

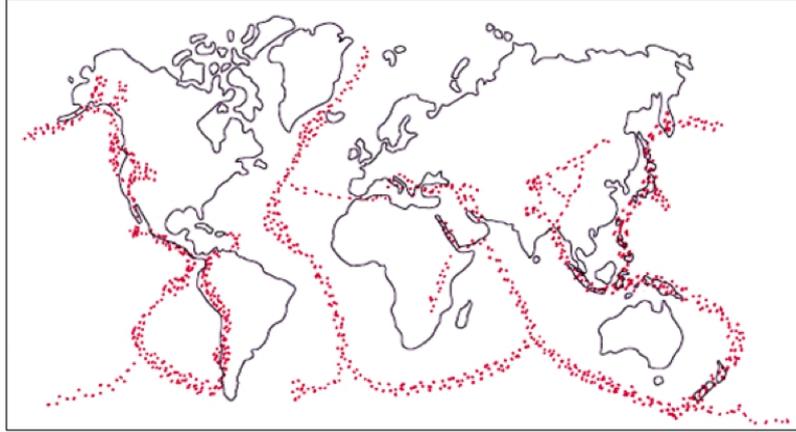
1. La localisation des zones sismiques – les séismes apparaissent-ils au hasard ?

Analyse ces trois cartes :

- Analysons la localisation des séismes, des volcans et des plaques tectoniques
- Comparons ces localisations. Peut-on établir un lien ?
- La Belgique est-elle soumise aux mêmes risques sismiques que Haïti ? Justifiez.

