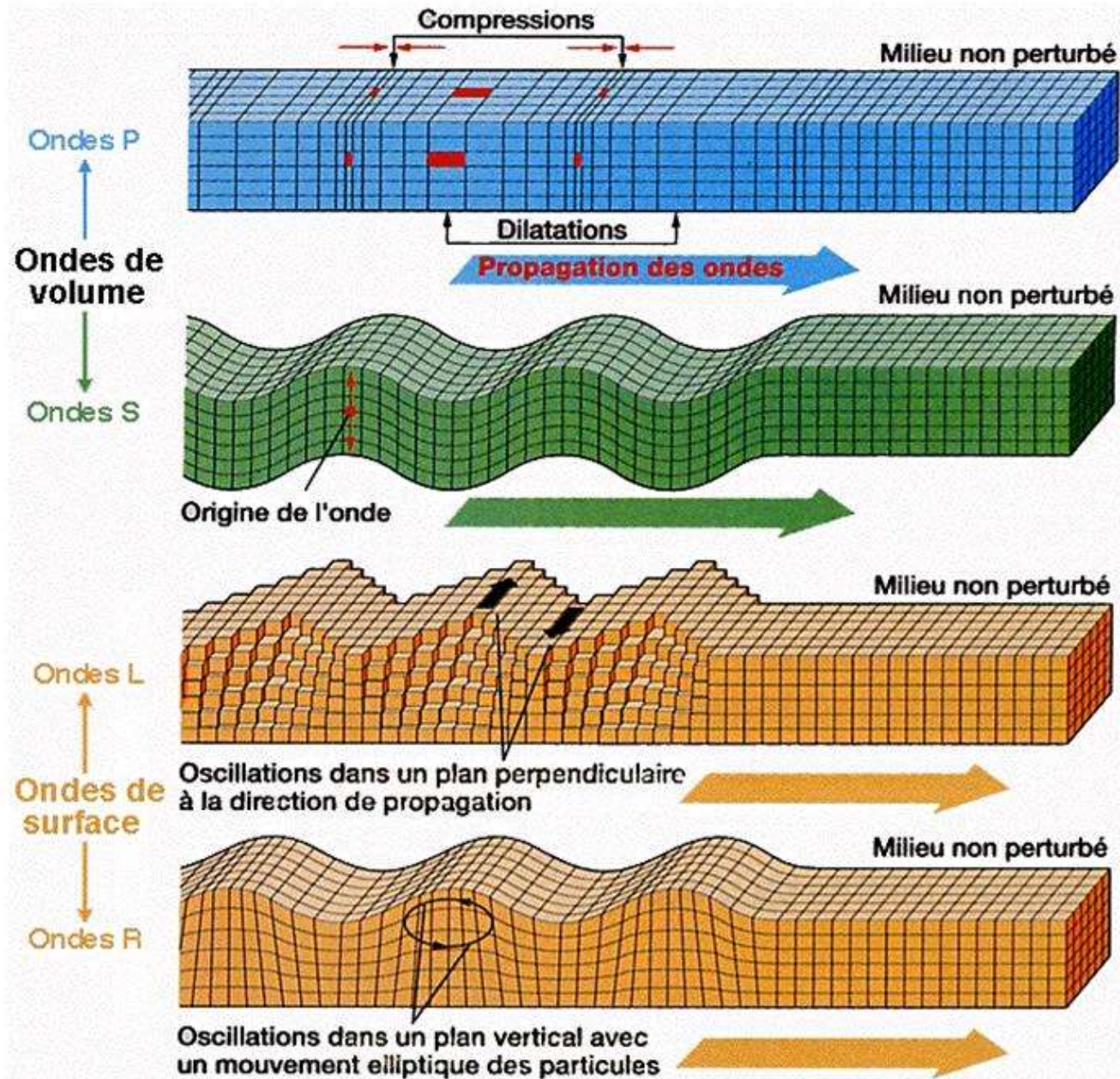
<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/seisme-Sichuan-Longmen-Shan.xml>



Document 2. Exemple de sismogramme.



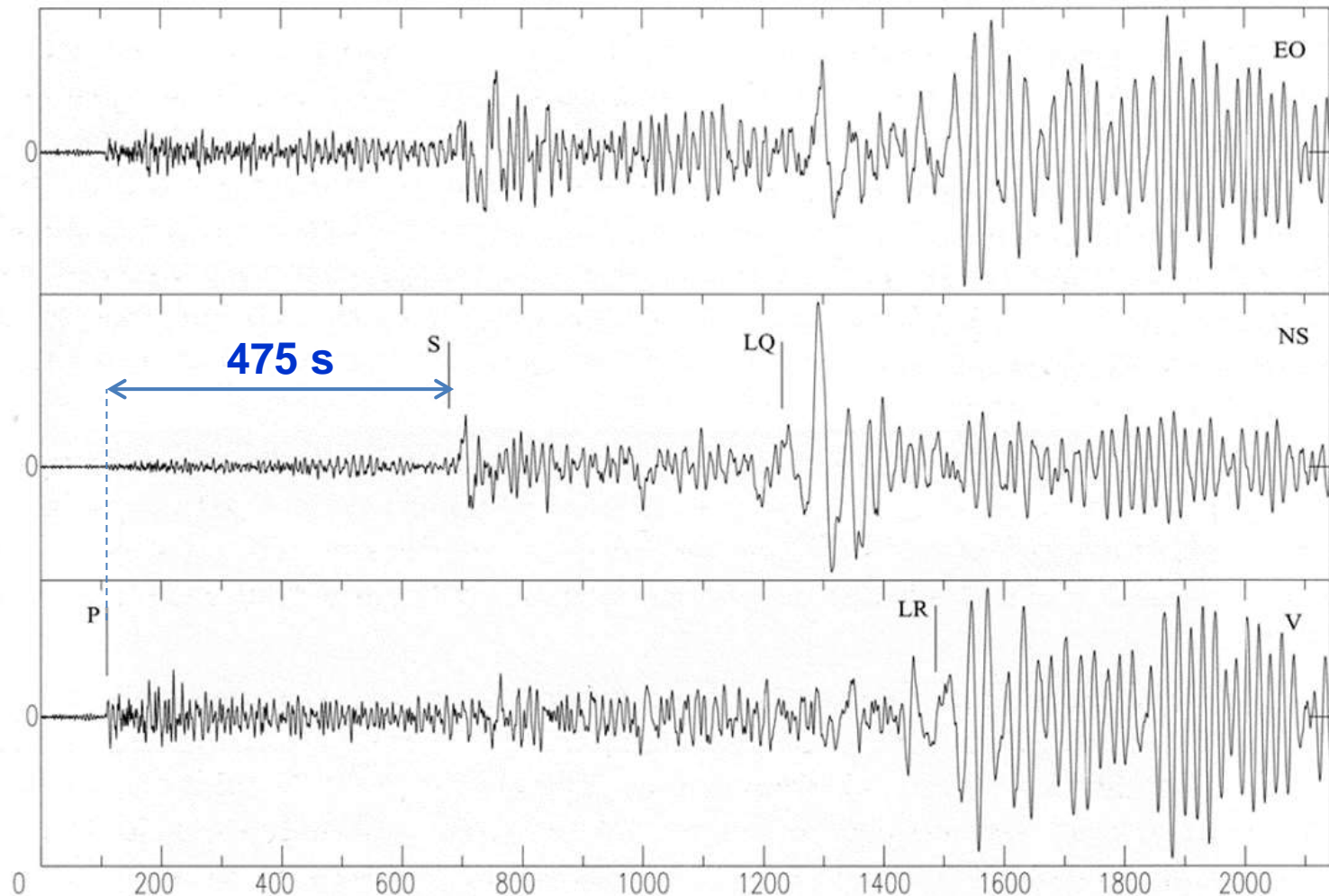
Document 3. Caractéristiques des ondes sismiques.



[Pour voir le mouvement](#)

Document 4. Localisation d'un séisme :

1/ Déterminer le retard de l'arrivée des ondes S / ondes P dans une station



Document 4. Localisation d'un séisme :

2/ Utiliser des courbes hodochrones / des tables de Jeffreys et Bullen.

Retard = 475 s = 7 min 55 s

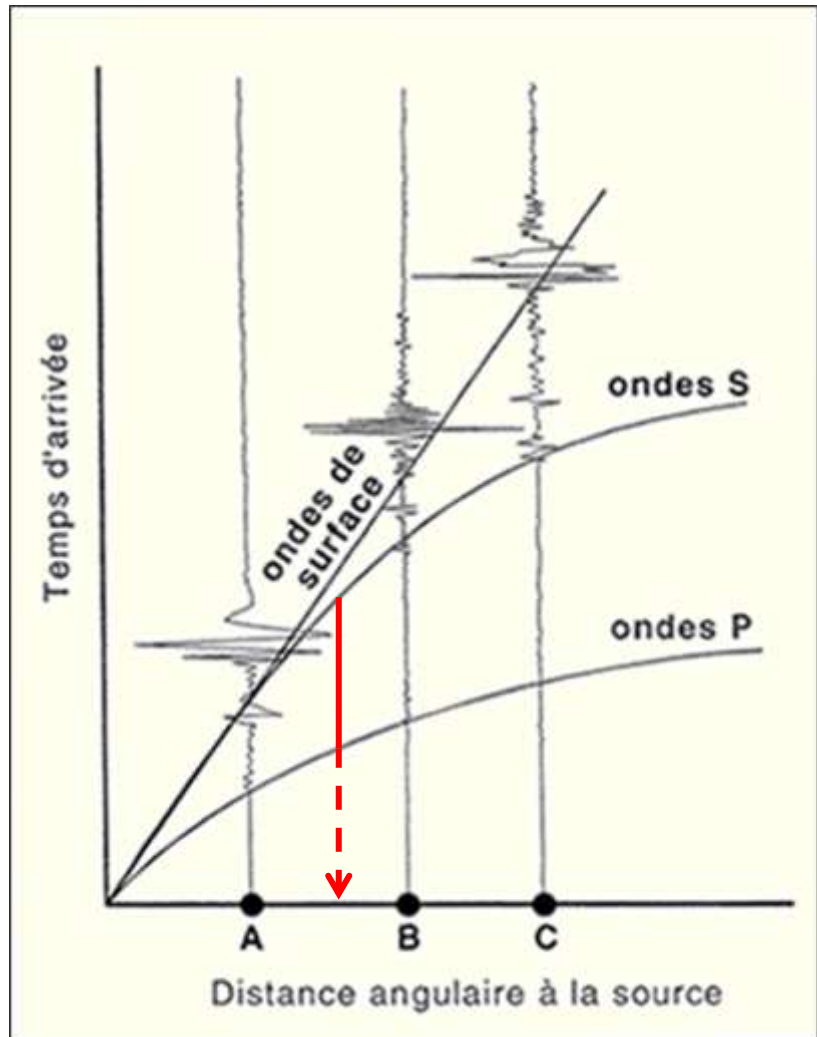


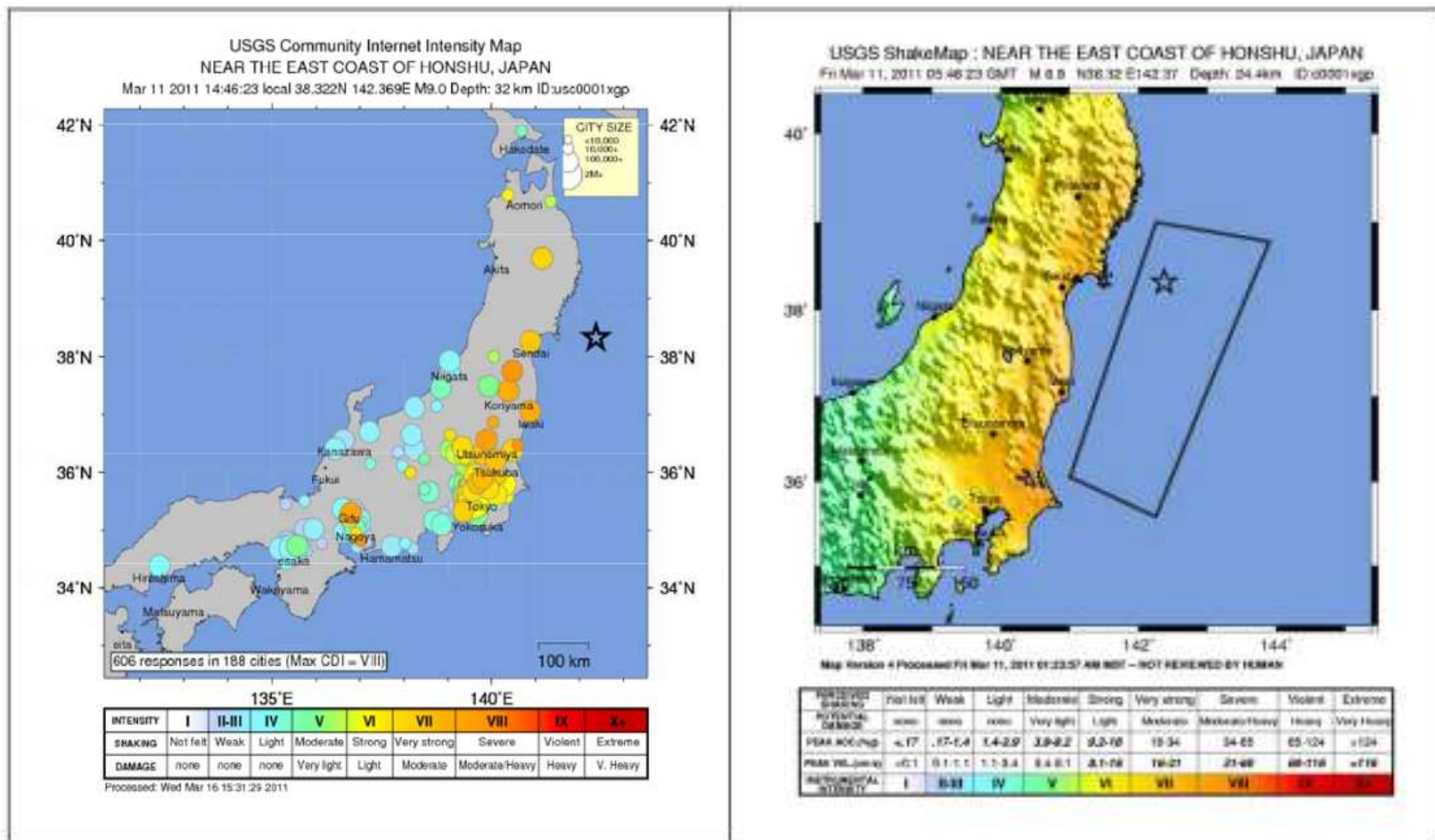
Table JEFFREYS-BULLEN

Δ	P		S - P		Δ	P		S - P		Δ	P		S - P	
	M	S	M	S		M	S	M	S		M	S	M	S
0.0		(5,4)		3,8	30.0	6	07,7	4	54,5	70.0	11	10,2	9	06,8
0.5		10,5		7,6	31.0	6	16,6	5	01,4	71.0	11	16,3	9	12,3
1.0		17,7		13,1	32.0	6	25,4	5	08,2	72.0	11	22,2	9	18,0
1.5		24,8		18,7	33.0	6	34,1	5	15,1	73.0	11	28,2	9	23,4
2.0		32,0		24,1	34.0	6	42,7	5	22,0	74.0	11	34,0	9	28,8
2.5		39,1		29,7	35.0	6	51,3	5	28,9	75.0	11	39,8	9	34,2
3.0		46,3		35,2	36.0	6	59,8	5	35,8	76.0	11	45,5	9	39,5
3.5		53,4		39,9	37.0	7	08,2	5	42,8	77.0	11	51,2	9	44,7
4.0	1	00,5		46,4	38.0	7	16,6	5	49,6	78.0	11	56,7	9	50,0
4.5	1	07,6		51,9	39.0	7	24,9	5	56,5	79.0	12	02,2	9	55,1
5.0	1	14,7		57,4	40.0	7	33,2	6	03,2	80.0	12	07,6	10	00,2
5.5	1	21,7	1	03,0	41.0	7	41,5	6	09,8	81.0	12	12,9	10	05,3
6.0	1	28,7	1	08,5	42.0	7	49,7	6	16,4	82.0	12	18,1	10	10,4
6.5	1	35,8	1	13,9	43.0	7	57,9	6	22,8	83.0	12	23,2	10	15,4
7.0	1	42,8	1	19,3	44.0	8	06,0	6	29,3	84.0	12	28,3	10	20,3
7.5	1	49,8	1	24,8	45.0	8	14,0	6	35,7	85.0	12	33,3	10	25,2
8.0	1	56,7	1	30,3	46.0	8	22,0	6	42,0	86.0	12	38,2	10	30,0
8.5	2	03,7	1	35,8	47.0	8	29,8	6	48,4	87.0	12	43,1	10	34,7
9.0	2	10,6	1	41,3	48.0	8	37,7	6	54,7	88.0	12	47,9	10	39,3
9.5	2	17,5	1	46,8	49.0	8	45,4	7	01,0	89.0	12	52,7	10	43,8
10.0	2	24,4	1	52,2	50.0	8	53,1	7	07,2	90.0	12	57,4	10	48,3
11.0	2	31,1	2	02,9	51.0	9	00,7	7	13,4	91.0	13	02,1	10	52,5
12.0	2	37,6	2	08,2	52.0	9	08,2	7	19,7	92.0	13	06,7	10	56,7
13.0	3	04,0	2	13,7	53.0	9	15,7	7	25,8	93.0	13	11,3	11	00,9
14.0	3	10,1	2	19,2	54.0	9	23,1	7	32,0	94.0	13	15,8	11	05,0
15.0	3	16,2	2	24,7	55.0	9	30,4	7	38,1	95.0	13	20,4	11	08,9
16.0	3	22,3	2	30,2	56.0	9	37,6	7	44,3	96.0	13	24,9	11	12,9
17.0	3	28,4	3	05,7	57.0	9	44,8	7	50,5	97.0	13	29,5	11	16,8
18.0	4	04,2	3	11,2	58.0	9	51,8	7	56,4	98.0	13	34,0	11	20,7
19.0	4	10,3	3	16,7	59.0	9	58,8	8	02,5	99.0	13	38,5	11	24,6
20.0	4	16,4	3	22,2	60.0	10	05,7	8	08,5	100.0	13	43,1	11	28,4
21.0	4	22,5	3	27,7	61.0	10	12,5	8	14,5	101.0	13	47,6	11	32,3
22.0	4	28,6	3	33,2	62.0	10	19,2	8	20,5	102.0	13	52,1	11	36,1
23.0	5	04,8	4	08,7	63.0	10	25,9	8	26,3	103.0	13	56,5	11	40,1
24.0	5	10,9	4	14,2	64.0	10	32,4	8	32,3	104.0	14	00,9	11	44,0
25.0	5	17,0	4	19,7	65.0	10	38,9	8	38,1	105.0	14	05,3	11	47,9
26.0	5	23,1	4	25,2	66.0	10	45,3	8	43,9					
27.0	5	29,2	4	30,7	67.0	10	51,6	8	49,7					
28.0	5	35,3	4	36,2	68.0	10	57,9	8	55,4					
29.0	5	41,4	4	41,7	69.0	11	04,1	9	01,1					

(S - P = temps d'arrivée en fonction de Δ;
Δ en degrés (1° = 111 km), M = minutes et S = secondes)

56 ° → 56 * 111 = 6216 km
C'est la distance épacentrale

Échelles d'intensité et magnitude du séisme du 11 mars 2011, au Japon



Magnitude 9,1

Document 5. 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 senti, 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 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.