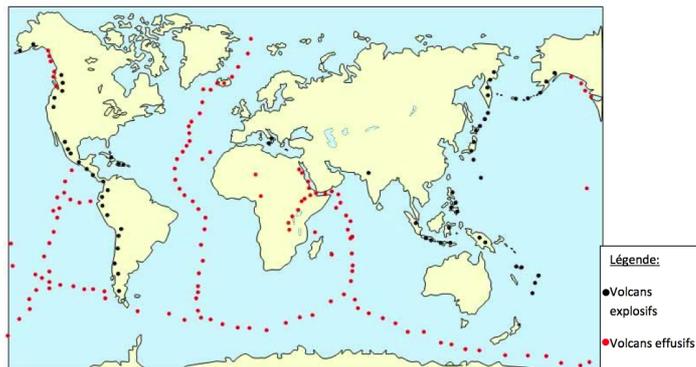
Localisation des séismes dans le monde

– source maxicours.com



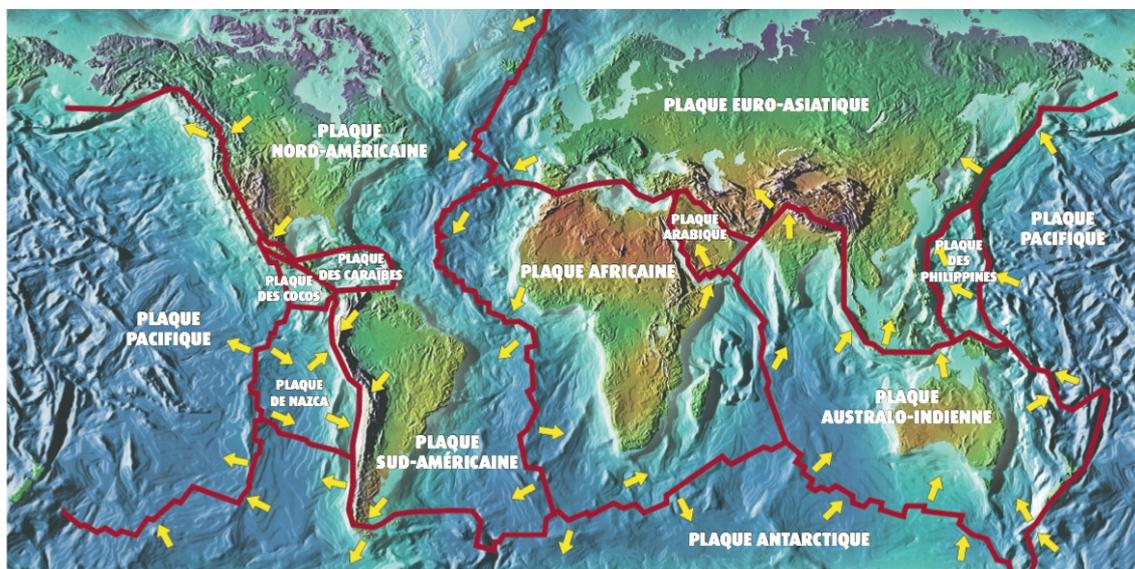
Localisation des volcans dans le monde

- source : lewebpedagogique.com



Carte des plaques tectoniques

- source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

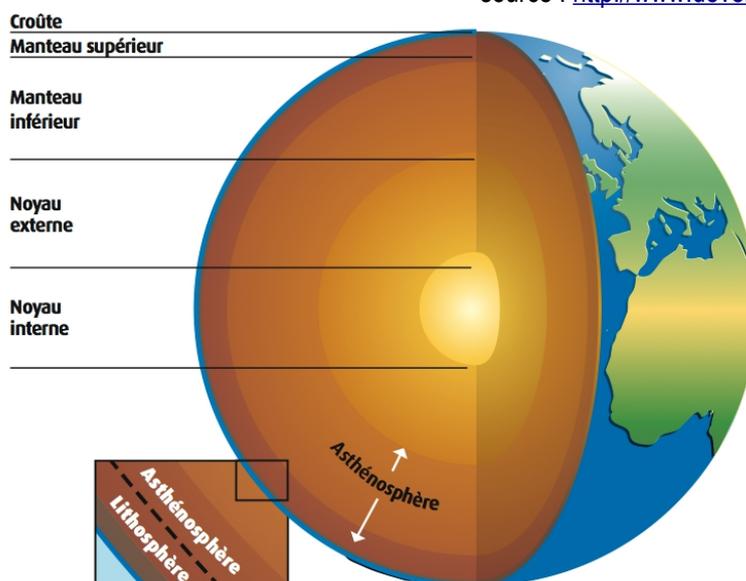


2. Géologie du globe

Les séismes et les volcans sont les manifestations, spectaculaires et historiques, de mouvements extrêmement lents, qui se déroulent à une échelle spatiale et temporelle d'ordre géologique.

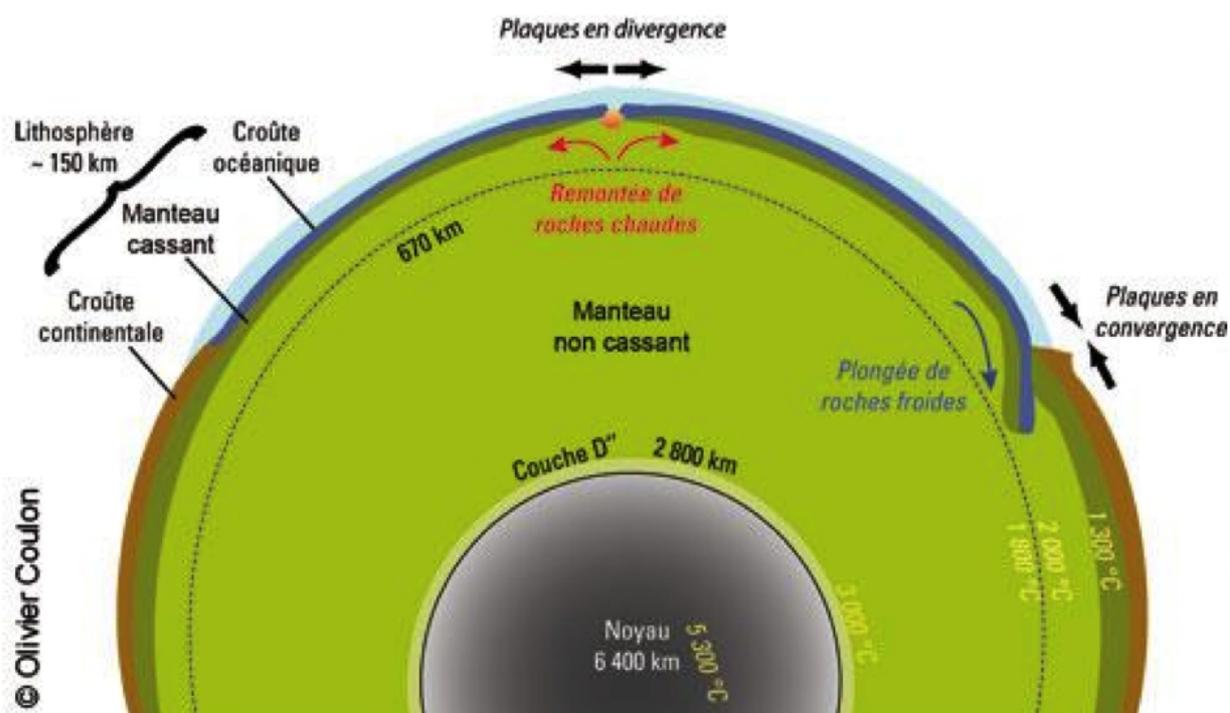
La structure interne de la terre

source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>



Dynamique interne de la terre

source : *la subduction sous tous les angles*¹



1 Olivier Coulon, *La subduction sous tous les angles*, Palais de la découverte, Paris, 2007

a. Structure et dynamique interne de la Terre (analyse de schémas)

- Décris la localisation géologique des plaques tectoniques.
- Résume le lien entre ces plaques d'une part, les phénomènes sismiques et volcaniques d'autre part.

b. Quel phénomène physique explique le mouvement de la croûte terrestre ?

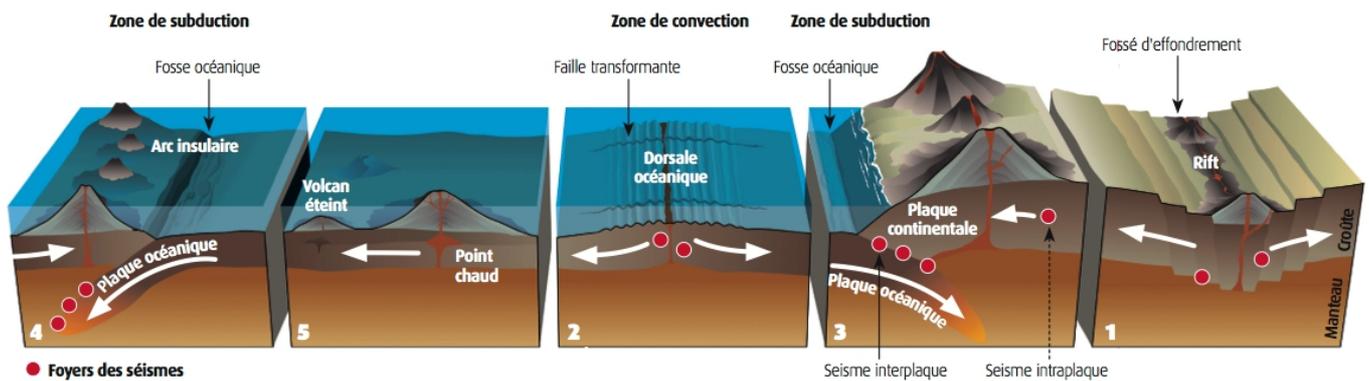
c. Avec le texte, le schéma de synthèse et l'atlas.