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

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

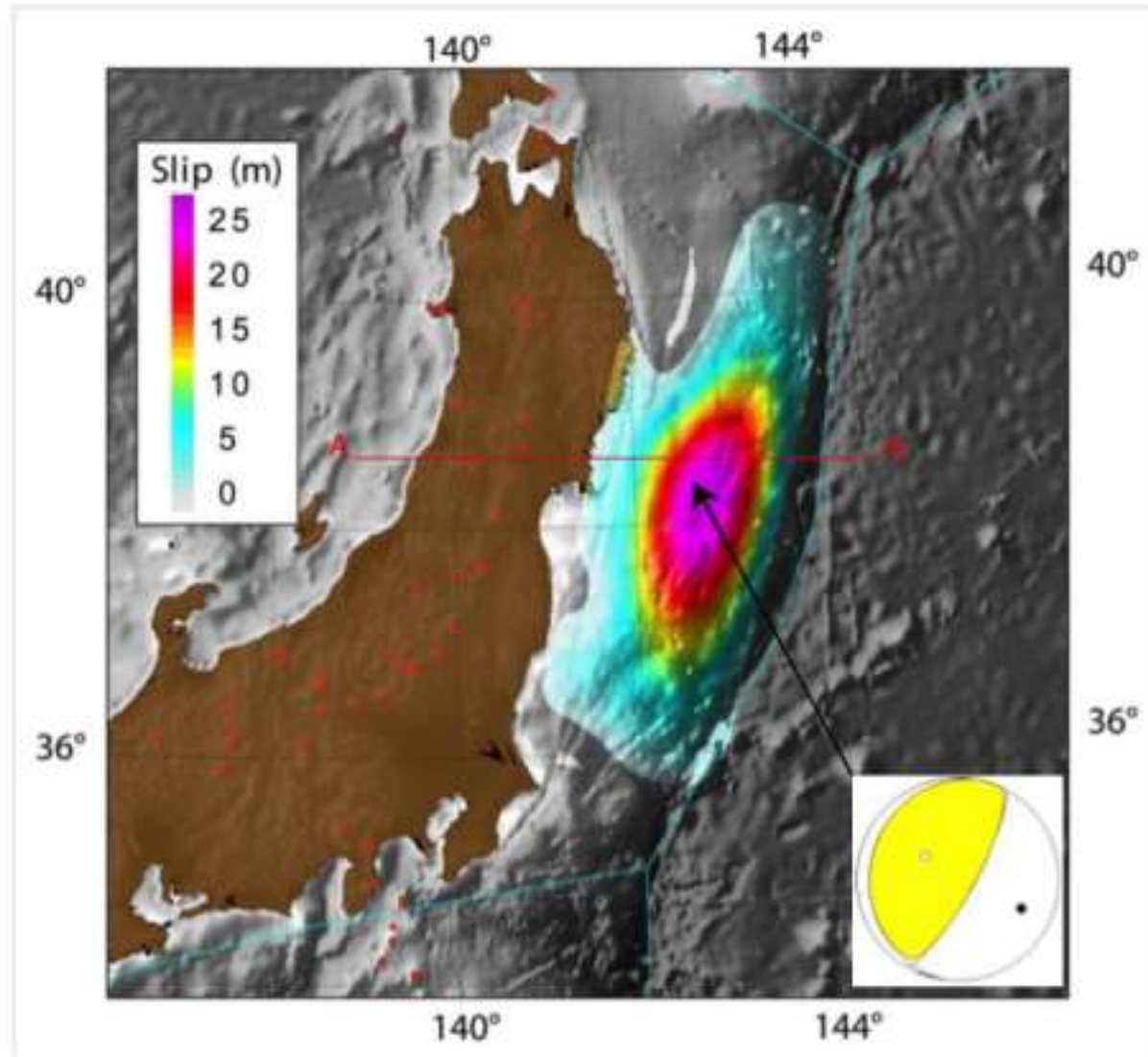
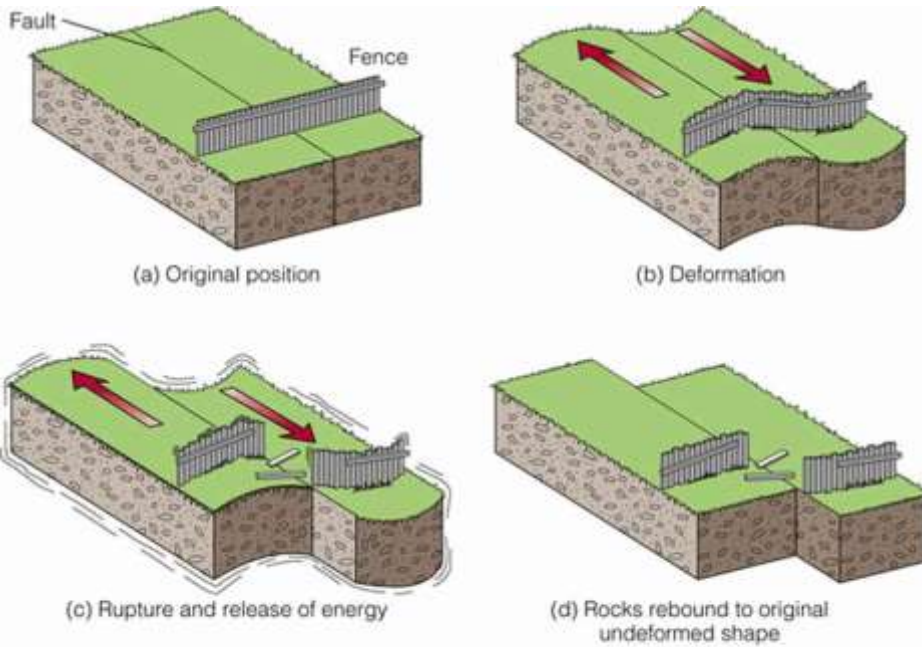
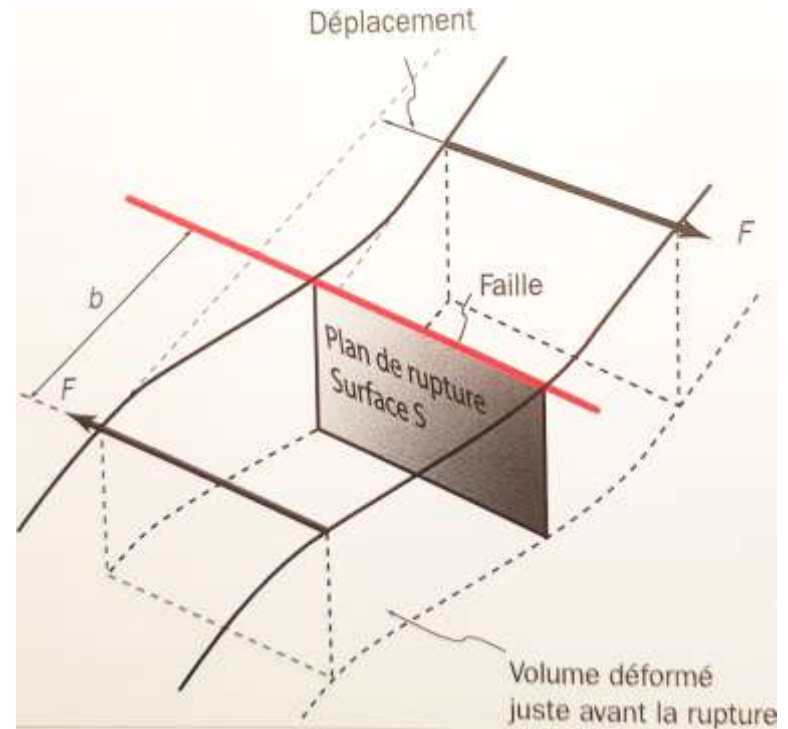


Figure 11. Carte du glissement induit par le séisme de Tohoku, qui a lieu le 11 mars 2011 au large de la ville de Sendai, dans le Nord-Est de l'île de Honshu (Japon). Sur la carte, l'échelle de couleur correspond à la magnitude du glissement sur le plan de faille. Celui est projeté en surface. En bas à droite, la solution du mécanisme au foyer est aussi représentée. Le plan de coupe de la figure précédente est aussi représenté.

Moment sismique et magnitude de moment



Le modèle du rebond élastique



La **magnitude de moment M_w** d'un séisme est calculée de la manière suivante :

On calcule d'abord le **moment sismique** $M_0 = \mu DS$
où μ est le module élastique de cisaillement ($\mu = 30$ GPa)
 D est la distance de glissement relatif des deux compartiments
(pour les très grands séismes, $D \approx 10$ m)
 S la surface totale de la faille (m^2)

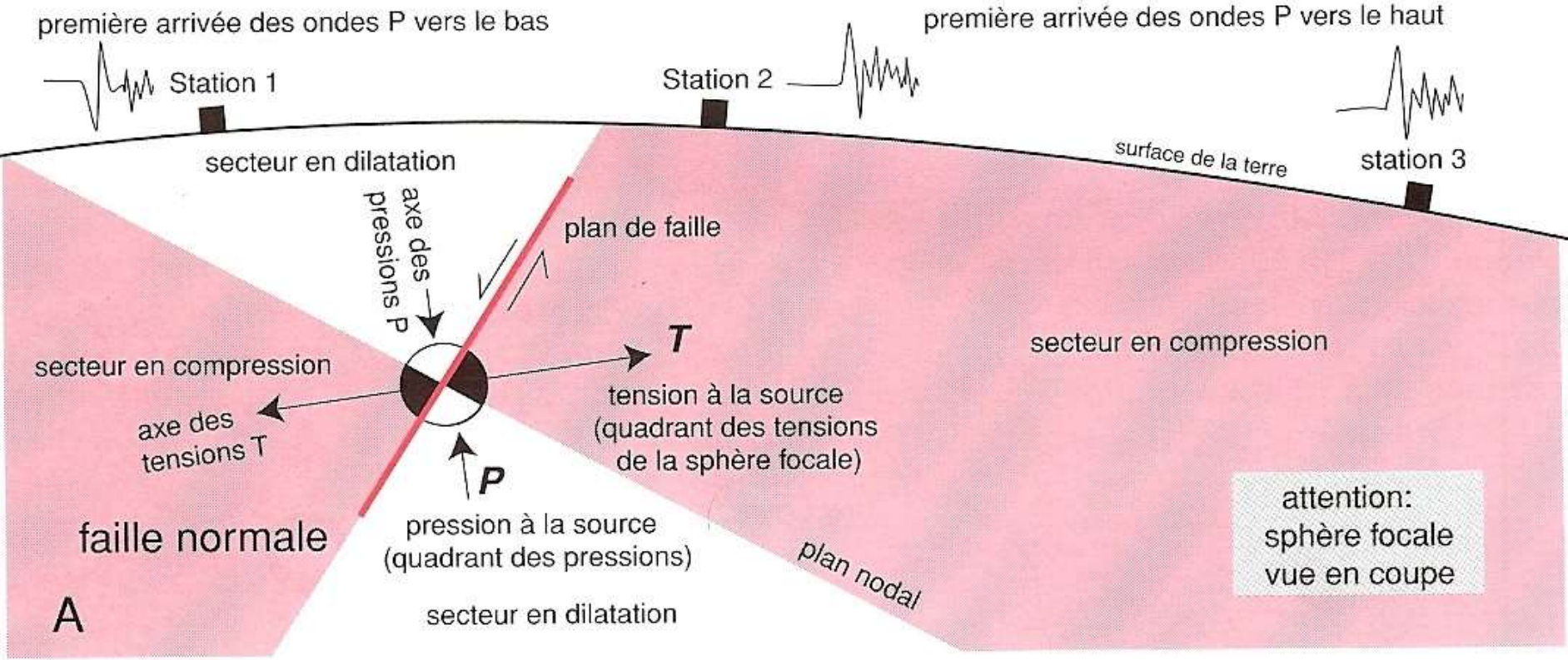
On calcule alors la **magnitude de moment M_w** par la relation :

$$M_w = 2/3 \log_{10}(M_0) - 6$$

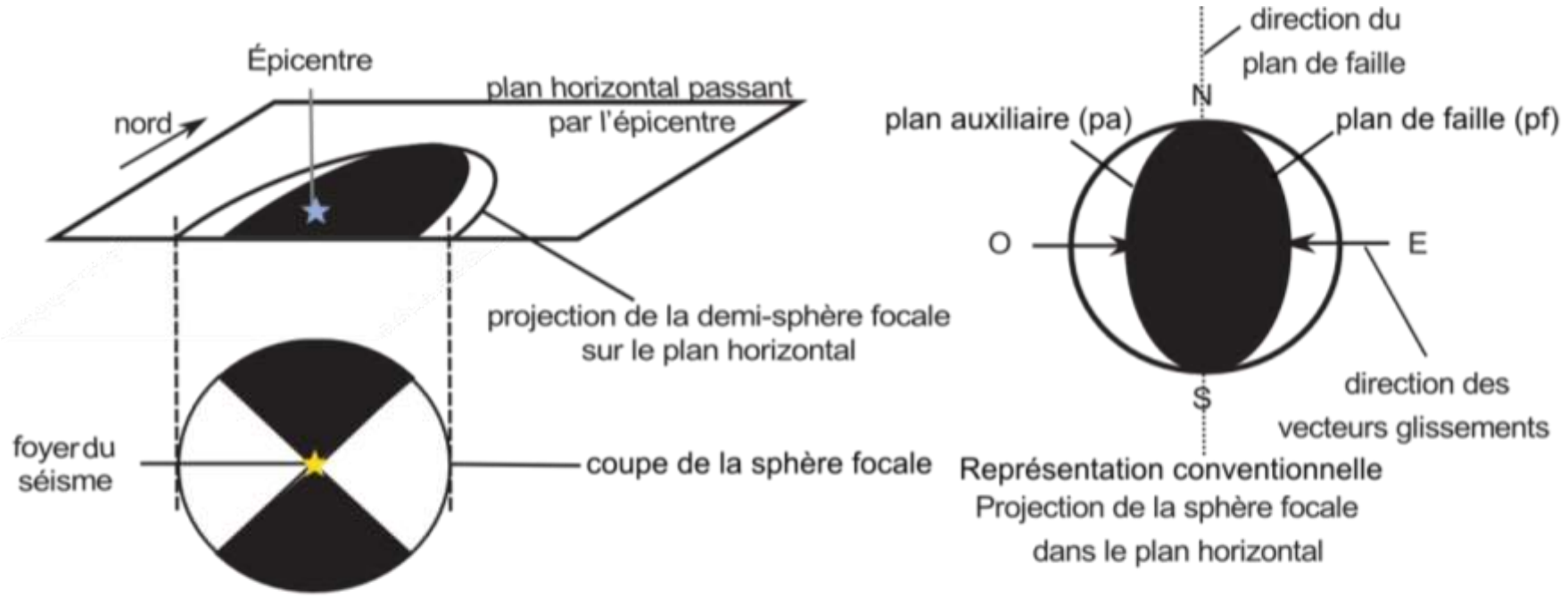
Document 6. Echelle MSK d'intensité des séismes.

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, près que toutes subissent des dégâts importants
IX	destructions de nombreuses constructions, quelquefois de bonne qualité, chute 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...

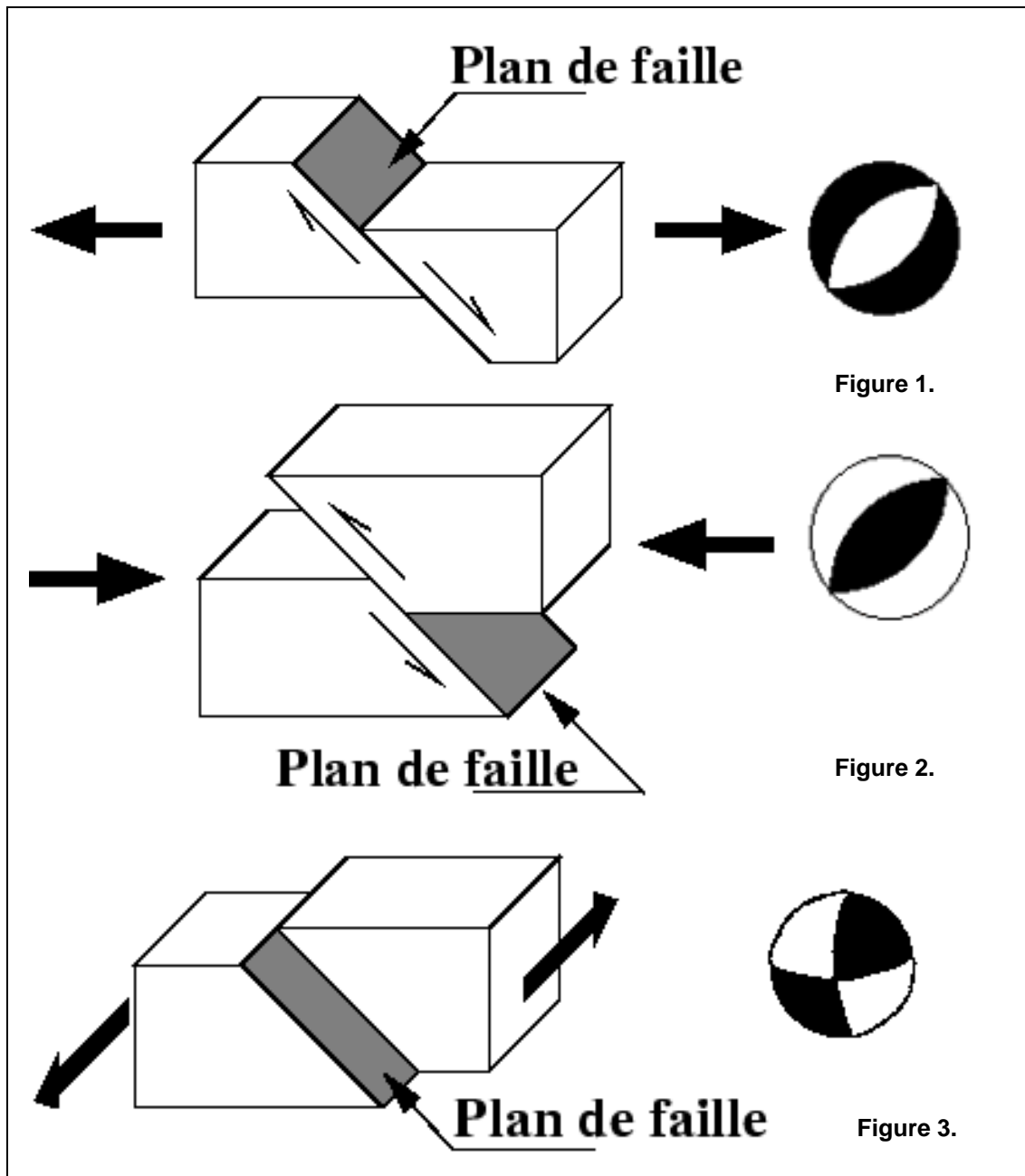
Document 7. Les mécanismes au foyer des séismes.



Document 7. Les mécanismes au foyer des séismes.



b) Projection de la sphère focale sur un plan horizontal et représentation conventionnelle



Document 8. Mécanisme au foyer et type de faille.

Figure 1 : faille normale et diagramme de mécanisme au foyer correspondant.

--> mécanisme en extension

Figure 2 : faille inverse et diagramme de mécanisme au foyer correspondant.

--> mécanisme en compression

Figure 3 : faille en décrochement et le diagramme au foyer correspondant.