1. Localise sur la carte pertinente de l'atlas chaque phénomène géologique aux frontières des plaques. Ecris cette localisation en face du phénomène.

Chaîne de montagne continentale	
Chaîne de montagne côtière	
Arc insulaire ou arc volcanique	
Rift	
Dorsale océanique	
Fosse océanique	

Schéma de synthèse - Les séismes et la tectonique des plaques

source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>



3. Comment réduire les risques sismiques ? La prévision

a) Les sciences permettent-elles de prévoir un séisme ?
Formulez une réponse nuancée à partir de l'ensemble des documents.

Causes des séismes – brochure réalisée par la *Direction générale de la prévention des risques* - Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'Énergie - http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=29027

Les séismes naturels

Les séismes tectoniques

• Les séismes interplaques

Dans la majorité des cas, les séismes se déclenchent en limite de plaques. C'est au niveau de ces contacts interplaques que les contraintes occasionnées par la tectonique des plaques sont les plus fortes. Dans le monde, les zones les plus actives sont situées le long de la ceinture du Pacifique et de la ceinture transasiatique. Séisme et volcanisme sont souvent associés sur ces limites de plaques. En France, les Antilles, situées à la frontière entre les plaques nord-américaine et sud-américaine et la plaque caraïbe, peuvent connaître des séismes interplaques.

• Les séismes intraplaques

À l'intérieur des plaques tectoniques, des failles peuvent occasionner des séismes, correspondant à des réajustements de forces dans la croûte terrestre. C'est ce type de séismes que l'on observe en France métropolitaine. Généralement moins puissants que les séismes interplaques, les séismes intraplaques peuvent néanmoins être très violents, comme en Chine centrale.

Les séismes liés à l'activité volcanique

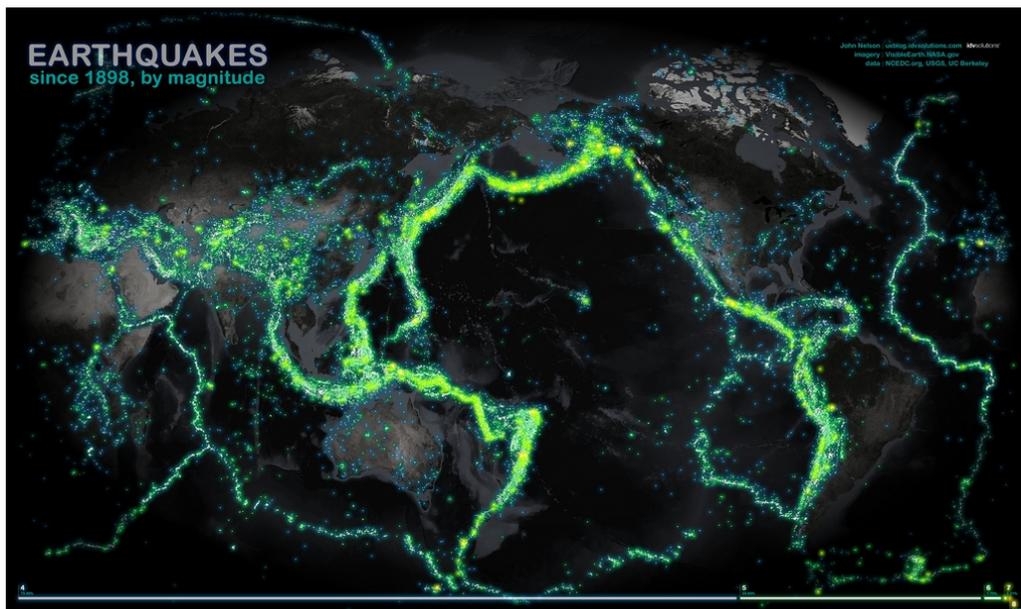
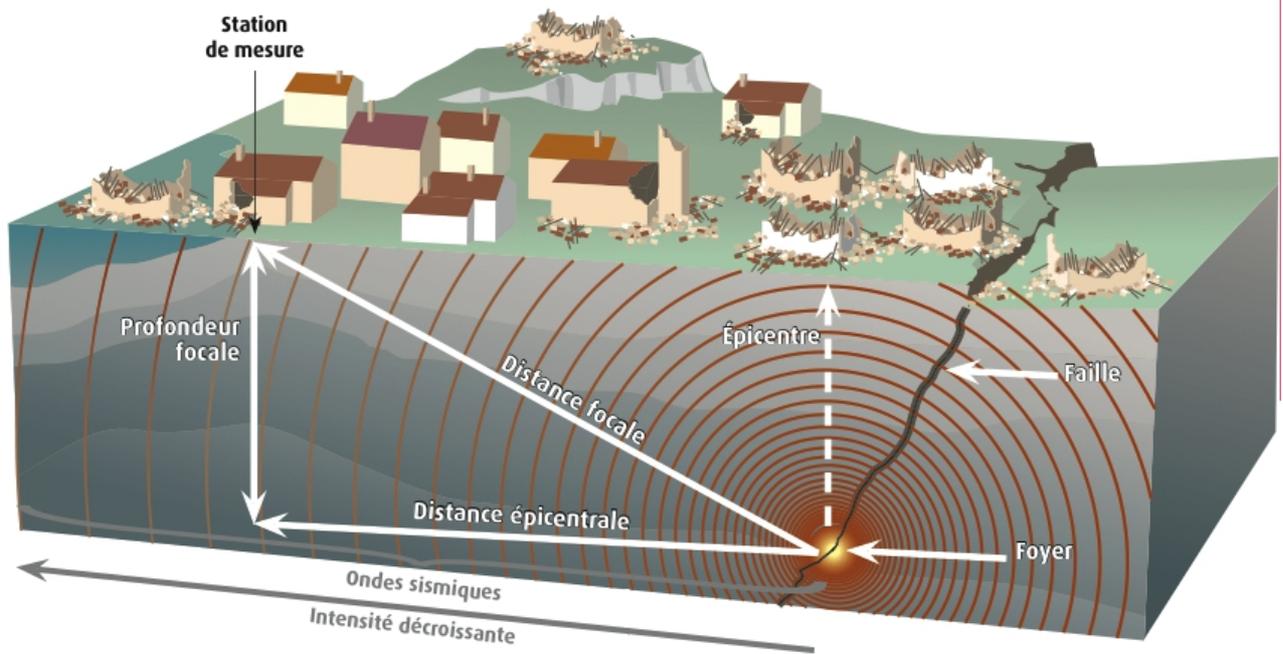
Les éruptions volcaniques, autres phénomènes associés à la tectonique des plaques, occasionnent une multitude de séismes et de microséismes. Ces derniers peuvent permettre de prédire l'imminence d'une éruption. Ainsi, en France, ce type de séisme peut être rencontré sur les volcans actifs : la Soufrière à la Guadeloupe, la montagne Pelée à la Martinique et le piton de la Fournaise à La Réunion. Dans le cas d'une activité explosive (volcan de type péléen), la puissance du séisme peut être significative.