--> mécanisme de coulissage

Déterminer un vecteur glissement

Cas du séisme de Tohoku (Japon)

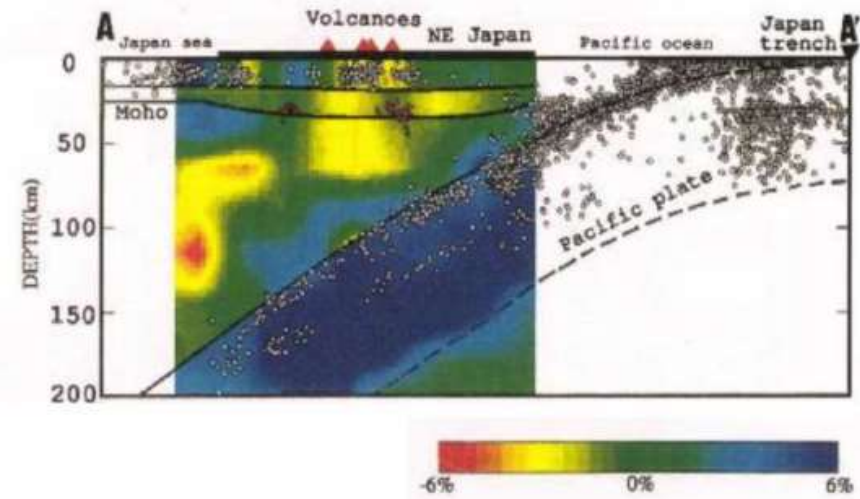
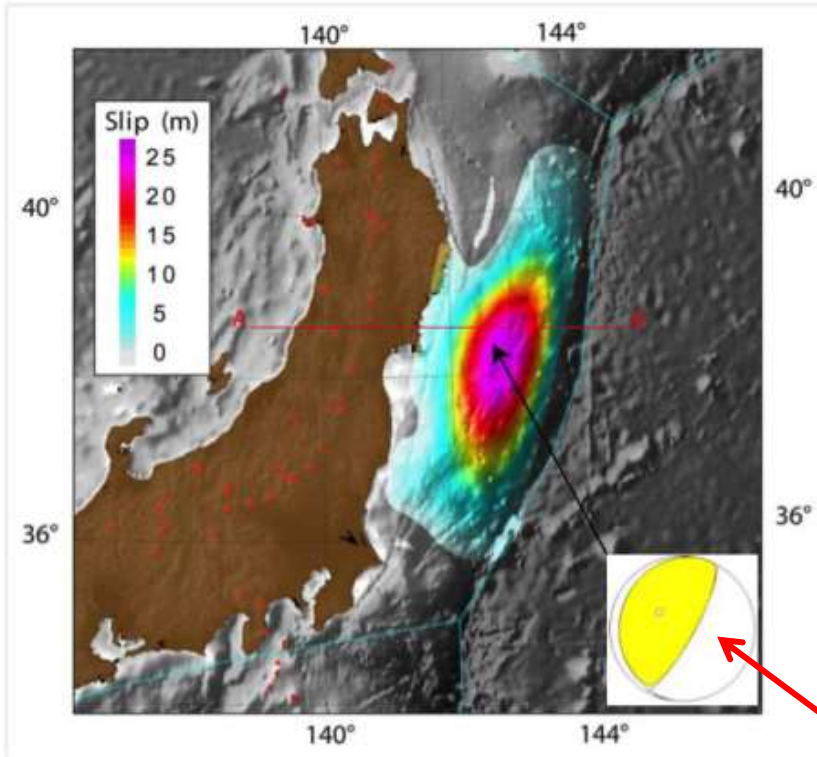


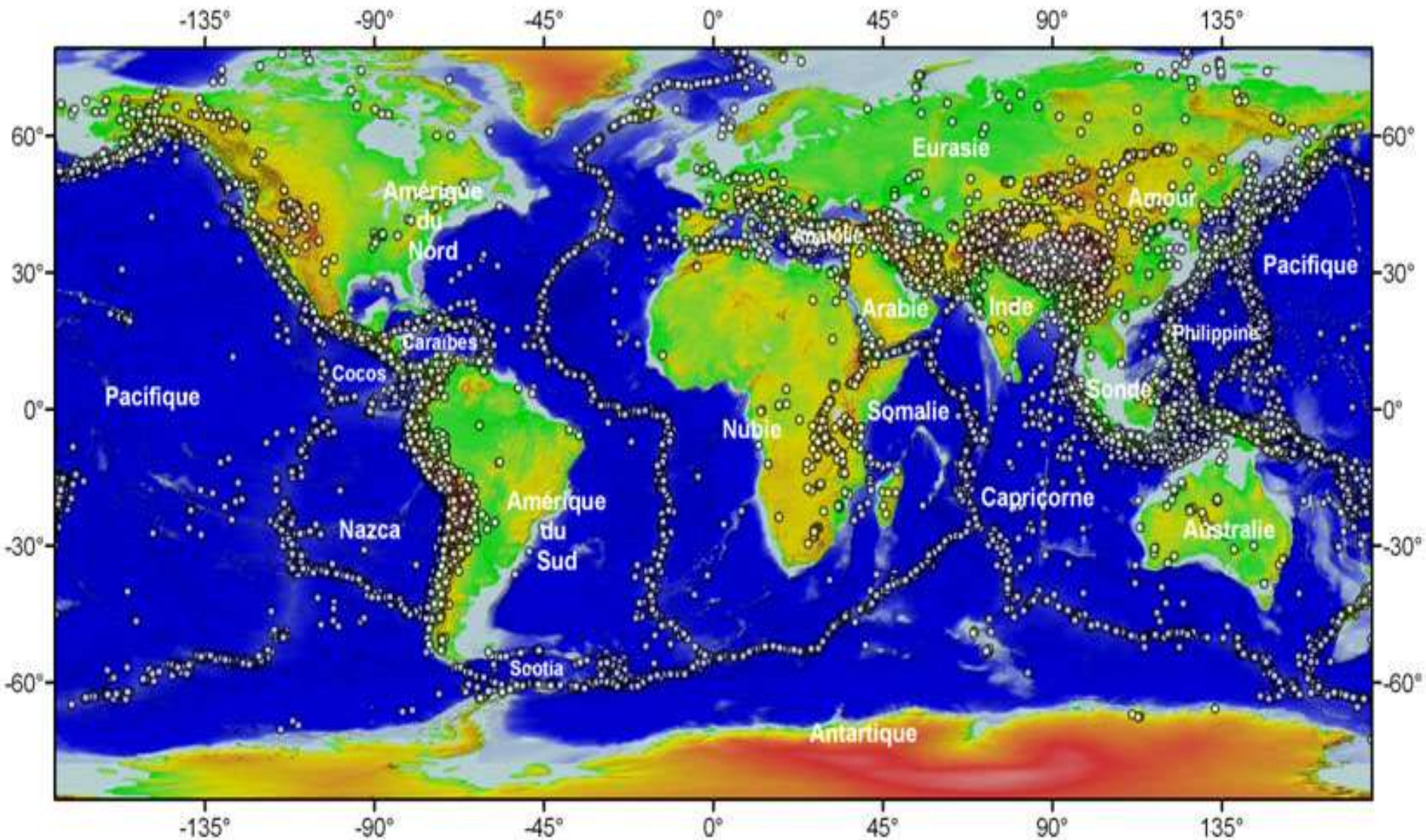
Figure 10. Coupe tomographique du Nord Est de l'île de Honshu (Japon) au niveau de Tohoku (Sendai). Sur la figure, la sismicité est représentée par des points blancs. Le plan de coupe est aussi représenté sur la figure suivante (12).

Contexte tectonique : subduction de l'Est vers l'Ouest
→ Plan de faille NE – SW incliné vers le NW

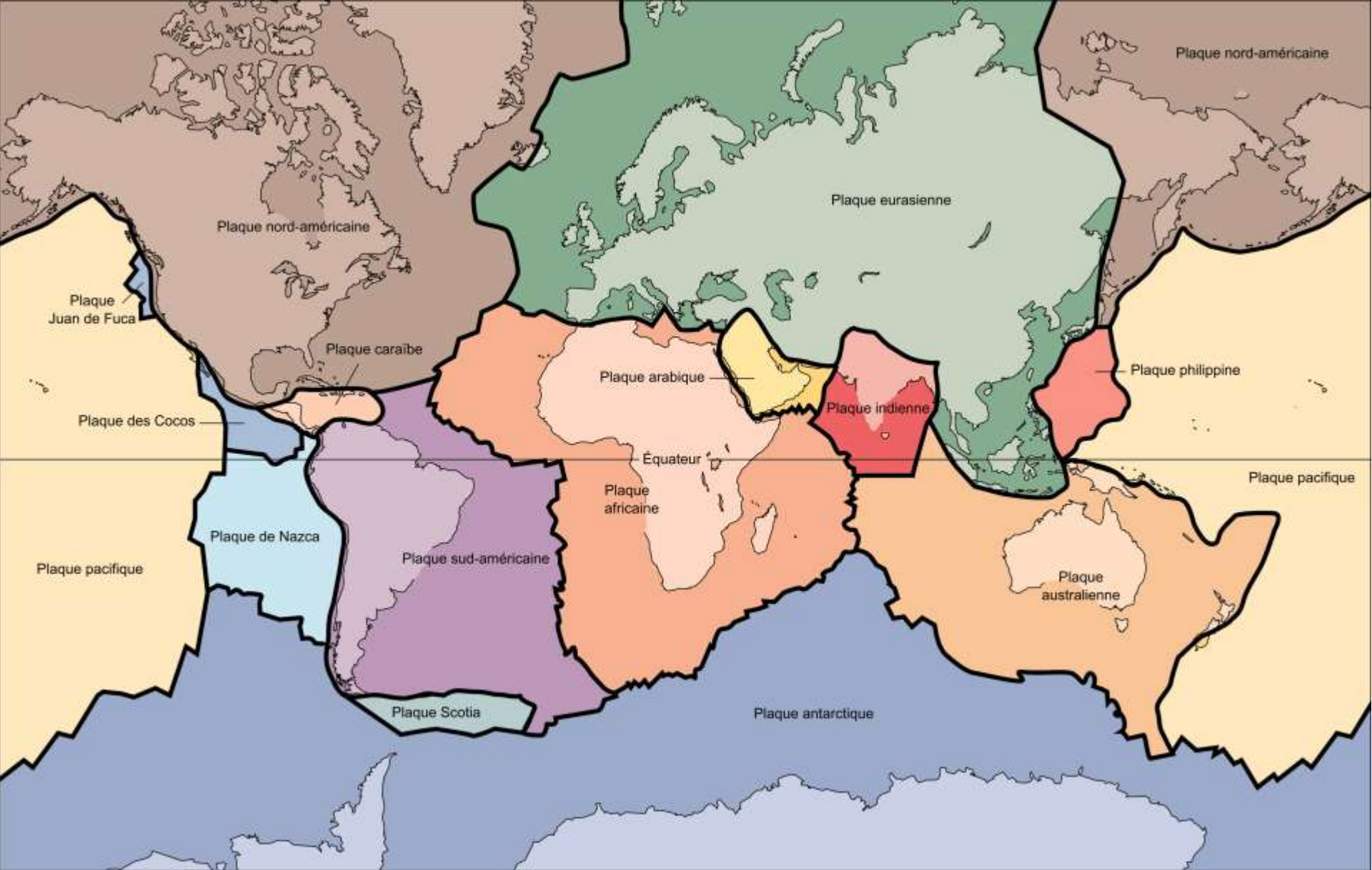
→ Vecteur glissement SE - NW

Mécanisme au foyer en compression
→ Faille inverse

Figure 11. Carte du glissement induit par le séisme de Tohoku, qui a lieu le 11 mars 2011 au large de la ville de Sendai, dans le Nord-Est de l'île de Honshu (Japon). Sur la carte, l'échelle de couleur correspond à la magnitude du glissement sur le plan de faille. Celui est projeté en surface. En bas à droite, la solution du mécanisme au foyer est aussi représentée. Le plan de coupe de la figure précédente est aussi représenté.

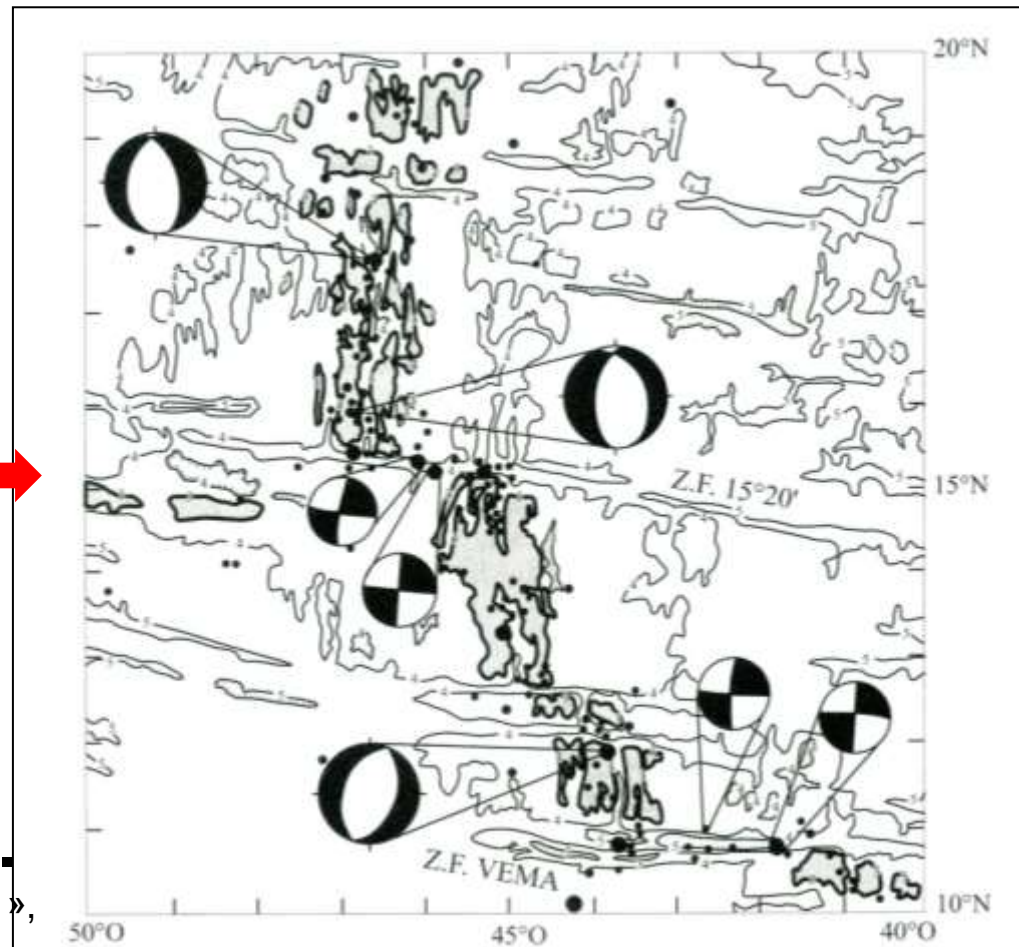
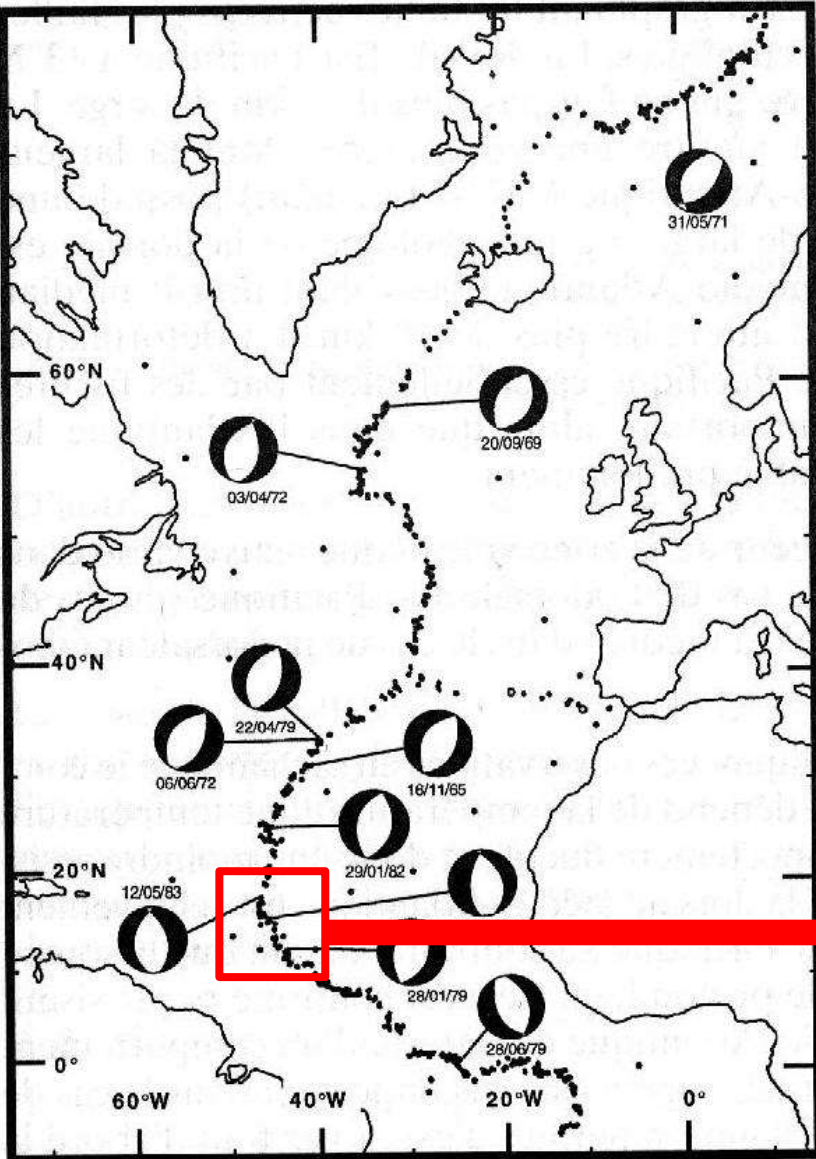


Carte de répartition mondiale des séismes



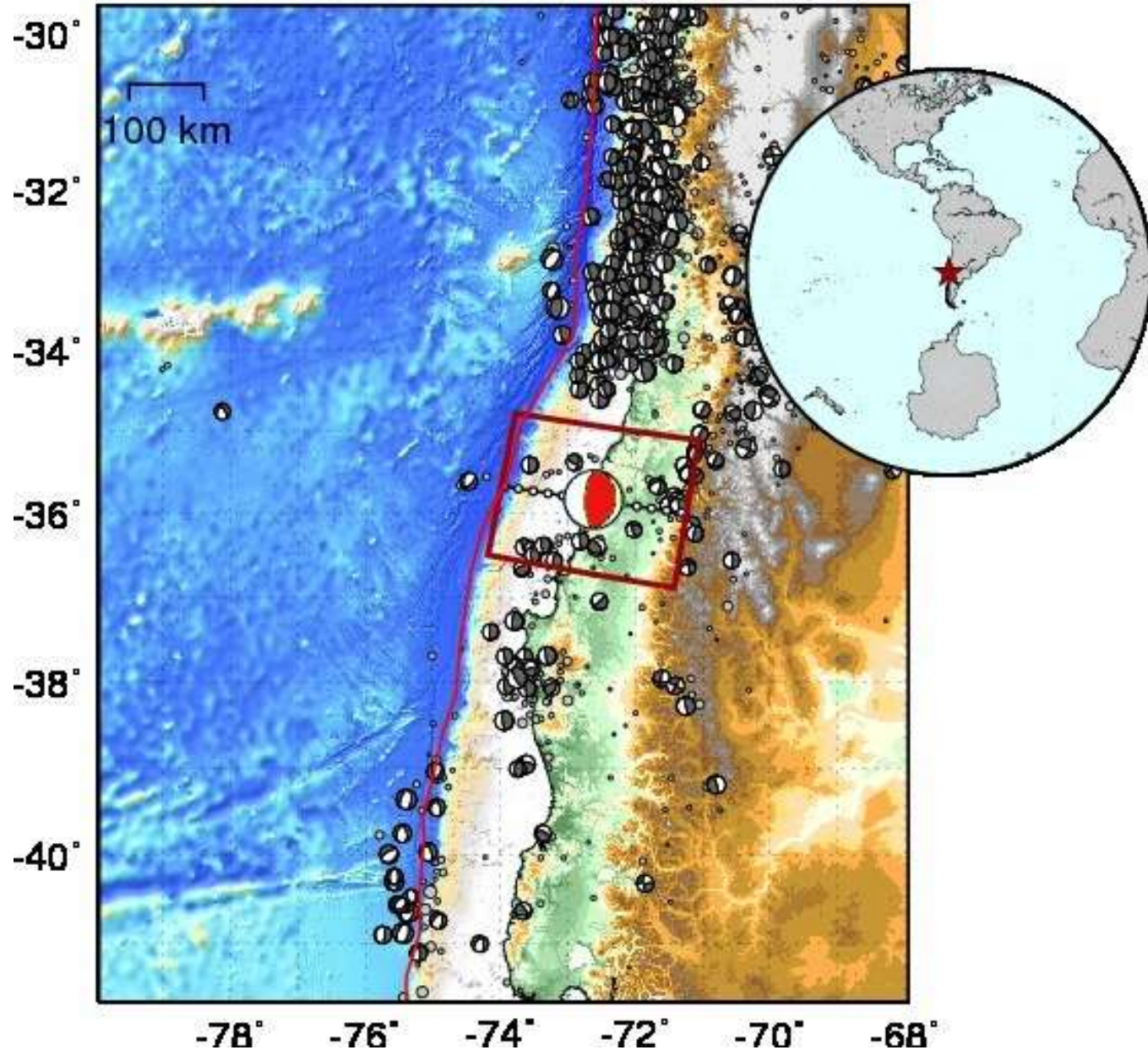
Les principales plaques lithosphériques

Mécanismes au foyer au niveau de la dorsale Atlantique



Sismicité de la dorsale atlantique entre 10°N et 20°N.

(Larroque C., Virieux J. « Physique de la Terre solide », G et B Ed.)



**Mécanismes au foyer
au niveau de la fosse Chili - Pérou**

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



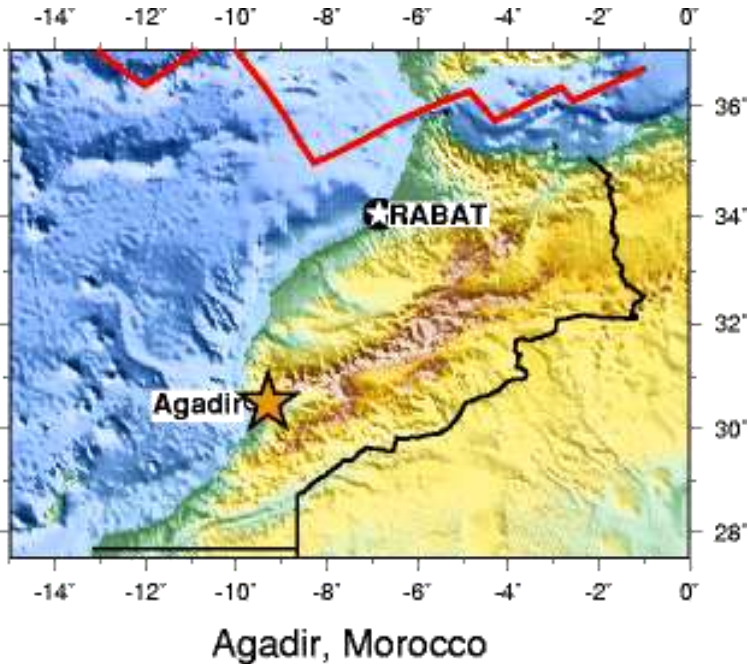
Landers and Big Bear, California

Rupture de la route provoquée par le séisme de Landers (Californie).



Aucune victime, très peu de dégâts matériels

Séisme d'Agadir, Maroc, 1960 (magnitude 5,9)



12 000 victimes, une grande
partie de la ville est détruite



Le séisme d'Izmit, 17 août 1999 Magnitude 7,21



Ce séisme a frappé le 17 août 1999 à 03h02, pendant 45 secondes, le nord-ouest de la Turquie.

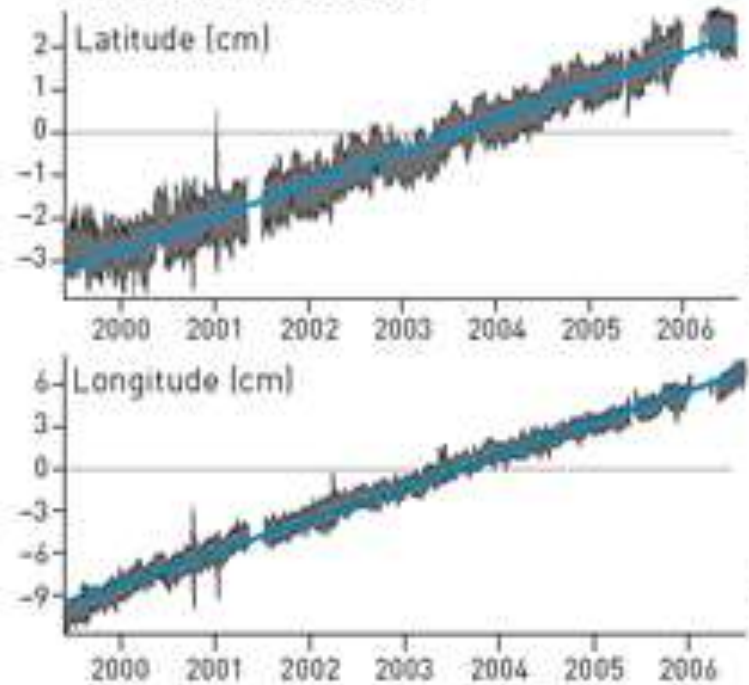
L'épicentre, estimé à 17 km de profondeur, a été localisé à proximité d'Izmit, dans la ville de Gölcük. Ce séisme a été ressenti jusque dans les villes d'Ankara et d'Izmir.

Les secousses ont endommagé et détruit des milliers d'habitations et d'infrastructures.

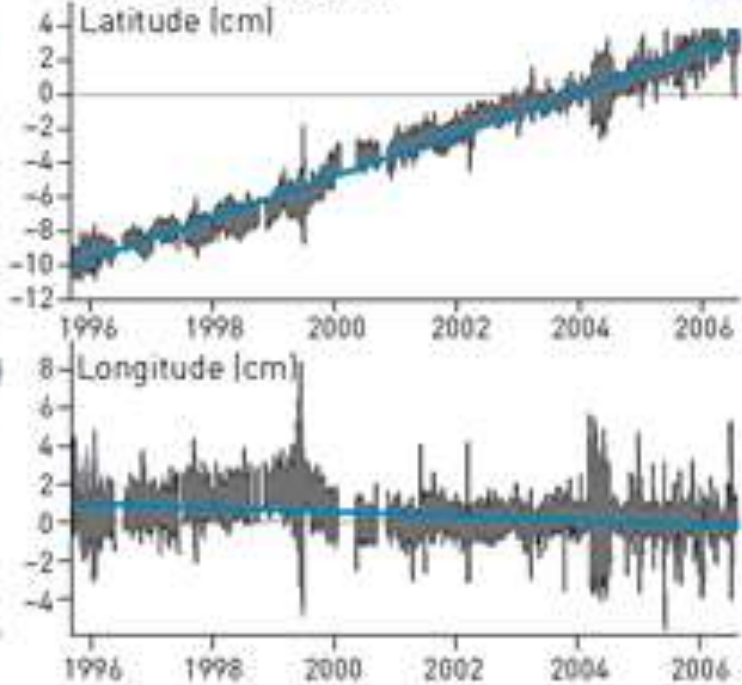
Le bilan officiel est de 17 480 morts et de 23 781 blessés ; environ 10 000 personnes furent portées disparues et des centaines de milliers se retrouvèrent sans abri.

Plus de 16 000 immeubles ont été détruits durant le séisme. Certains bétons utilisés pour la construction des immeubles étaient mélangés avec du sable de mer, qui n'avait pas au préalable subi de traitement de désalinisation, rendant ainsi le béton friable par la corrosion précoce de l'armature en acier.

Station d'Istanbul



Station d'Ankara

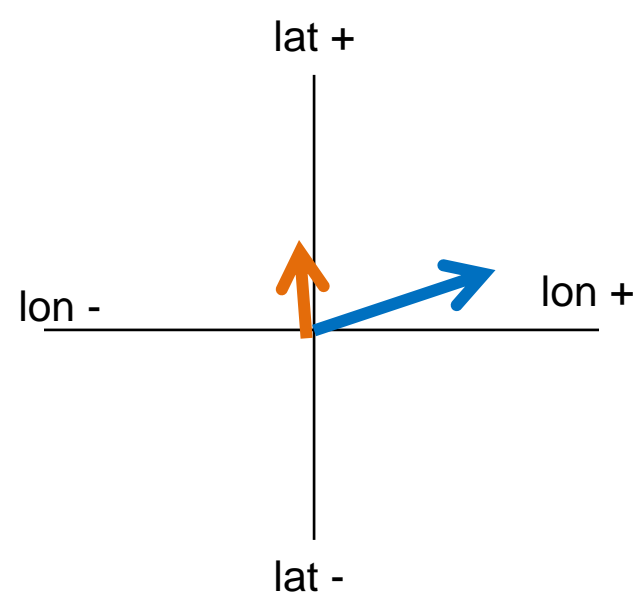
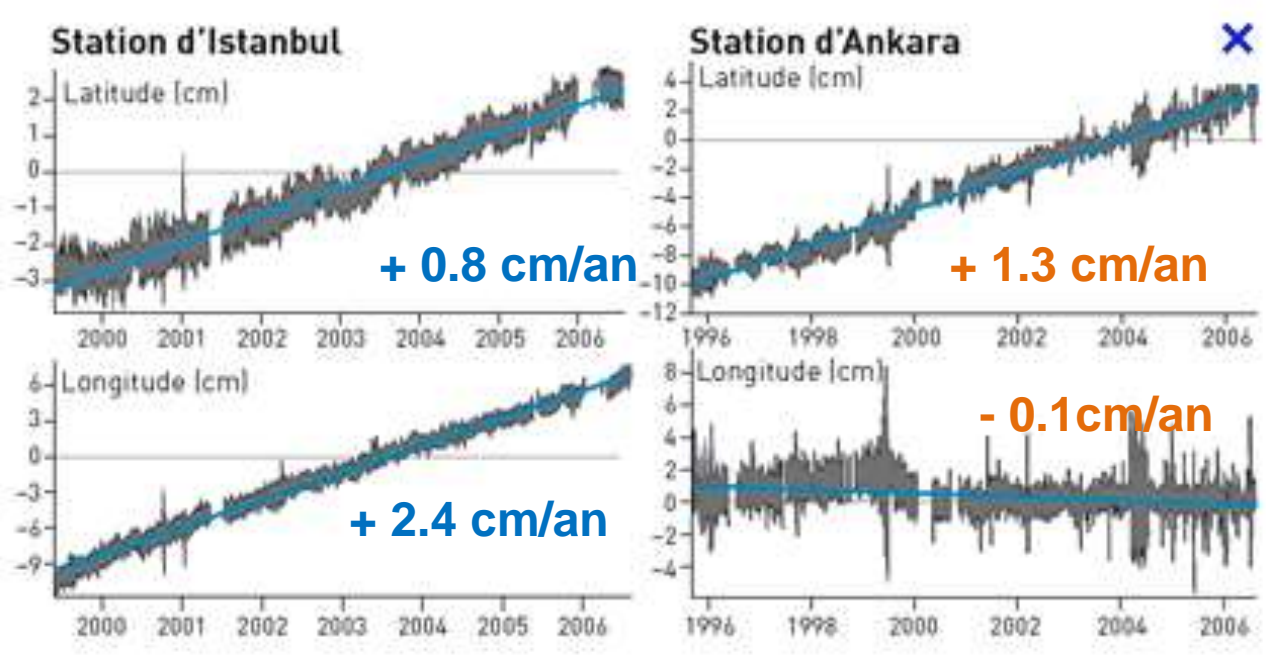


Document 2.
Données
GPS pour
les stations
d'Istanbul et
Ankara.

Document 1.
Carte de la
Turquie

→ Question 1. Exploiter les données GPS pour déterminer les mouvements horizontaux des stations d'Istanbul et d'Ankara et reporter les vecteurs correspondants sur la carte.

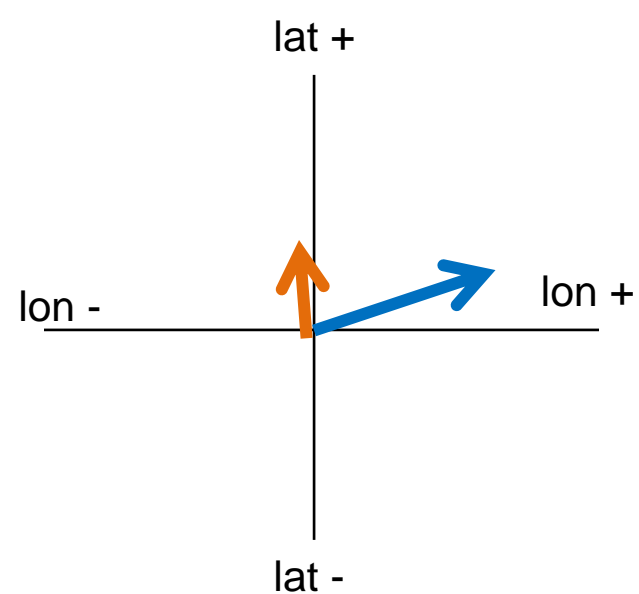
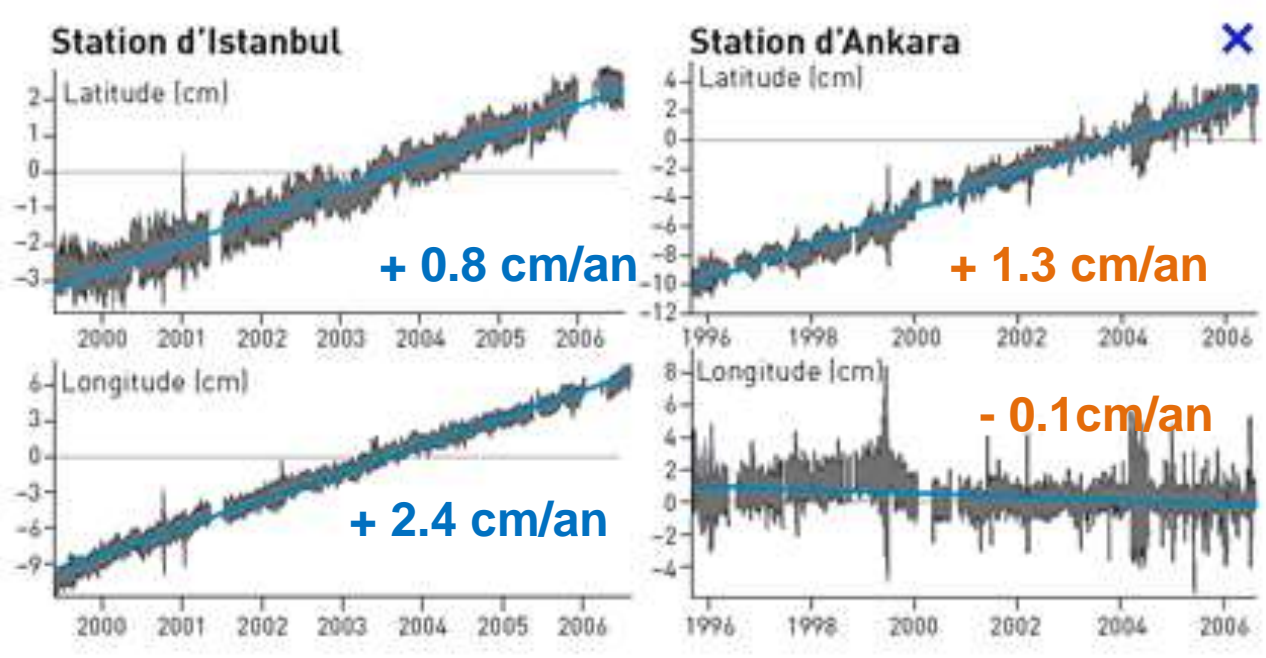




Document 2. Données GPS pour les stations d'Istanbul et Ankara.

→ Question 2. En déduire la cause des séismes qui se produisent dans le Nord de la Turquie.





Document 2. Données GPS pour les stations d'Istanbul et Ankara.

→ Question 2. En déduire la cause des séismes qui se produisent dans le Nord de la Turquie.

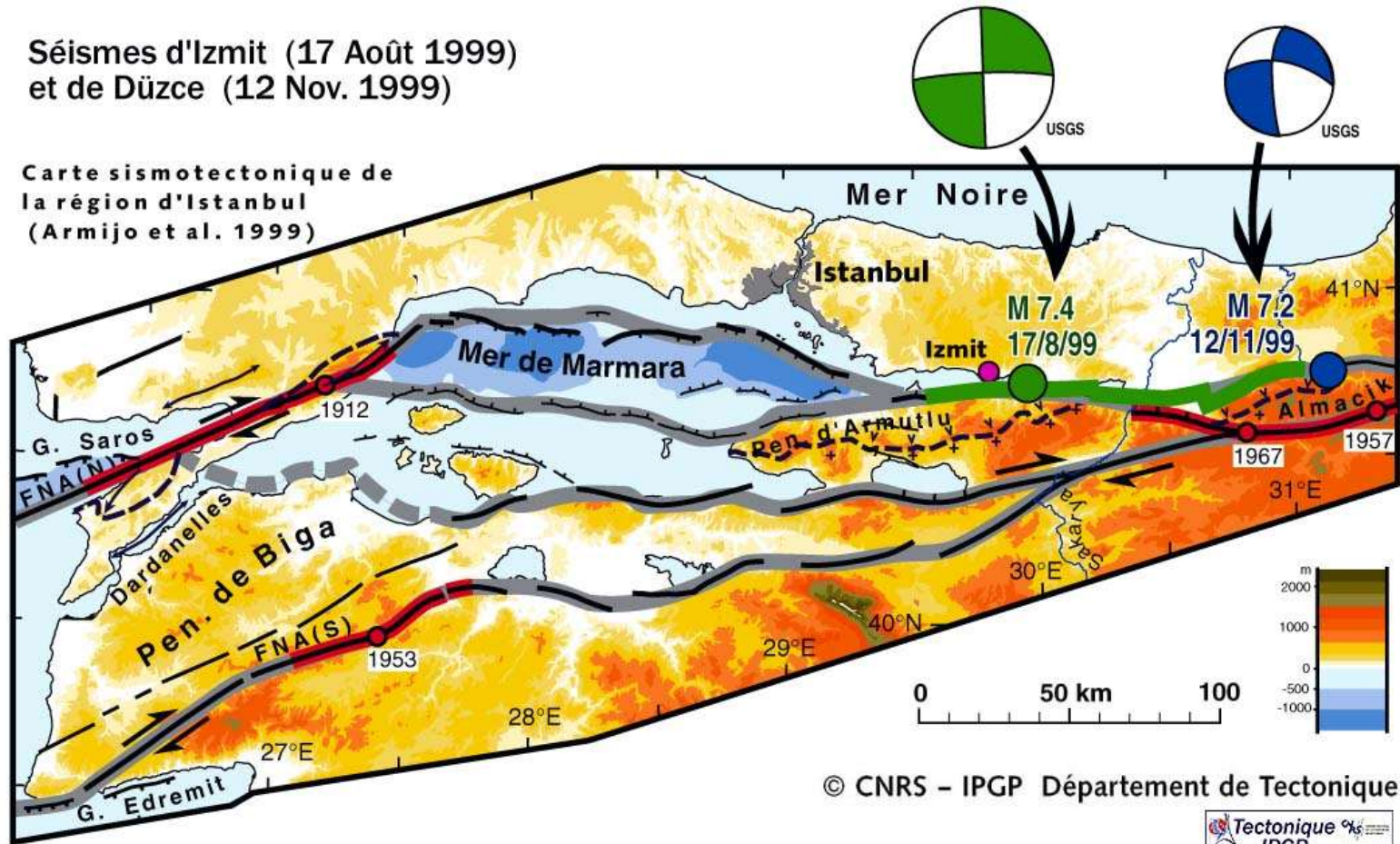


Déplacement d'Istanbul vers l'Est par rapport à Ankara → existence d'une faille entre les deux stations

Document 3. Caractéristiques des séismes d'Izmit et de Düzce (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)



→ Question 3. Déterminer le mécanisme au foyer pour les deux séismes et en déduire la nature de la faille mise en jeu.

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



→ Question 4a. Figurer les mouvements relatifs le long de la faille nord-anatolienne au niveau d'Izmit, puis à l'Ouest de la mer de Marmara.

→ Question 4b. En déduire les mouvements relatifs expliquant l'ouverture de la mer de Marmara et le figurer sur le document.

Document 4. Branche nord de la FNA et bassin relais (en pull-apart) de la mer de Marmara.



Document 4. Branche nord de la FNA et bassin relais (en pull-apart) de la mer de Marmara.