Les séismes liés à l'activité humaine

Certaines activités humaines peuvent occasionner des séismes, généralement modérés. Il s'agit notamment de la mise en eau des barrages ou de l'exploitation des gisements souterrains (gaz, minerais, etc.).

Foyer d'un séisme - source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

Le foyer est le point de départ de la rupture des roches. L'épicentre est le point de la surface terrestre situé à la verticale du foyer. La magnitude mesure l'énergie libérée par le séisme sous forme d'ondes sismiques. L'intensité mesure la sévérité de la secousse au sol en fonction des effets observés (personnes, objets, bâtiments,...)



LES METHODES DE PREVISION D'UN SEISME

Pour prévoir les séismes, nous disposons de deux grandes méthodes :

La méthode M8 (magnitude 8) : elle fait appel à un catalogue de séismes permettant de déterminer un seuil à partir duquel un séisme est prévu dans les trois ans à venir. Cette méthode n'est pas très précise car elle peut fournir des prévisions exactes comme des fausses alertes. Elle utilise la **sismicité du passé**. C'est à dire que pour repérer les zones à risques, les scientifiques doivent utiliser et répertorier **des ressources historiques**. A partir de toutes ces données, on peut déterminer la fréquence, la période, des évènements sismiques. Mais cette méthode ne permet pas de repérer des séismes d'intensité inférieure à 4.5 sur l'échelle de mercalli*. Pour ce qui concerne les séismes survenus il y a quelques milliers d'années, on fait appel à la paléosismologie*. Désormais les scientifiques savent que les séismes reviennent frapper aux mêmes régions sensibles de la croûte terrestre. **L'étude de la sismicité du passé est donc capitale pour la protection des populations.**

La méthode VAN : elle consiste à mesurer la différence de potentiel entre deux électrodes implantées dans le sol lors d'un séisme. Si ces variations sont bien réelles, leurs rapports avec l'imminence d'un séisme sont mal connus. Les prédictions du groupe de VAN ont encore une grande marge d'erreurs (dans la localisation et dans la magnitude).

Pour être fiable, une méthode doit reposer sur un ensemble d'observations le plus large possible. Pour cela, divers sites sensibles ont été équipés d'appareils de mesure qui enregistrent en permanence les paramètres géophysiques qui peuvent annoncer l'approche d'un tremblement de terre: **c'est la veille sismique.**

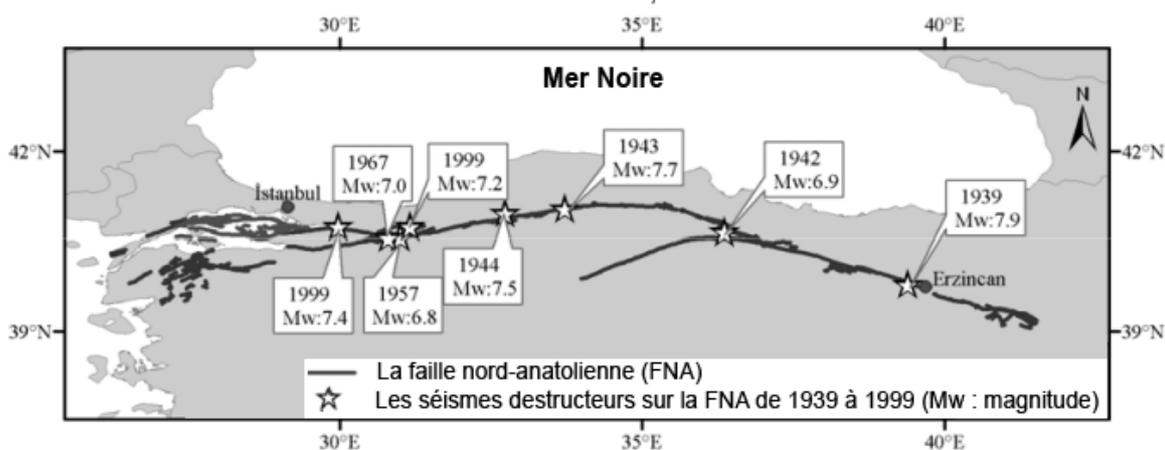
Ces mesures sont encore le seul espoir en matière de prévision.