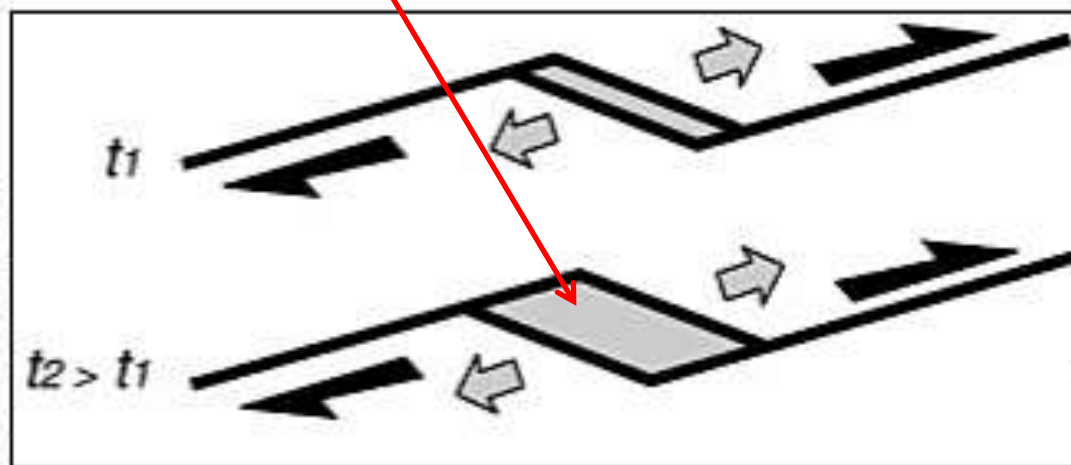


● Epicentres et magnitudes

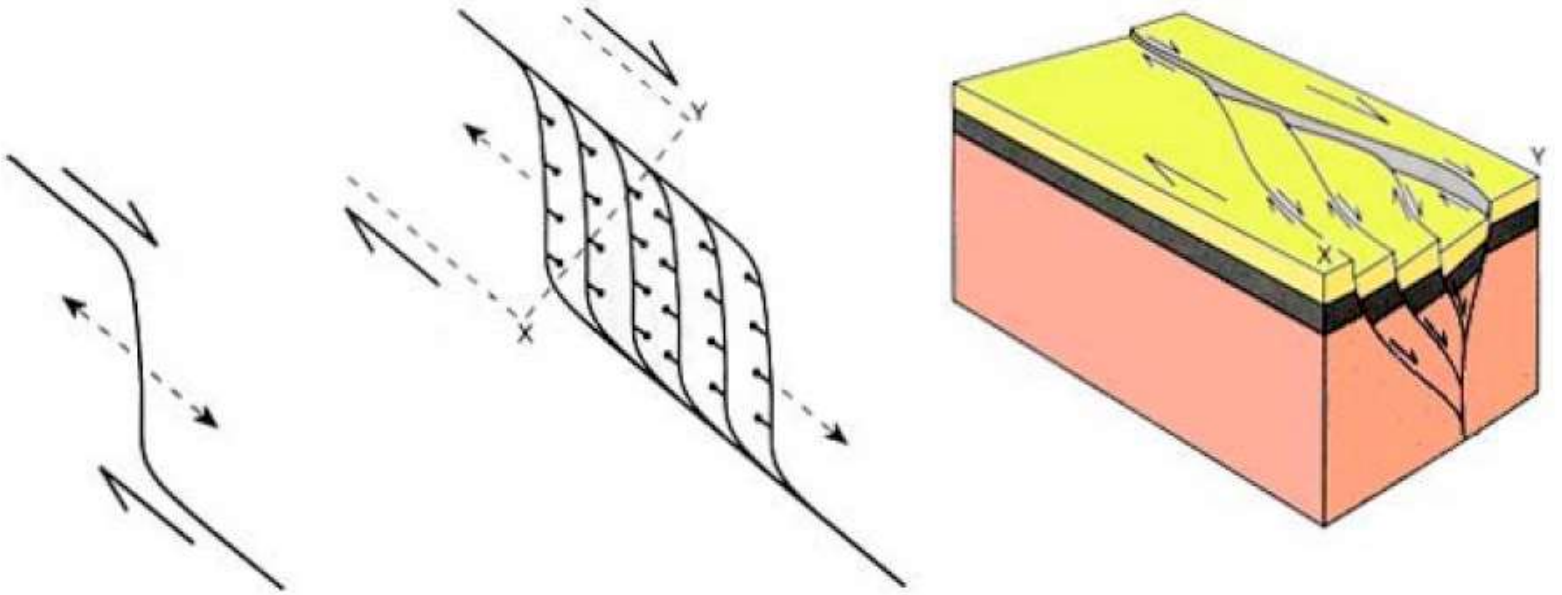
▬ Tronçons ayant joué

Bloc subsident

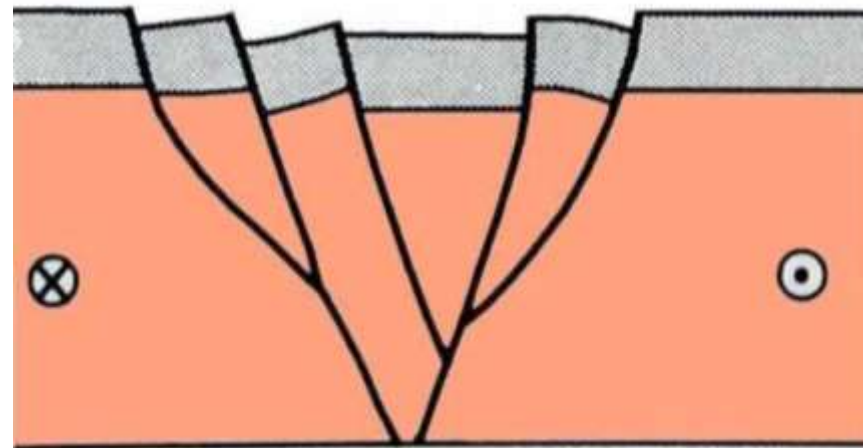
Ouverture progressive du relais de la mer de Marmara associé au mouvement dextre sur la branche nord de la faille nord-anatolienne (FNA)



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

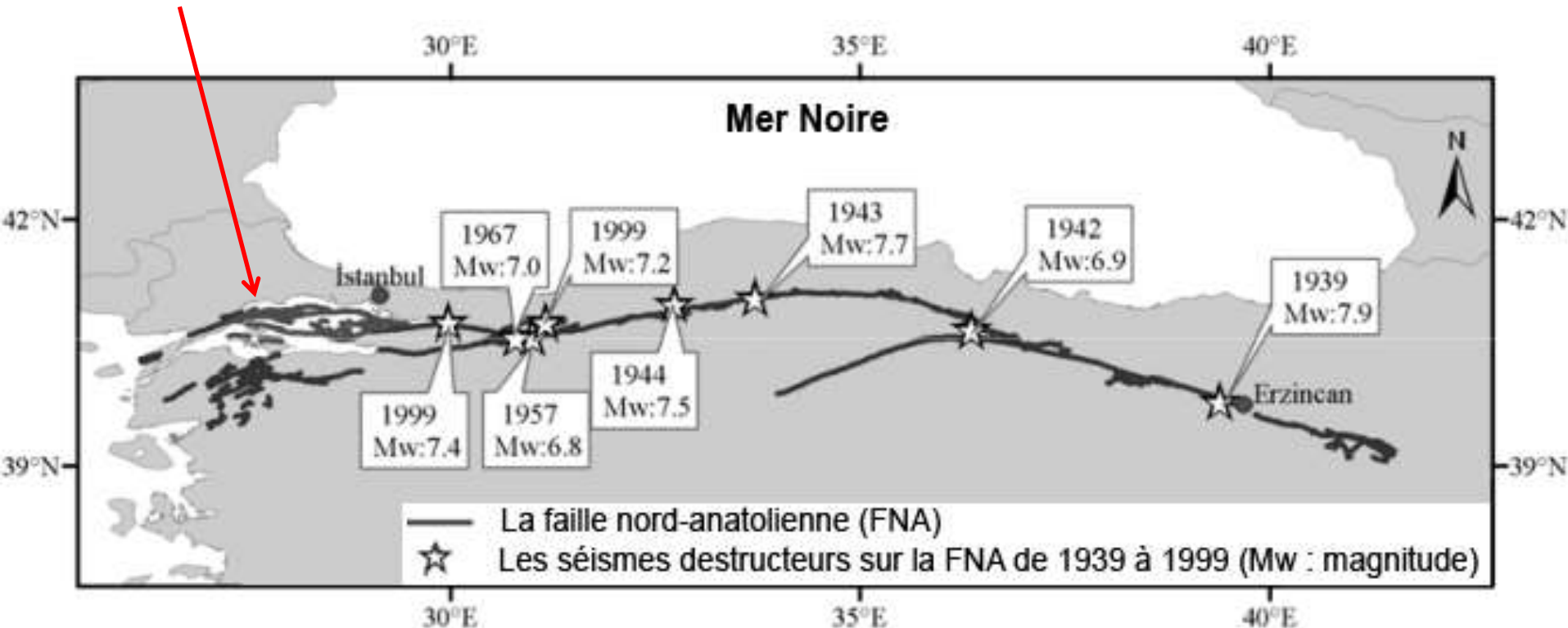


Structure en coupe



Document 5. Les séismes destructeurs le long de la faille nord-anatolienne (FNA) entre Erzurum et Istanbul, de 1939 à 1999.

Mer de Marmara

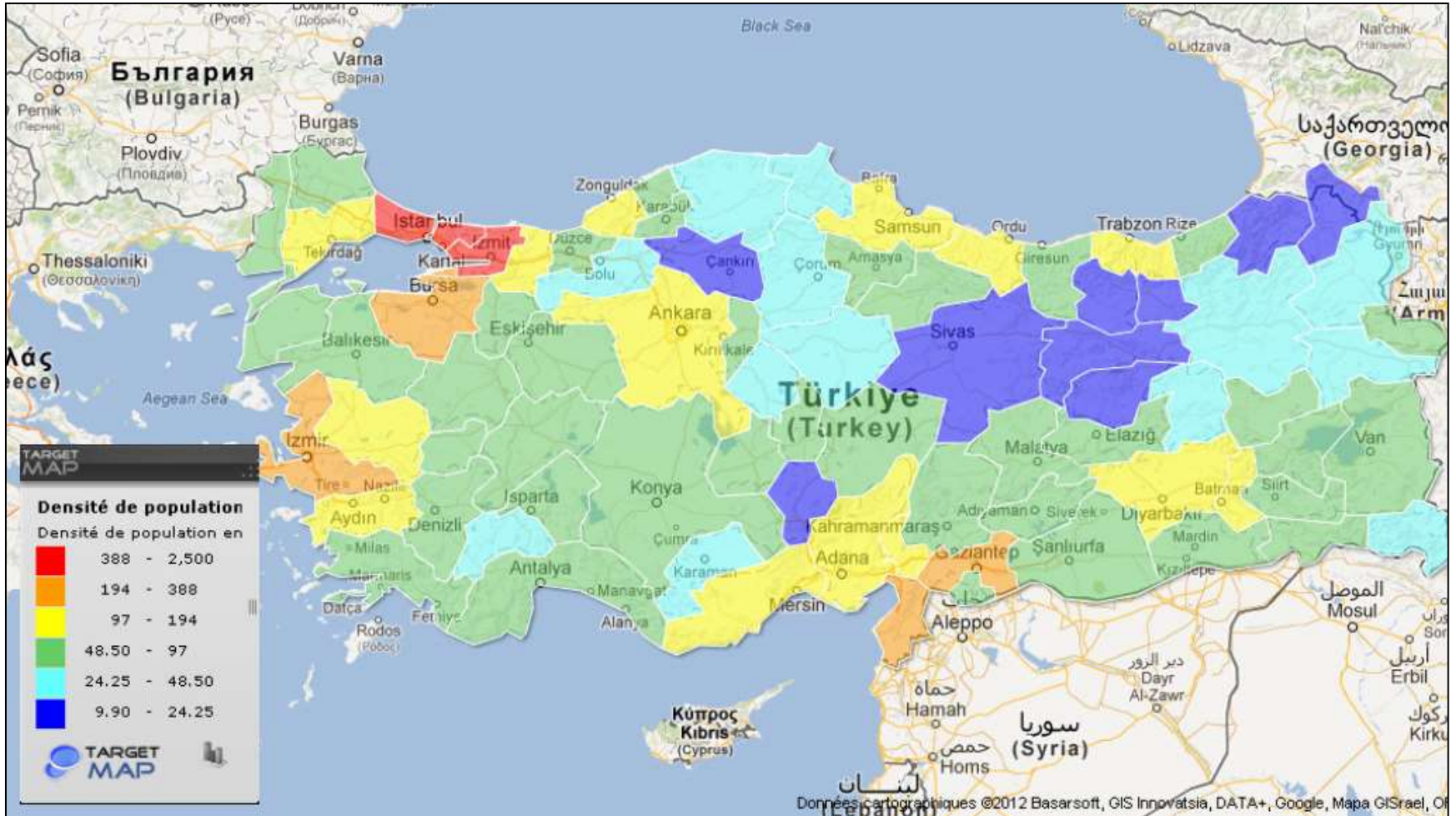


Source : *The Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 35, N°1A, janvier 2010

→ Question 5a. Analysez la localisation des séismes au cours du temps.

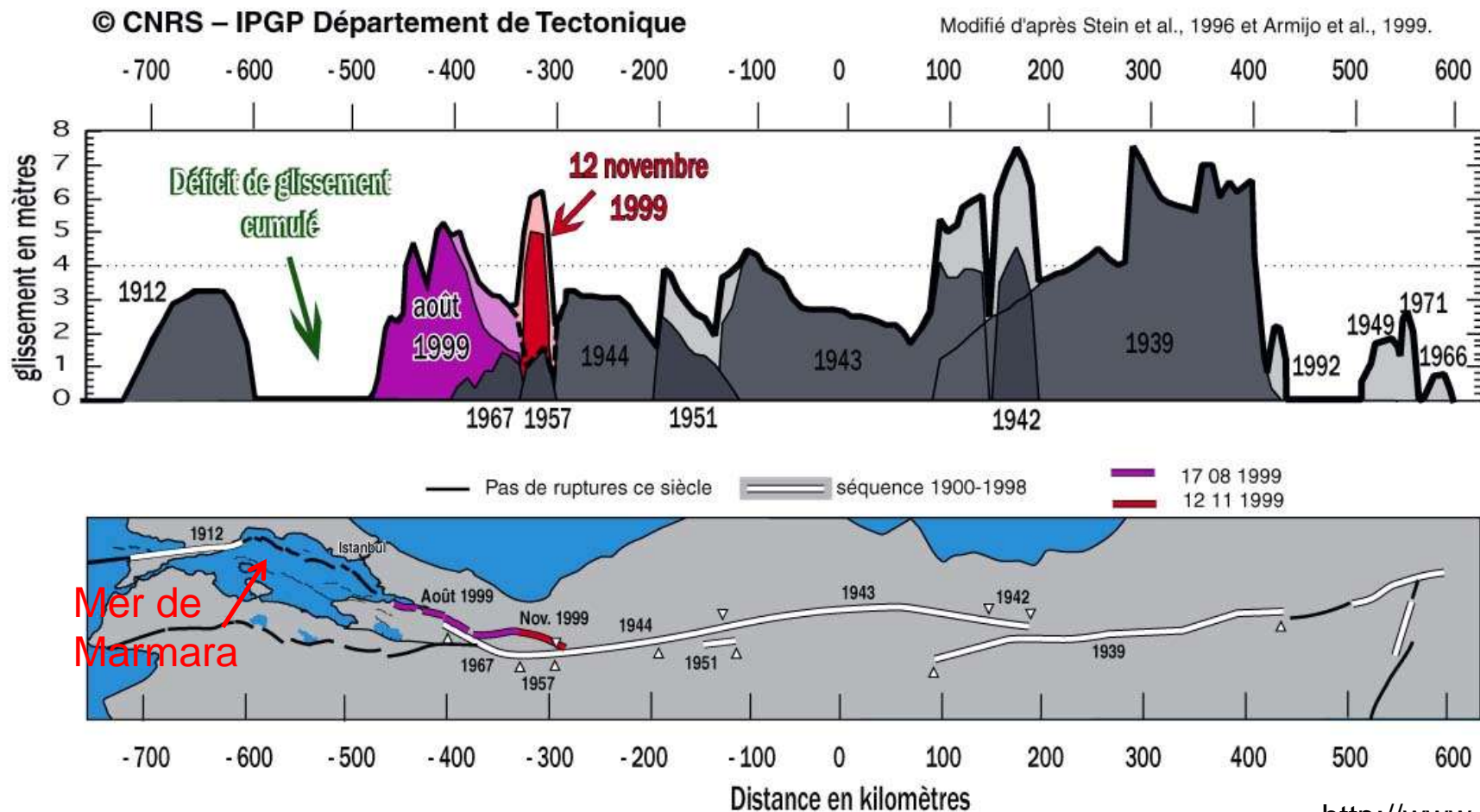
→ Question 5b. Ce constat est-il utile à l'estimation des enjeux, de l'aléa, du risque sismique ?

Document 6. Carte de densité de population en Turquie.



→ Question 6. Utilisez les données des documents 6 et 7 pour argumenter les notions d'aléa, d'enjeux et de risque sismique associés au fonctionnement de la faille nord-anatolienne dans la région d'Istanbul.

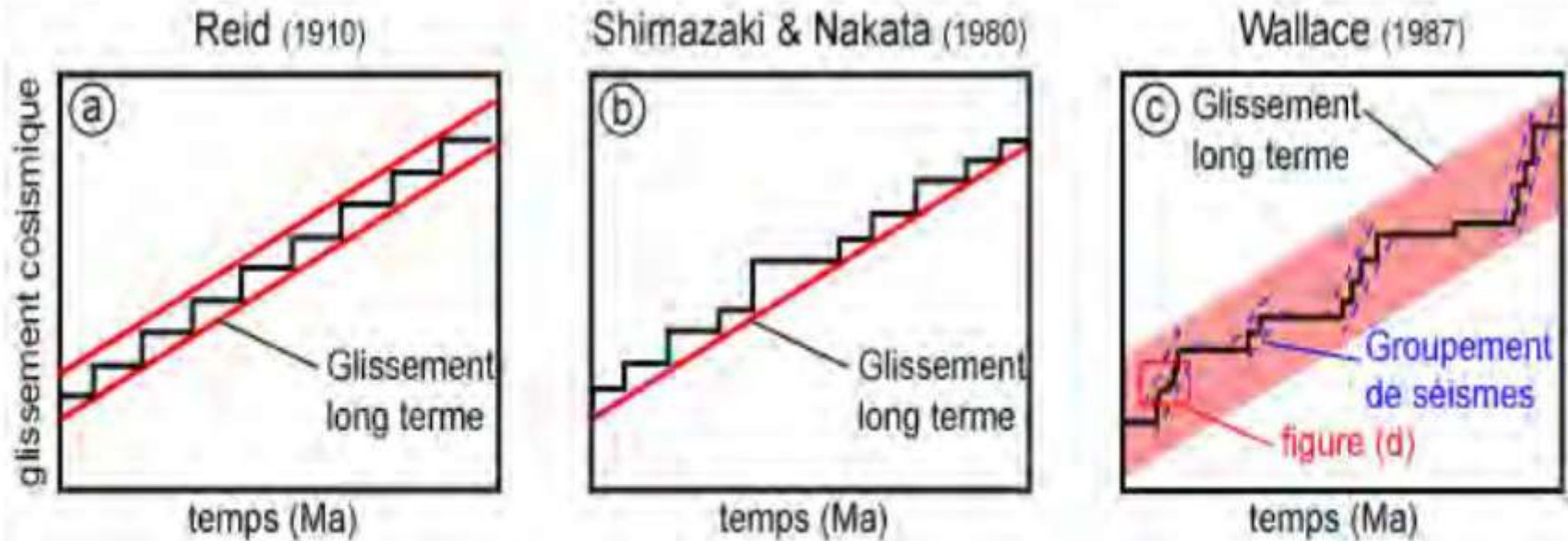
Document 7. Déplacement associé aux différents grands séismes du XXe siècle, en fonction de leur position le long de la FNA.



→ Question 6. Utilisez les données des documents 6 et 7 pour argumenter les notions d'aléa, d'enjeux et de risque sismique associés au fonctionnement de la faille nord-anatolienne dans la région d'Istanbul.

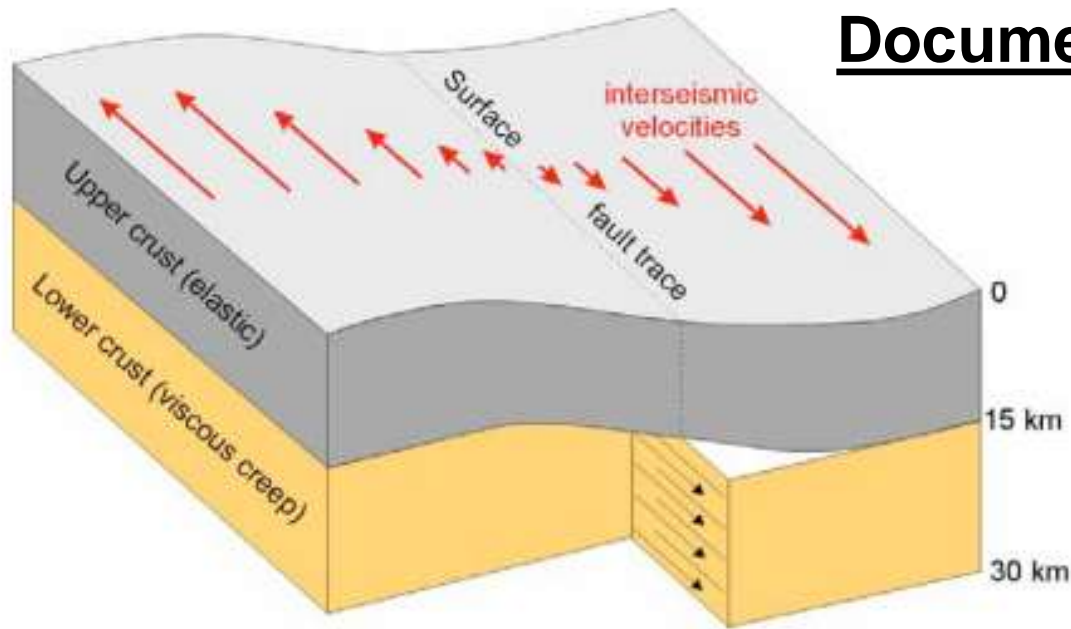
<http://www.ipgp.fr/~lacassin/WebTecto/rech/tectorcherche/IzmitWEB/TurquieSeismAouNov/NAFsequence.jpg>

La récurrence des séismes



modèles d'accommodation de la déformation par récurrence de séismes : (a) le cycle sismique est complètement périodique, (b) le temps de récurrence est prévisible en fonction du glissement cosismique, (c) les « cluster de séismes » rendent l'estimation du glissement long terme extrêmement difficile.

Document 9. Un cycle sismique.

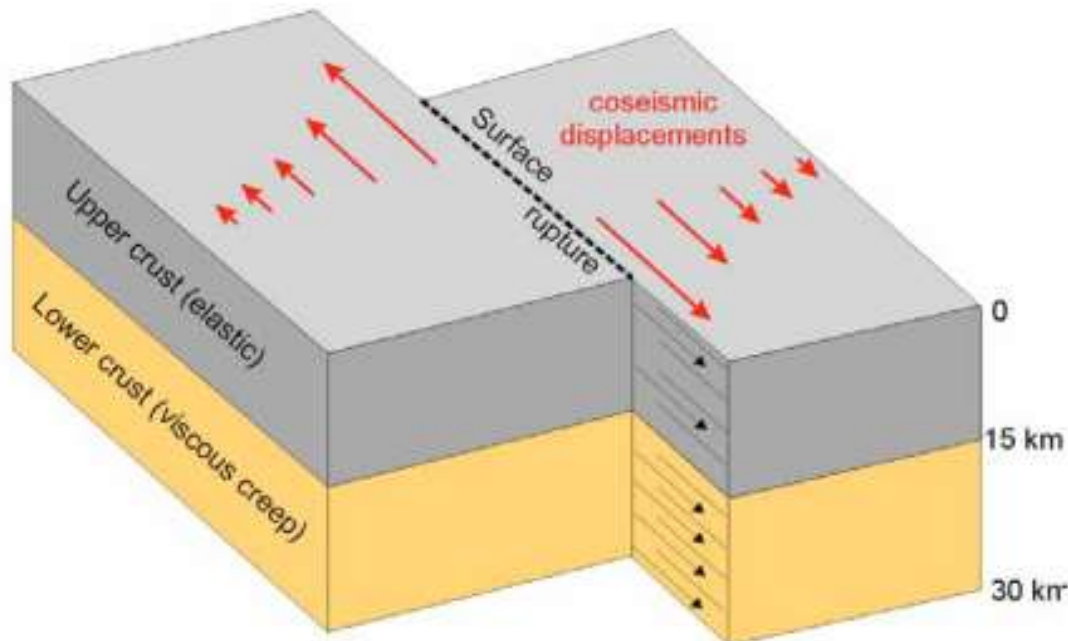


Entre séismes :

- faille bloquée dans la croûte supérieure → accumulation de contraintes, déformation élastique
- fluage aiséismique de la croûte profonde et dissipation des contraintes

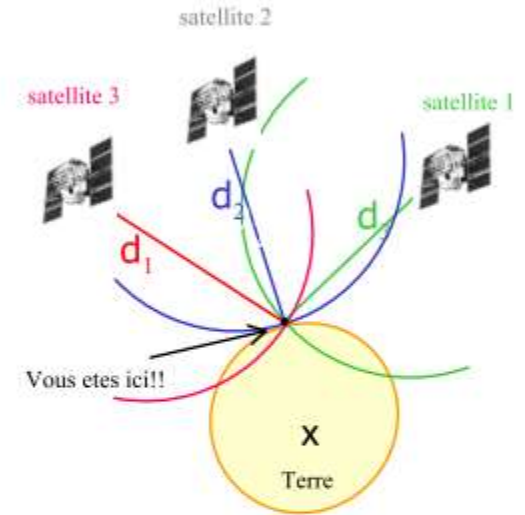
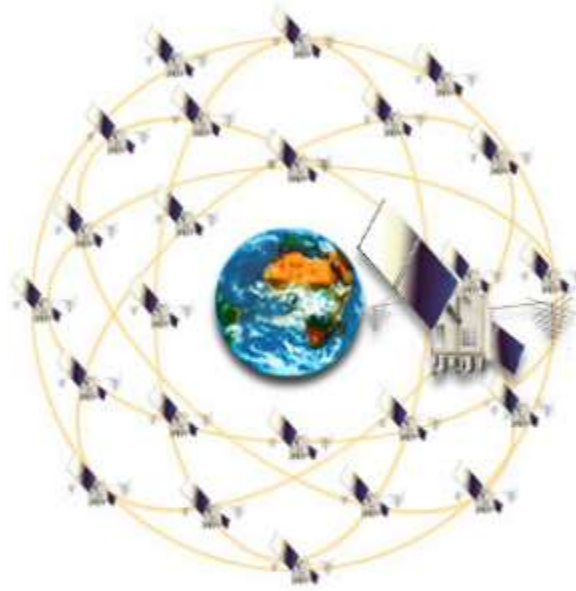
Lorsque le seuil de rupture est atteint un séisme se produit :

- glissement instantané le long du plan de faille → la déformation élastique accumulée est brutalement relâchée : diminution brutale de la valeur de la contrainte



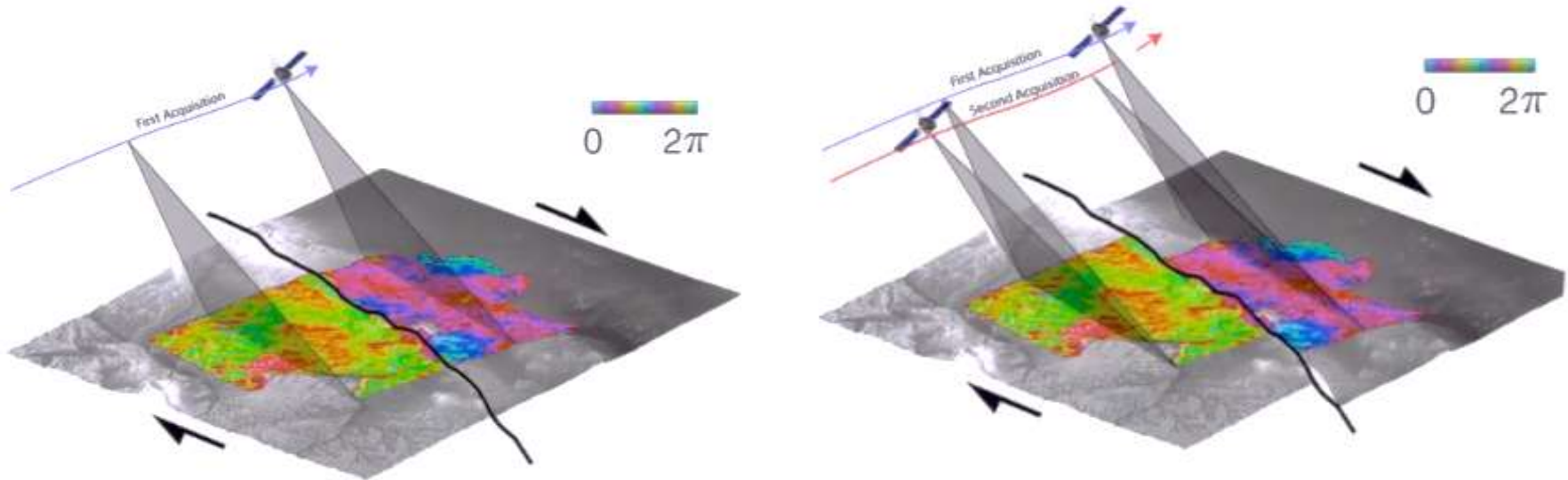
Après l'arrêt du déplacement, accumulation de contraintes reprend : un nouveau cycle est initié

Le GPS



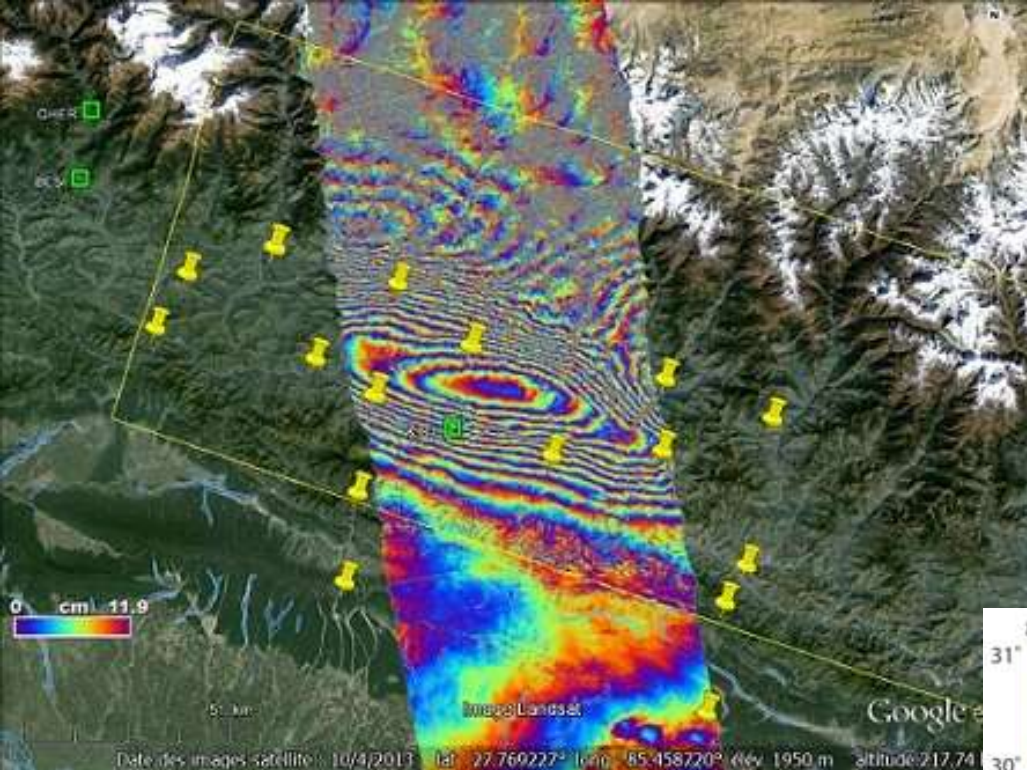
- Une constellation de 24 satellites qui émettent un signal radio
- Des antennes et récepteurs capables de décoder ces signaux et de les transcrire en des distances satellite-récepteur
- 3 satellites \Rightarrow une position (en fait 4 satellites car le temps est aussi une inconnue...)
- Précision:
 - Récepteur à \$100 et temps réel \Rightarrow 100 m
 - Récepteur à \$10 000 et post-traitement \Rightarrow 1 mm...

L'interférométrie radar

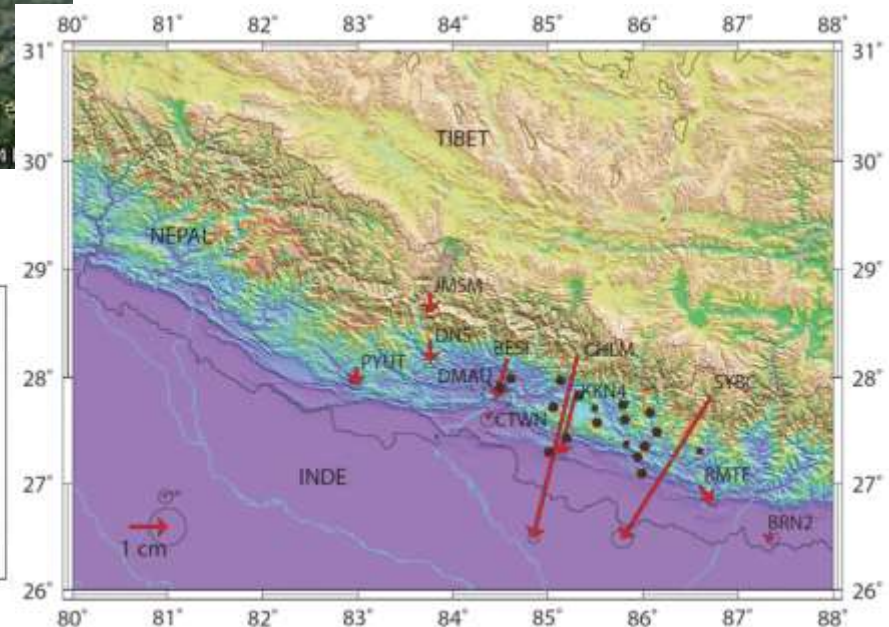


- Émission d'un signal radar par un satellite, réception par le même satellite
- Mesure du temps de trajet satellite-sol-satellite
⇒ distance sol-satellite.
- Comparaison de cette mesure de distance entre avant et après un séisme ⇒ mesure du mouvement ("statique") du sol dû au séisme
- Cartographie précise de la déformation co-sismique
- Limitations: mesure 1-D, végétation et relief.

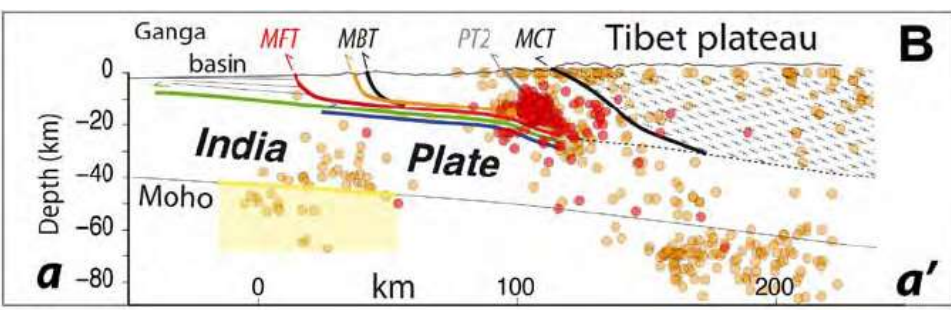
Image en interférométrie radar de la déformation cosismique de la région de Katmandou après le séisme de 2015



<https://www.isterre.fr/annuaire/pages-web-du-personnel/jean-louis-mugnier/le-grand-seisme-du-25-avril-2015-au-nepal/article/les-mesures-effectuees-apres-le-seisme.html>

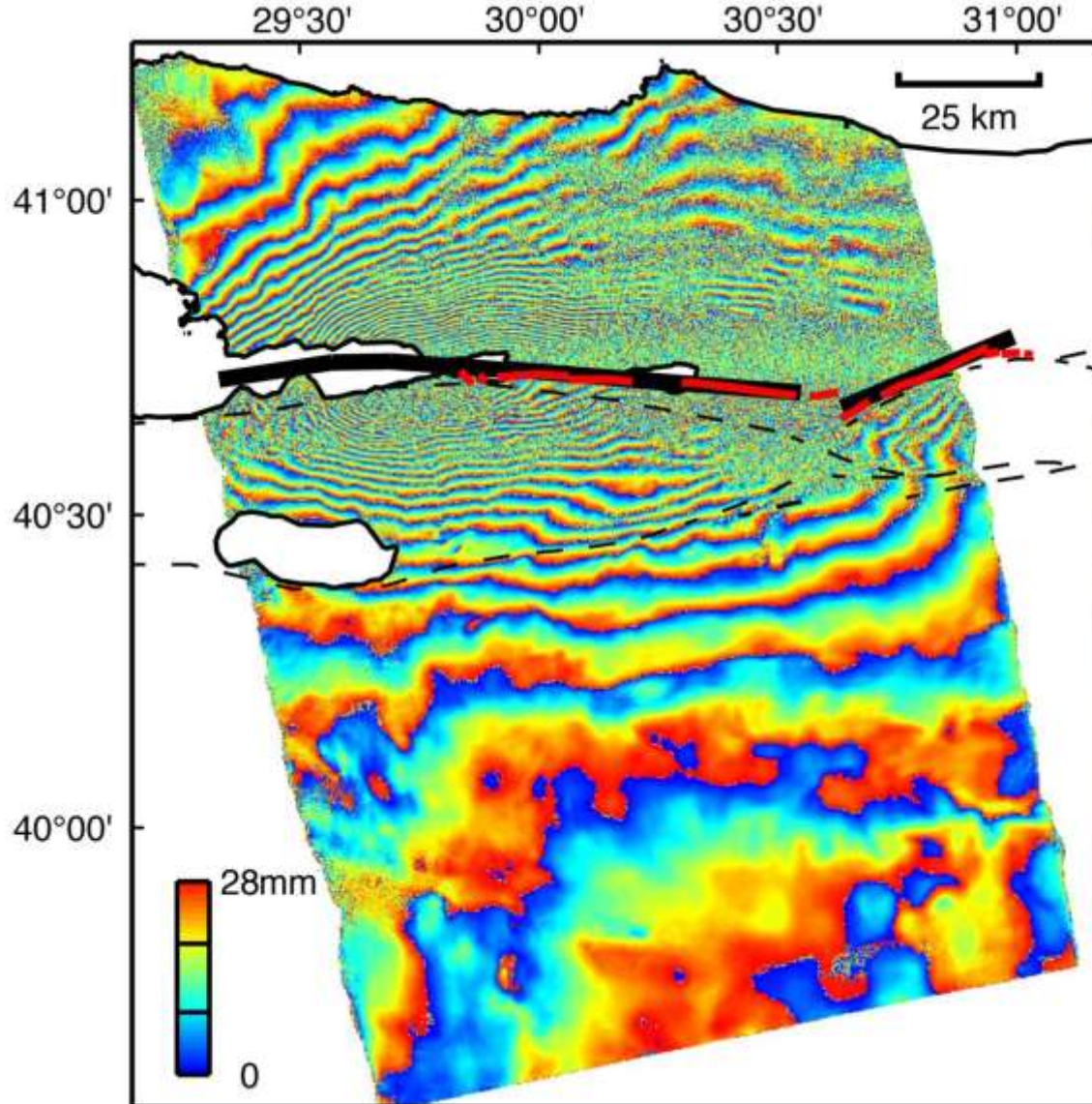


Mesures de vecteurs déplacements par GPS dans les 100 jours consécutifs au séisme



Coupe schématique du plan de rupture

Image en interférométrie radar de la déformation cosismique de la région d'Izmit après le séisme de 1999



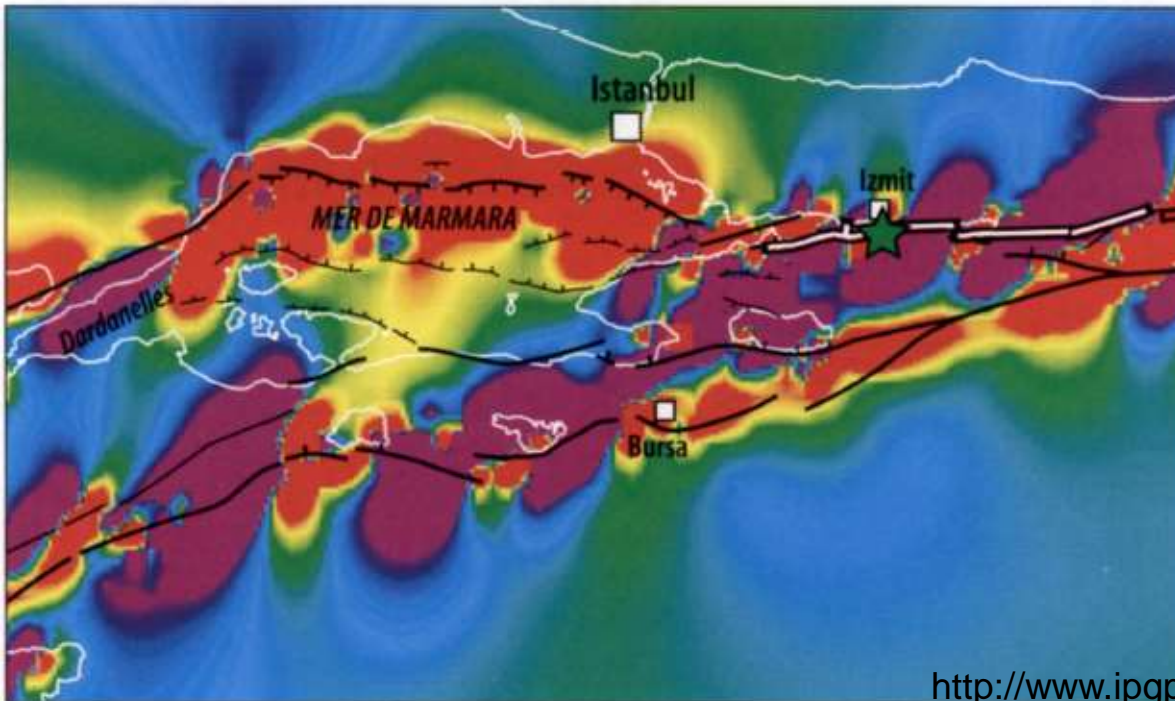
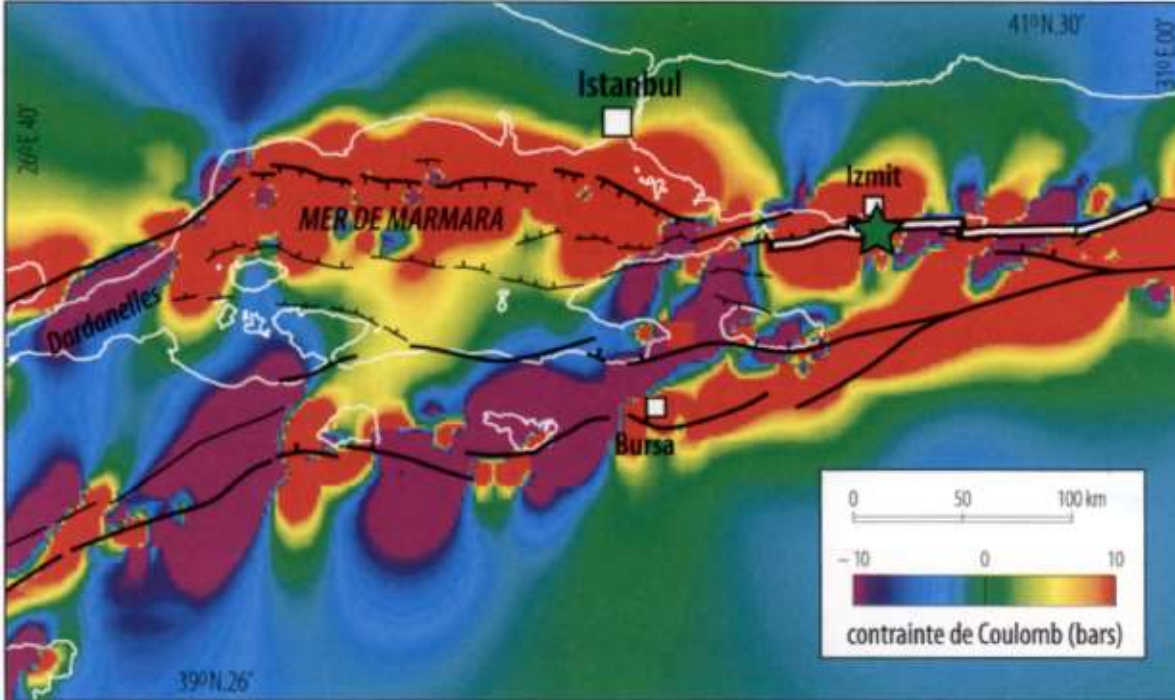
Chaque frange ou cycle de couleur représente un déplacement de 28 mm en direction du satellite (une demi-longueur d'onde du radar). Les droites rouges représentent la localisation des ruptures de la faille en surface.