Source : <http://kosmopolis.free.fr/seismes/prevision/prevision.htm>

* L'échelle de Mercalli est une échelle de mesure de l'intensité d'un séisme, qui se fonde sur l'observation des effets et des conséquences du séisme en un lieu donné.

*La paléosismologie est l'étude des traces laissées dans les dépôts géologiques récents par d'anciens forts séismes.

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



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

4. Comment réduire les risques sismiques ? La prévention

Brochure réalisée par la Direction générale de la prévention des risques du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. ²

Quelles sont les limites aux pratiques de prévention des séismes ?

Construire parasismique les règles à respecter

L'IMPLANTATION

• Etude géotechnique

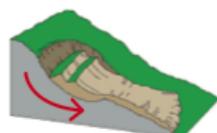


Extrait de carte géologique

- Effectuer une étude de sol pour connaître les caractéristiques du terrain.
- Caractériser les éventuelles amplifications du mouvement sismique.

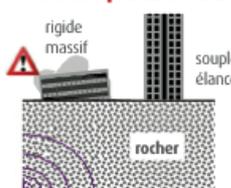
• Se protéger des risques d'éboulement et de glissement de terrain

- S'éloigner des bords de falaise, pieds de crête, pentes instables. Le cas échéant, consulter le plan de prévention des risques naturels (PPRN) sismiques de la commune.

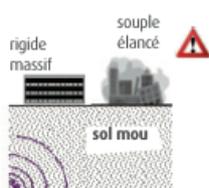


Glissement de terrain

• Tenir compte de la nature du sol



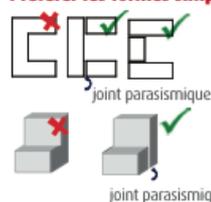
- Privilégier des configurations de bâtiments adaptées à la nature du sol.



- Prendre en compte le risque de liquéfaction du sol (perte de capacité portante).

LA CONCEPTION

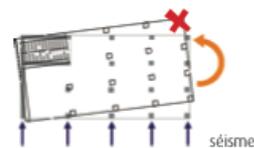
• Préférer les formes simples



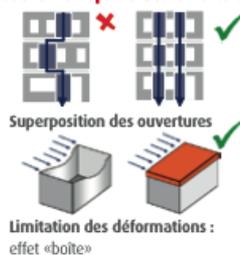
- Privilégier la compacité du bâtiment.
- Limiter les décrochements en plan et en élévation.
- Fractionner le bâtiment en blocs homogènes par des joints parasismiques continus.

• Limiter les effets de torsion

- Distribuer les masses et les raideurs (murs, poteaux, voiles...) de façon équilibrée.



• Assurer la reprise des efforts sismiques



- Assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure.
- Superposer les éléments de contreventement.
- Créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux.

• Appliquer les règles de construction

L'EXECUTION

• Soigner la mise en oeuvre

- Respecter les dispositions constructives.
- Disposer d'une main d'œuvre qualifiée.
- Assurer un suivi rigoureux du chantier.
- Soigner particulièrement les éléments de connexion : assemblages, longueurs de recouvrement d'armatures...



Nœud de chaînage - Continuité mécanique



Mise en place d'un chaînage au niveau du rampant d'un bâtiment

• Utiliser des matériaux de qualité



maçonnerie



béton

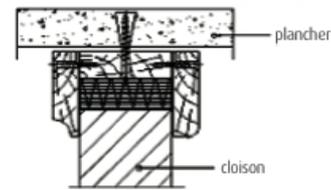


métal



bois

• Fixer les éléments non structuraux

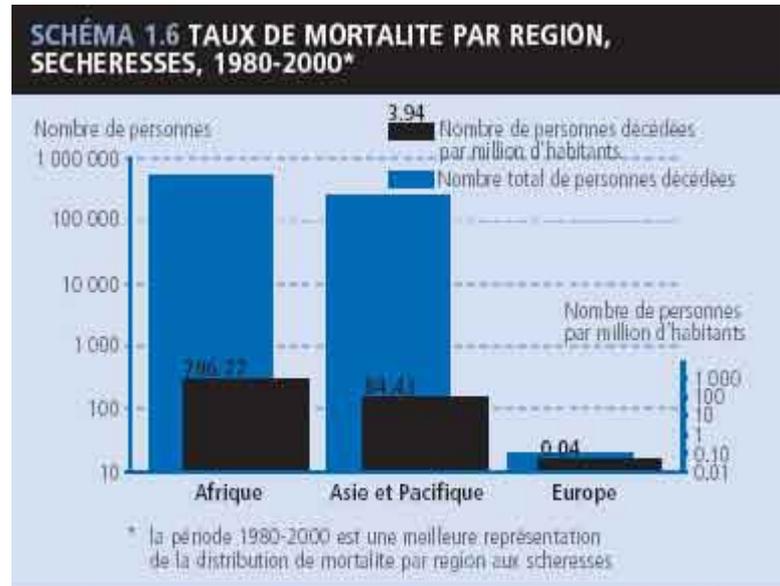


- Fixer les cloisons, les plafonds suspendus, les luminaires, les équipements techniques lourds.
- Assurer une liaison efficace des cheminées, des éléments de bardage...

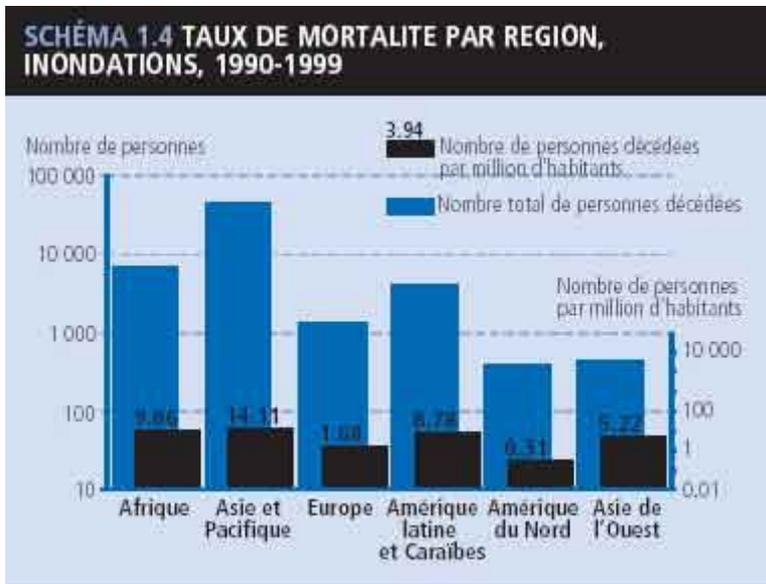
5. Les sociétés sont-elles égales face aux risques naturels ?

Taux de mortalité comparés des risques naturels

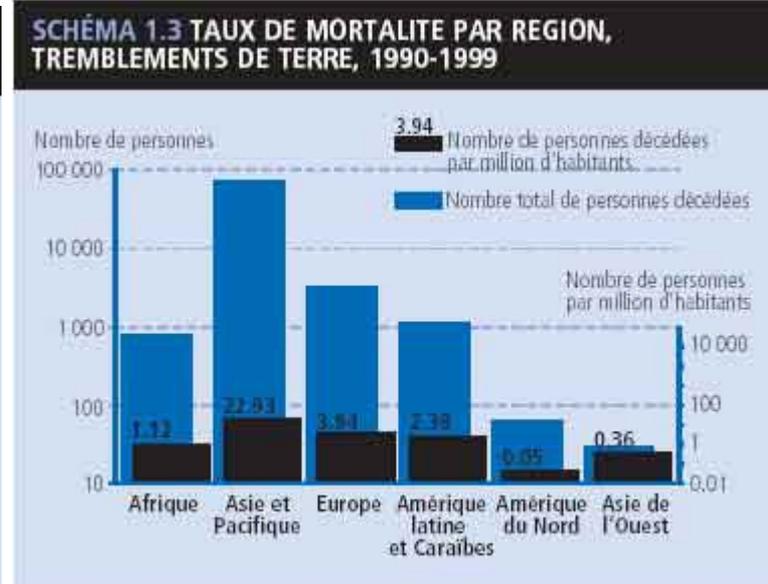
- Quelles est le risque naturel le plus meurtrier ? - Quels sont les continents les plus touchés par les séismes ?
- Quelle sont les deux combinaisons les plus meurtrières ? Et les deux combinaisons les moins meurtrières ?
- Expliquez la différence entre les colonnes claires et sombres.
Quelle information essentielle la colonne sombre apporte-t-elle ?



Source : EMDAT | Base de données internationale sur les catastrophes OFDA/CRED.



Source : EMDAT | Base de données internationale sur les catastrophes OFDA/CRED.



Source : EMDAT | Base de données internationale sur les catastrophes OFDA/CRED.

- Comment appelle-t-on le mode de représentation adopté pour les ordonnées ?
Quel est l'avantage de ce type de représentation ? Quel erreur de perception peut-il entraîner ?

Comparaison entre deux séismes : Mexico (1985) – San Francisco (1989)

- a) Quel séisme était le plus puissant ?
- b) Quel séisme a causé le plus de dégâts ?
- c) Quels sont les facteurs qui ont aggravé les conséquences du séisme à Mexico ?
- d) Quels sont les facteurs qui ont réduit les conséquences du séisme à San Francisco ?
- f) A partir de vos réponses, réaliser un structurogramme (sur une page) pour décrire les causes.

La façade ouest du continent américain correspond à la jonction des plaques nord-américaine et pacifique qui s'enfoncent de plusieurs millimètres par an sous la plaque nord-américaine, donnant lieu à des tremblements de terre aux conséquences inégales selon la densité de population et le degré de développement des espaces affectés.

19 septembre 1985 - Mexico

Le tremblement de terre s'est déroulé en deux temps : une première secousse de magnitude 7, suivie d'une seconde, le lendemain, de magnitude 6,5. La majeure partie des dégâts a eu lieu dans le quartier des affaires au centre-ville, et au nord-ouest où se trouvent les quartiers les plus pauvres de cette ville qui comptait alors 17 millions d'habitants.