L'interférogramme montre que la déformation et le glissement le long de la faille s'étendent à l'Ouest des failles de surface, sous le Golfe d'Izmit.

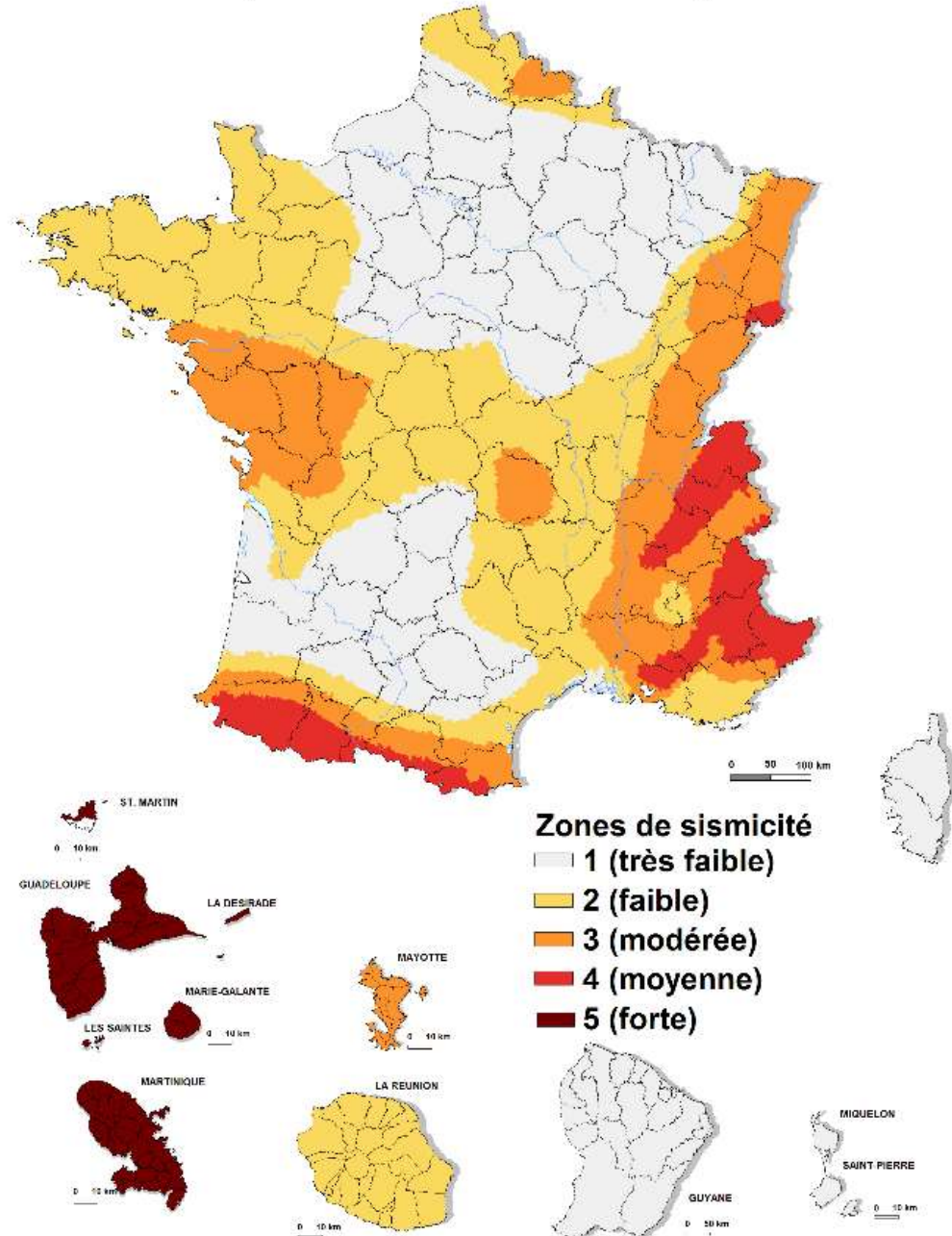
Les droites noires représentent les ruptures déduites des données d'interférométrie.

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.



L'aléa sismique de la France



- Zones de sismicité**
- 1 (très faible)
 - 2 (faible)
 - 3 (modérée)
 - 4 (moyenne)
 - 5 (forte)

Aléa	Mouvement du sol
1 très faible	accélération < 0.7 m/s ²
2 faible	0.7 m/s ² ≤ accélération < 1.1 m/s ²
3 modéré	1.1 m/s ² ≤ accélération < 1.6 m/s ²
4 moyen	1.6 m/s ² ≤ accélération < 3.0 m/s ²
5 fort	accélération ≥ 3.0 m/s ²



SI VOUS VIVEZ DANS UNE
ZONE SISMIQUE,



PENSEZ À PRENDRE QUELQUES PRÉCAUTIONS :



Repérez les points de coupure du gaz, eau, électricité.



Fixez les appareils et les meubles loyaux afin qu'ils ne soient pas projetés ou renversés.



Étudiez l'opportunité de réaliser un diagnostic de vulnérabilité de votre bâtiment et, le cas échéant, les mesures possibles de renforcement.



Adoptez les bonnes pratiques numériques en situation d'urgence. RDV sur : www.gouvernement.fr/risques/medias-sociaux

Réduire la vulnérabilité



PENDANT LES SECOURSES



N'allez pas chercher vos enfants : ils sont pris en charge par les équipes pédagogiques et les secours en milieu scolaire et périscolaire.

SI VOUS VOUS TROUVEZ À L'INTÉRIEUR D'UN BÂTIMENT



Abritez-vous près d'un mur, d'une structure porteuse ou sous des meubles solides.



Eloignez-vous des fenêtres pour éviter les bris de verre.



Si vous êtes au rez de chaussée et à proximité de la sortie, et seulement dans ce cas, sortez du bâtiment éloignez-vous.

SI VOUS VOUS TROUVEZ À L'EXTÉRIEUR



Ne restez pas à proximité des fils électriques ou de ce qui peut s'effondrer : ponts, comices, toitures, cheminées, etc.

EN VOITURE



Arrêtez-vous, mais jamais à proximité d'un pont, de bâtiments, d'arbres... Ne sortez pas avant la fin de la secousse.



Attention, après une première secousse, méfiez-vous toujours des répliques : il peut y avoir d'autres secousses.



APRÈS LE SEISME



Sortez avec précaution des bâtiments et restez éloignés de ce qui peut s'effondrer.



Évitez de téléphoner pour ne pas encombrer les réseaux de communication.



N'empruntez pas les ascenseurs.



Ne fumez pas, ne provoquez ni flamme ni étincelle.

→ Sensibiliser les populations sur la conduite à adopter en cas de séisme

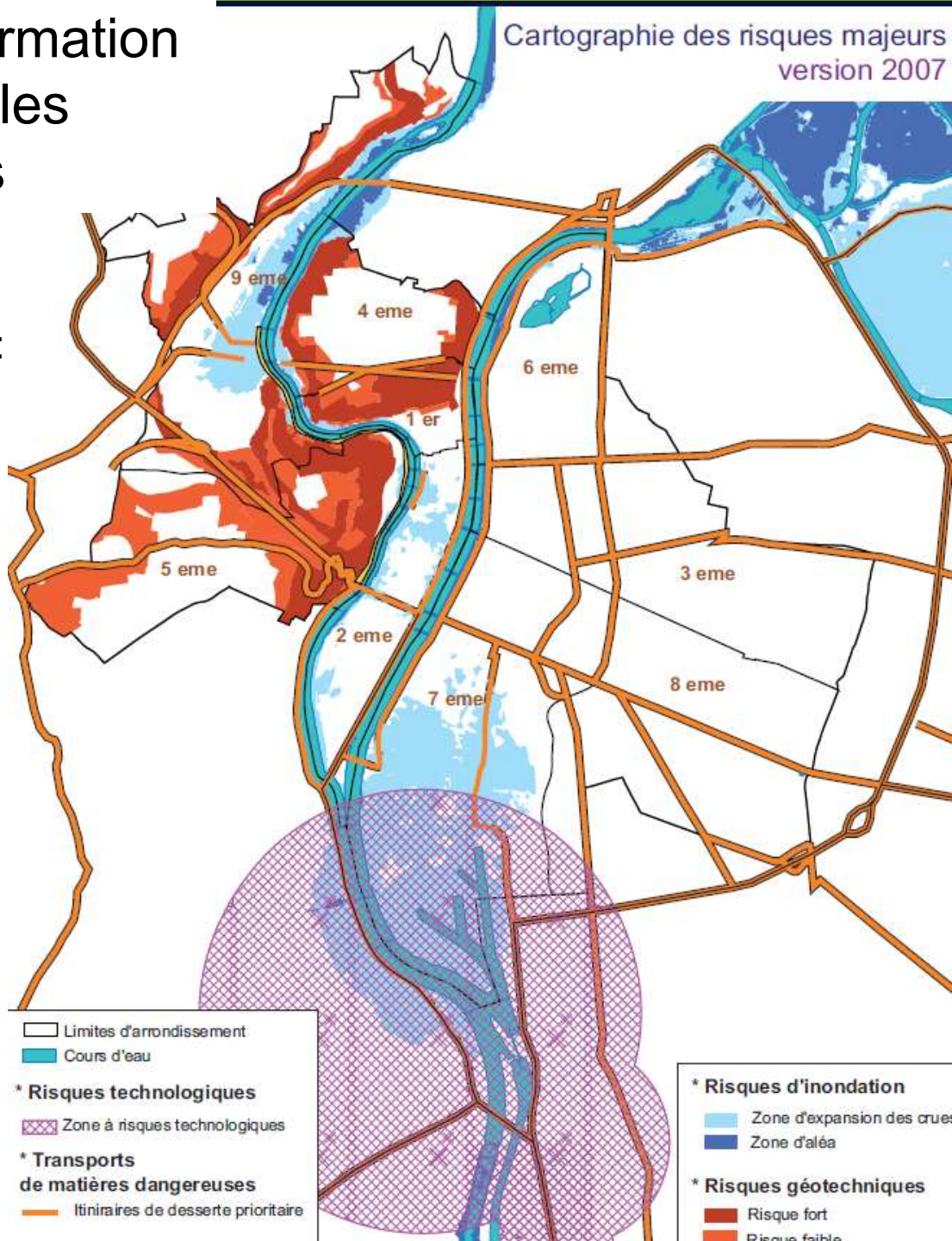


Document d'Information Communale sur les Risques Majeurs

La ville de Lyon est
exposée à
5 risques majeurs :

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

Cartographie des risques majeurs
version 2007



INONDATIONS

..... Actions de la Ville
En cas d'alerte inondation déclenchée par la procédure de "Vigi" 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 Sauvotage.

..... Localisation
La Saône
Ses crues sont caractérisées par des montées lentes du niveau d'eau. Les bas ports, parkings, périmètres d'habitation ou recevant 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 recevant du public peuvent être inondés.

Les crues marquent à Lyon :
1955 : crue de la Saône (6,50 m au pont La Feuillée)
Mars 2001 : crue de la Saône (5,55 m au pont La Feuillée)

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

Evacuez le site. Respectez les consignes de sécurité.	Ne stationnez pas. Suivez les lignes pour les secours.	Interdiction de fumer.
Interdiction de stationner pour ne pas gêner les secours.	N'allez pas chercher vos véhicules à l'école, les problèmes vous en chargeront.	Ne vous gardez pas.

MOUVEMENT DE TERRAIN

..... 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 balms*. 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 balms.

De nombreuses visites préventives sont régulièrement effectuées sur le terrain. Des balms ont été affectés de classements et d'obligations particulières.

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

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

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

Evacuez le site. Respectez les consignes de sécurité.	Ne stationnez pas. Suivez les lignes pour les secours.	Ne fumez pas. Ne laissez pas les balms sans surveillance. Ne prenez pas l'ascenseur.
Interdiction de stationner pour ne pas gêner les secours.	N'allez pas chercher vos véhicules à l'école, les problèmes vous en chargeront.	Evacuez votre véhicule de la zone dangereuse. Respectez le lieu de regroupement.

*** Risques technologiques**

Zone à risques technologiques

*** Transports de matières dangereuses**

Itinéraires de desserte prioritaire

*** Risques d'inondation**

- Zone d'expansion des crues
- Zone d'aléa

*** Risques géotechniques**

- Risque fort
- Risque faible

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

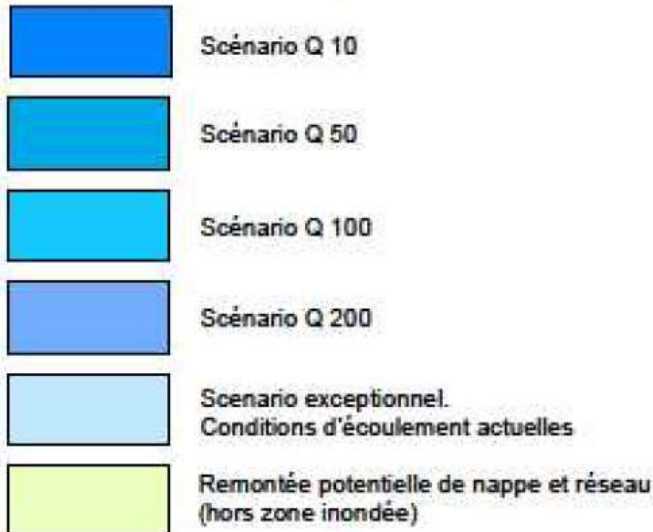
PPRN pour les inondations du Rhône et de la Saône : cartographie des aléas

<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>

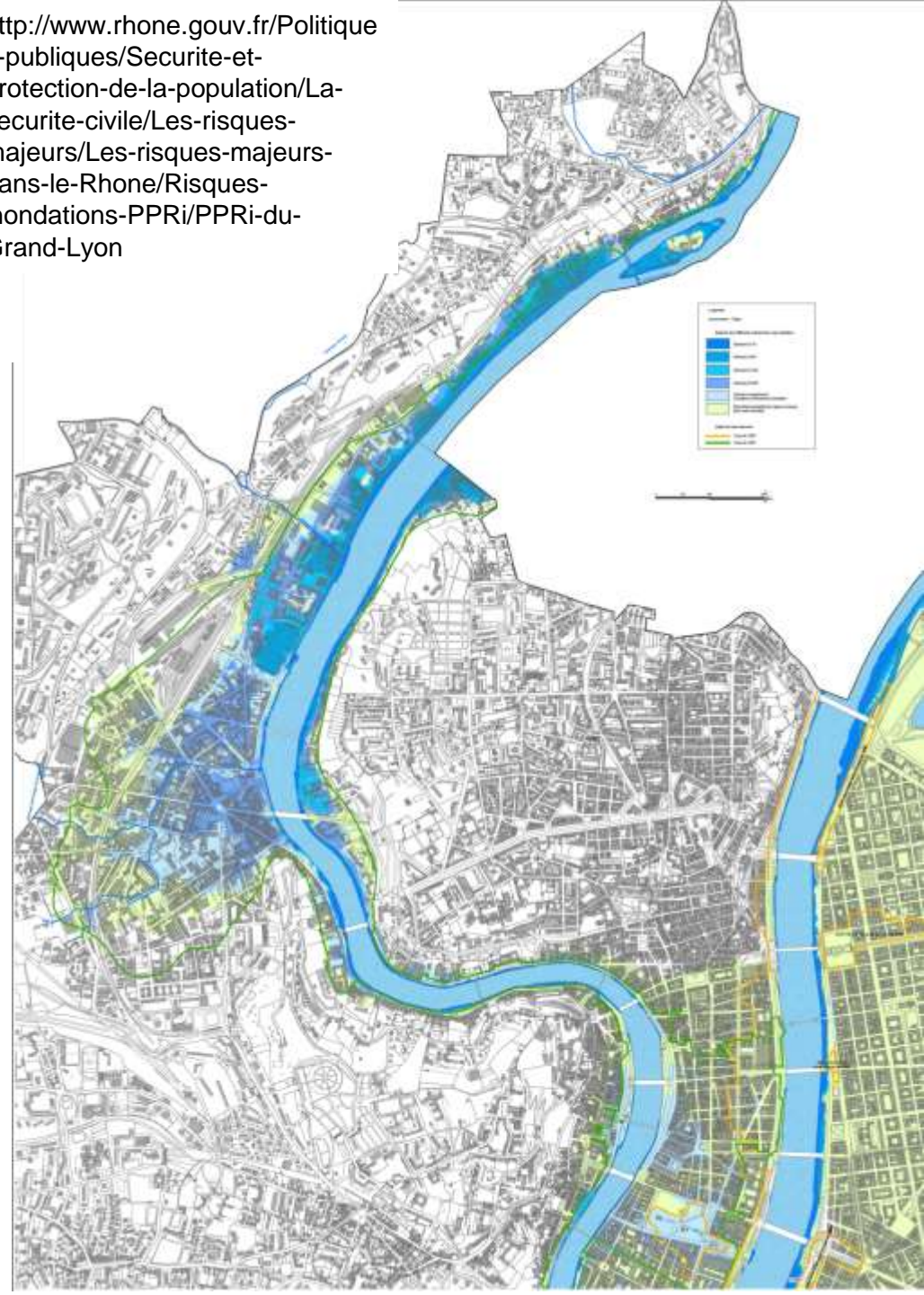
Légende

— Digue

Emprise des différents scénarii des crues étudiées













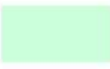

























Limite de crue observée

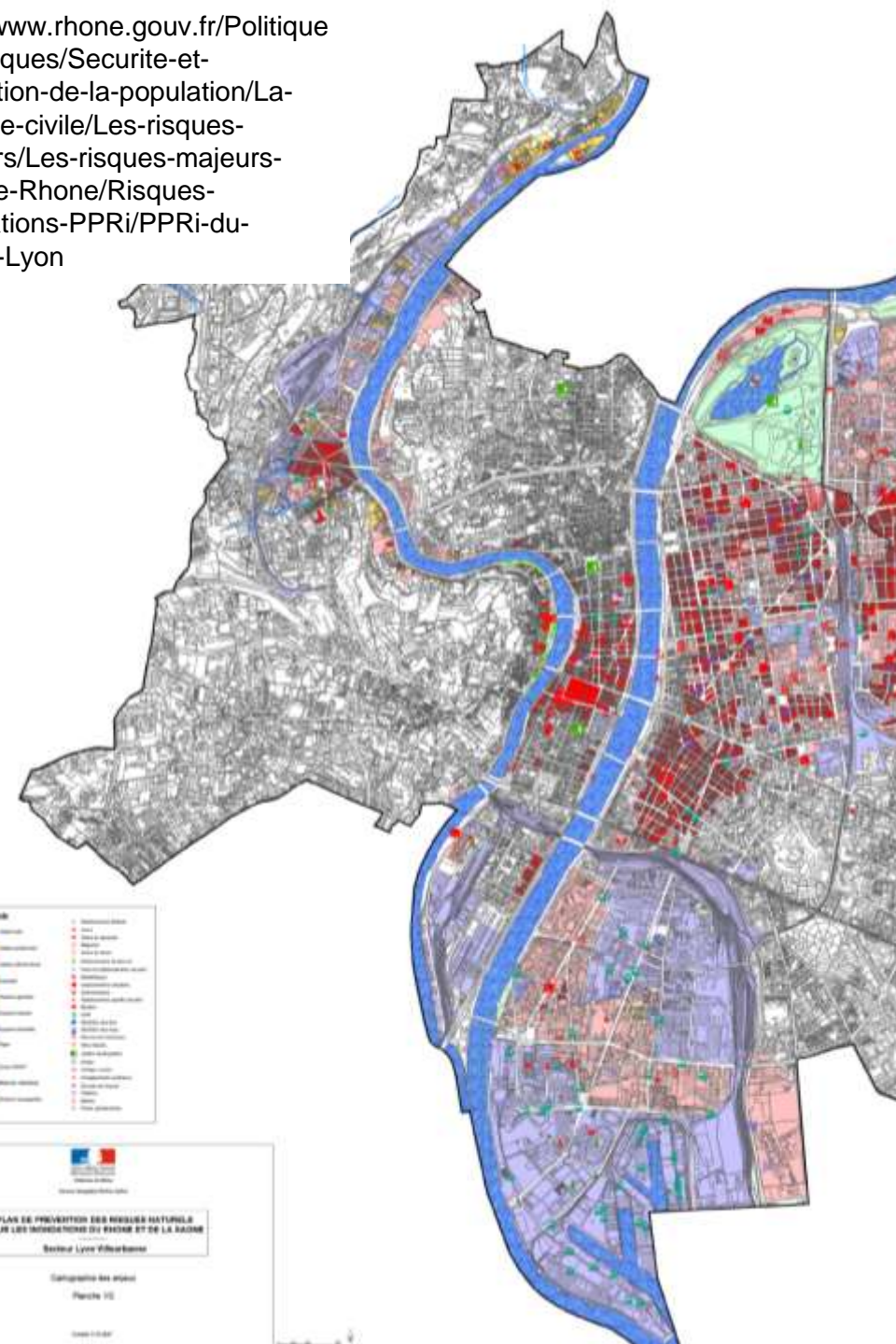


PPRN pour les inondations du Rhône et de la Saône : cartographie des enjeux

<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>

Légende

	Habitat isolé		Etablissements flottants
	Habitat pavillonnaire		Gares
	Habitat collectif dense		Salles de spectacle
	Centralité		Magasins
	Espaces agricoles		Salles de danse
	Espaces naturels		Etablissements de plein air
	Espaces d'activités		Parcs de Stationnements couverts
	Digue		Bibliothèques
	Zones ZNIEFF		Etablissements sanitaires
	Réserves volontaires		Administrations
	Secteurs sauvegardés		Etablissements sportifs couverts
			Musées
			ICPE
			SEVESO seuil bas
			SEVESO seuil haut
			Monuments historiques
			Sites classés
			Jardins remarquables
			Ecoles
			Collèges, lycées
			Enseignements supérieurs
			Services de secours
			Hopitaux
			Mairies
			Police, gendarmeries



Légende	
	Habitat isolé
	Habitat pavillonnaire
	Habitat collectif dense
	Centralité
	Espaces agricoles
	Espaces naturels
	Espaces d'activités
	Digue
	Zones ZNIEFF
	Réserves volontaires
	Secteurs sauvegardés




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

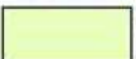
<http://www.rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Risques-inondations-PPRI/PPRI-du-Grand-Lyon>


Légende

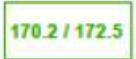
Zone non bâtie	R1	R1	R2	R3
Zone bâtie	R1	B1	B2	R3


Cru centennale Aléa fort Cru centennale Aléa moyen et faible Cru exceptionnelle Inondation rapide par rupture de digue

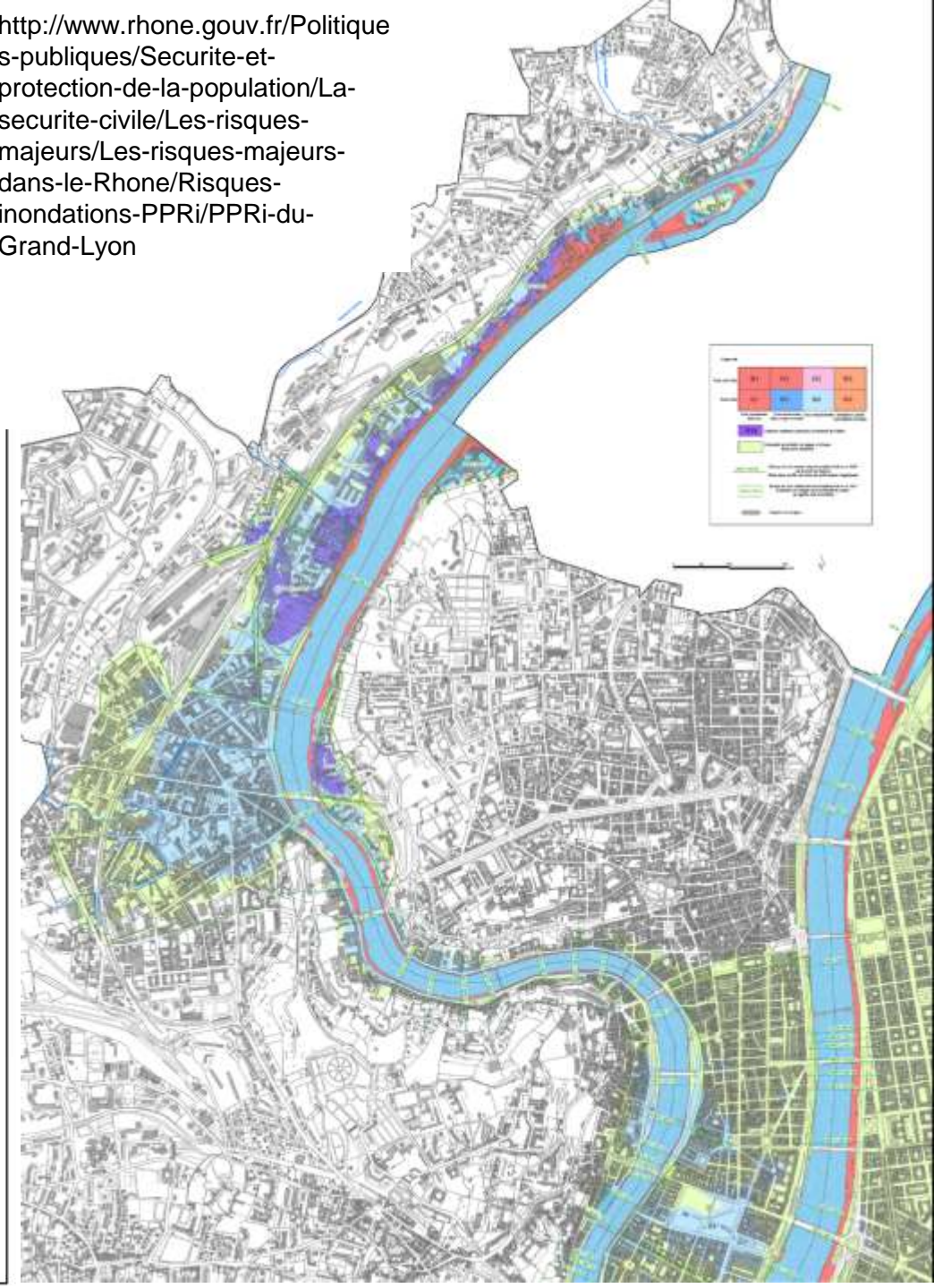
 **B1a** Secteurs centraux urbanisés en bordure de Saône

 Remontée potentielle de nappe et réseau (hors zone inondée)

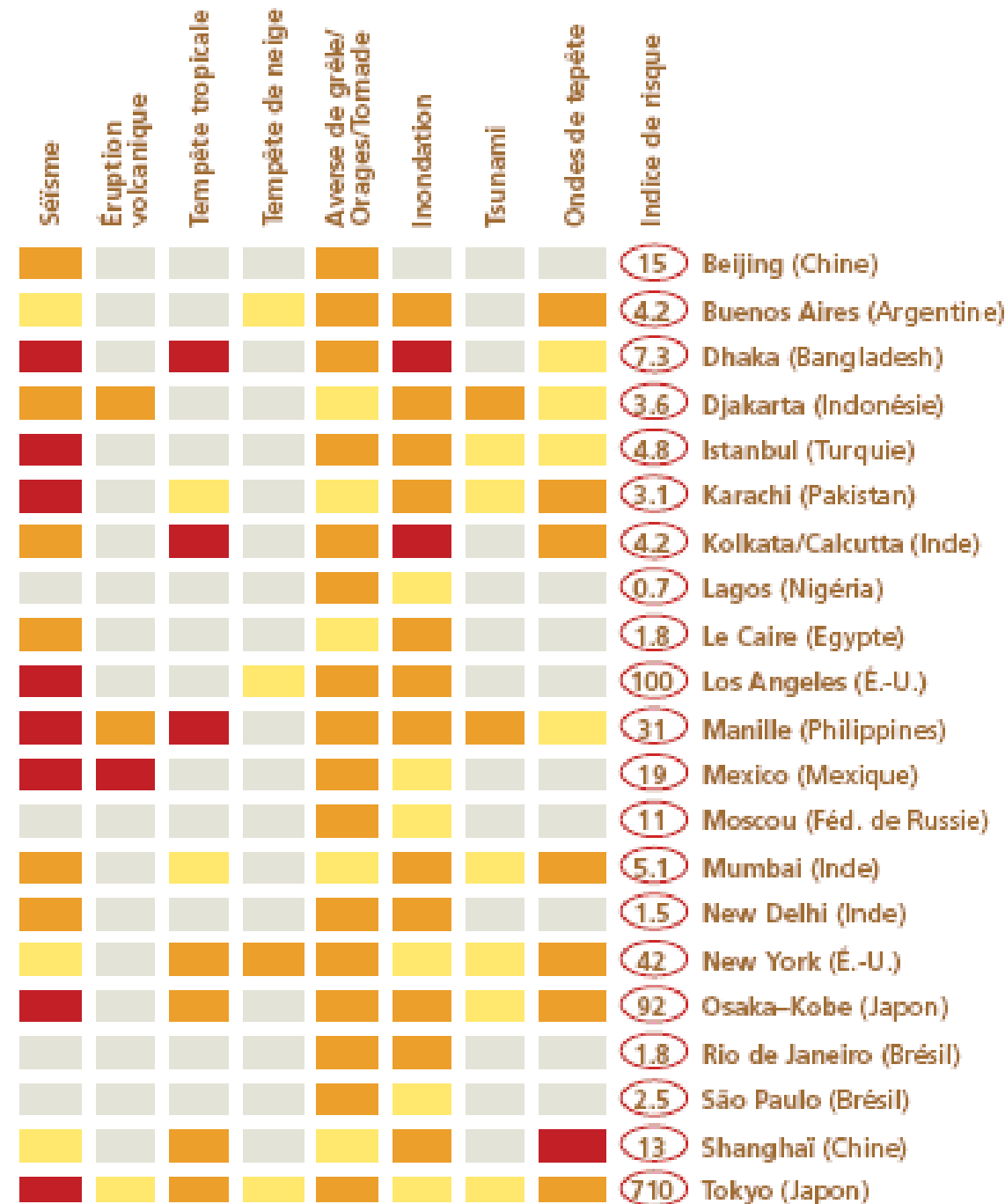
 **160.1 / 162.02** Niveau de crue centennale et exceptionnelle en m NGF sur le profil en travers. Entre deux profils, les cotes du profil amont s'appliquent

 **170.2 / 172.5** Niveau de crue centennale et exceptionnelle en m NGF à prendre en compte dans la totalité du casier. (ni signifie non inondable)

 Emprise de la digue



Vulnérabilité des 21 premières mégapoles mondiales aux aléas naturels.



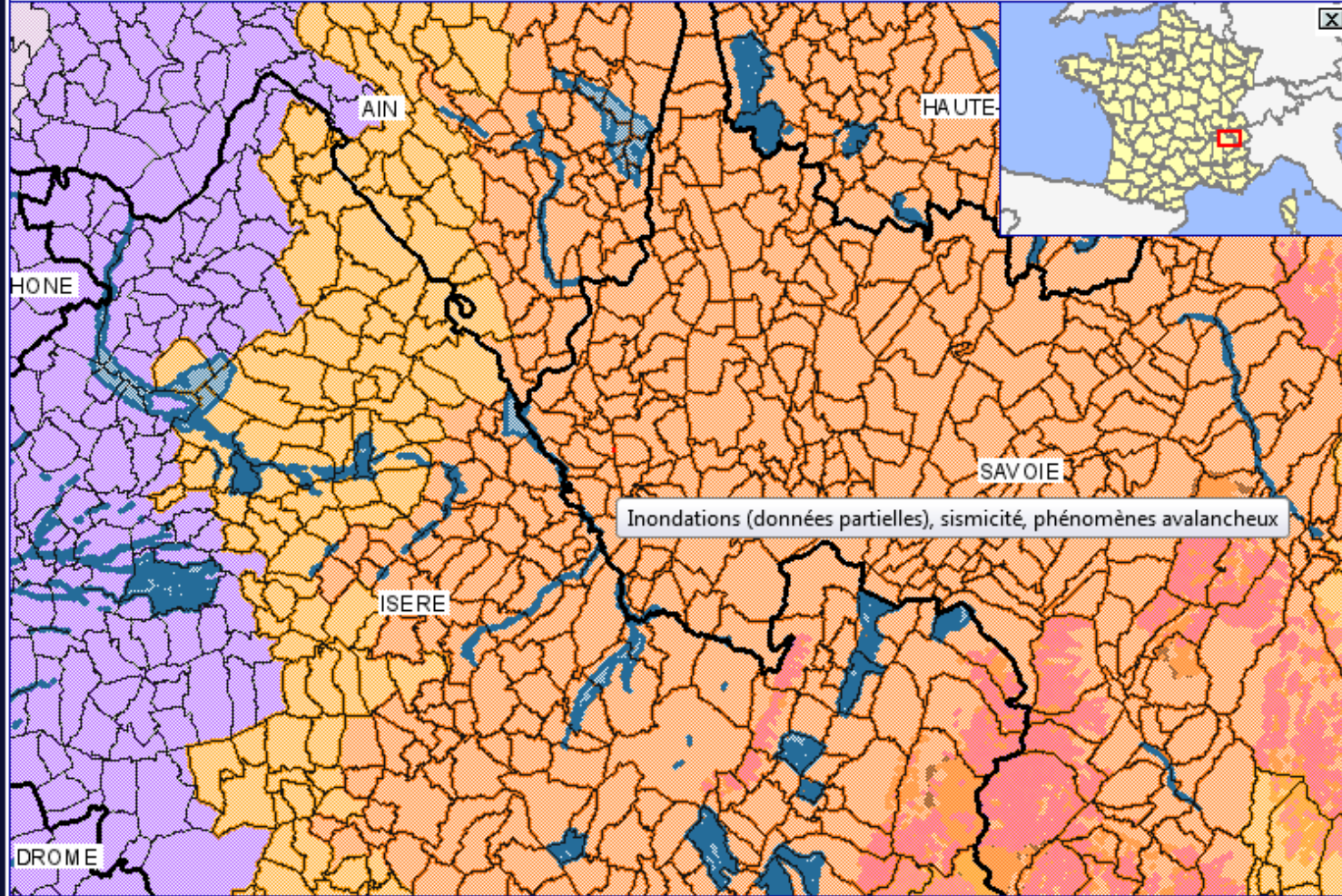
Facteur de risque: Aucun risque Faible Moyen Élevé

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>



Accéder à une commune

Légende Thèmes Aller à ...



Inondations (données partielles), sismicité, phénomènes avalancheux

Départements

Communes

Aléa inondation - Couche de synthèse

Zonage sismique de la france

- 1A : Très faible mais non négligeable
- 1B : Faible
- 2 : Moyenne

Aléa sismique de 2005

- Faible
- Modéré
- Moyen

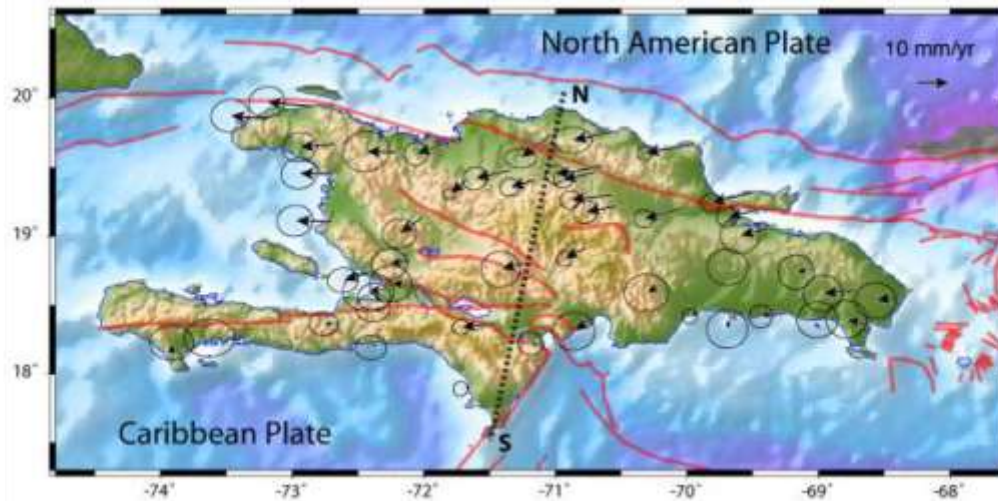
CLPA - Témoignages d'avalanches (Pr)

- Avalanche
- Zone d'avalanches

30km
X : 913307.34m / Y : 6500482.15m (Lambert 93)

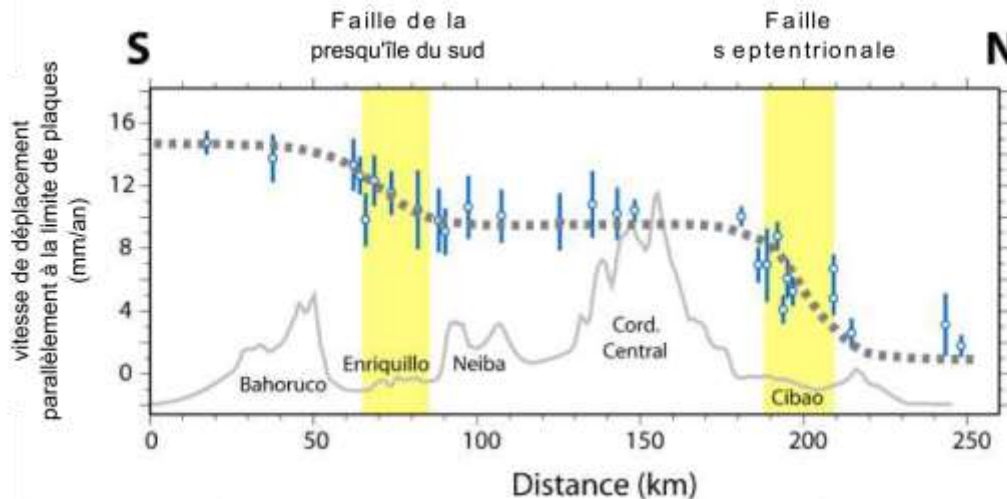
Largeur : 119km / Hauteur : 79.6km

G1 - 17 -Évaluation de l'aléa sismique à Haïti

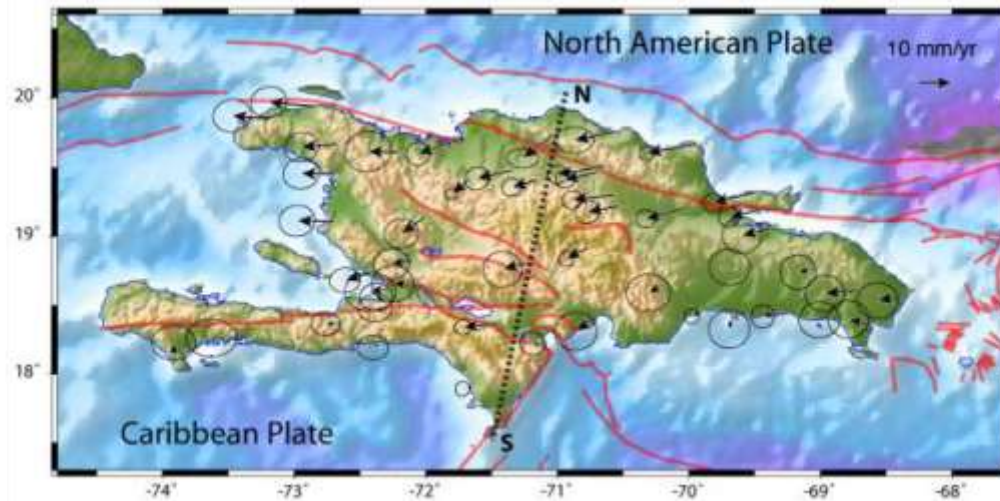


Derniers séismes majeurs

Faille de la presqu'île sud : 250 ans
Faille du nord : entre 770 et 960 ans



G1 - 17 -Évaluation de l'aléa sismique à Haïti



Derniers séismes majeurs

Faille de la presqu'île sud : 250 ans
Faille du nord : entre 770 et 960 ans