L'épicentre du séisme était situé à 400 km de Mexico et à 300 d'Acapulco. Bien que plus éloigné, c'est Mexico qui a subi les dommages les plus importants : plus de 2 000 morts et plusieurs centaines de bâtiments détruits. Mexico est construit sur l'ancien lac de Texcoco comblé peu à peu par des remblayages au fur et à mesure de l'urbanisation. Ces terrains meubles, beaucoup plus sensibles aux séismes, contrastent avec ceux des collines dures sur lesquelles est bâti Acapulco. Cette grande station balnéaire est d'ailleurs de construction plus récente que la capitale.

L'importance des destructions à Mexico a été aggravée par l'effet de retour des ondes de choc se répercutant sur les bords de la cuvette où est installée la ville. Les habitants de Mexico sont donc à la merci d'un nouveau désastre : pas de normes parasismiques contraignantes en vigueur et incapacité de la société à faire face puis à dédommager les victimes.

17 octobre 1989 - San Francisco

Séisme de magnitude équivalente (7,1) dont l'épicentre était situé à environ 80 km de la ville. Le bilan a pourtant été beaucoup moins dramatique (72 morts) qu'à Mexico quatre ans auparavant. Les principaux dégâts ont affecté les infrastructures routières (le pont d'Oakland Bay et l'autoroute inter-États 880). Ces ouvrages n'avaient pas encore été mis aux normes du fait de difficultés budgétaires. Les seuls bâtiments détruits intramuros sont situés dans le quartier historique de Marina où certaines maisons, encore en bois, ont pris feu. On a déploré cinq victimes dans ce quartier. Dans le reste de la ville et dans la Silicon Valley, l'ensemble des bâtiments, construits aux normes parasismiques, n'a pas souffert.

San Francisco dépense chaque année 150 000 dollars pour la seule préparation des équipes de secours. L'hôpital général de la ville est équipé de trois sources différentes d'approvisionnement en eau... et le pays dispose du meilleur réseau de détection sismologique du monde.

Aux États-Unis, une agence fédérale d'urgence, qui fonctionne depuis longtemps, avait tenu une réunion le 8 août 1989 afin d'améliorer le plan d'urgence en cas de tremblement de terre. Pour mémoire, rappelons qu'en 1906, toujours à San Francisco, un séisme majeur avait fait plus de 2 000 victimes et détruit 28 000 maisons : le feu s'était propagé aisément parmi les maisons, à l'époque, toutes en bois.

Un parallèle encore - mais on pourrait multiplier les exemples - :

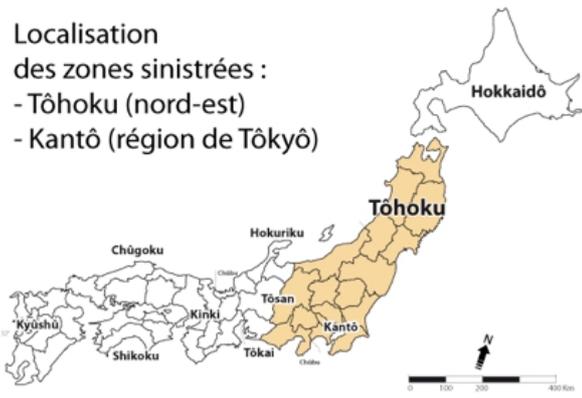
- le 4 février 1976, le tremblement de terre qui a affecté le Guatemala, d'une magnitude de 7,5, a entraîné la mort de 20 000 personnes et un million de sans-abri (1/6 de la population). Parmi les victimes, 12 000 étaient des habitants de Guatemala-City, dont 10 000 environ dans les bidonvilles...
- en revanche, le 28 juin 1991, un séisme de magnitude 6 à Los Angeles a fait deux victimes (« la première ayant été écrasée par les décombres, la seconde étant décédée d'une crise cardiaque ». (Le Monde, 2 juillet 1991.)

La surveillance des zones à risque, une bonne organisation et des investissements à long terme réduisent donc considérablement et la part du hasard et les conséquences d'une catastrophe.

6. Nucléaire et risque sismique

Localisation des zones sinistrées :

- Tôhoku (nord-est)
- Kantô (région de Tôkyô)



© Scoccimarro 2011

Le effets du séisme du Tôhoku du 11 mars 2011

Du cataclysme à la catastrophe

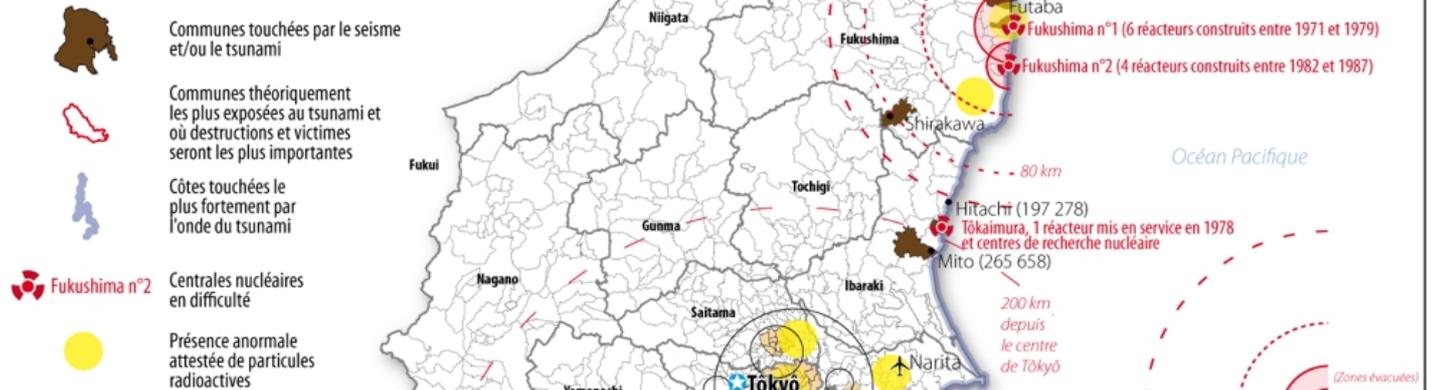
Les centres urbains majeurs :



Localisation des zones touchées :

(avérée et dont des données sont disponibles)

Kisennuma (64 394) Communes (*shi*) touchées (population totale en 2009)



地震 (*jishin*) : séisme
 mot à mot : sol+terre+secousse
 津波 (*tsunami*) : raz-de-marée
 mot à mot : port+vague
 Le terme *tsu* 津 renvoie au port traditionnel, en fond de crique, plus vulnérable par rapport à *minato* 港 (ou encore *kôwan* 港湾), le port moderne ouvert sur le littoral et construit en avancées sur la mer (*umetatechi* 埋立地).

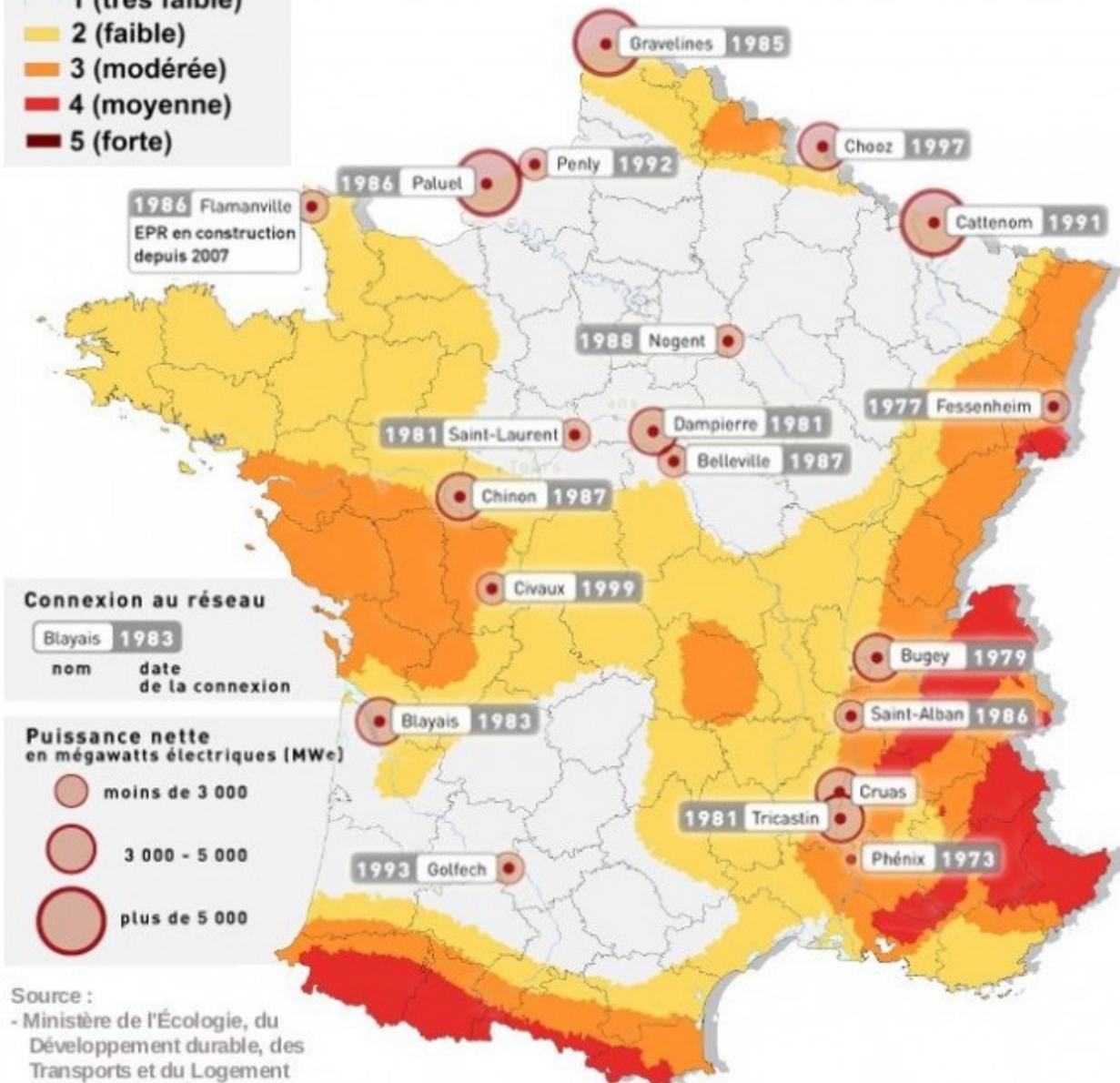
Sources principales :
 - Agence Météorologique
 - Bureau des statistiques nationales
 - NHK
 - Japan Map center

* en millions d'hab.

Centrales nucléaires et zonage sismique

Zones de sismicité

- 1 (très faible)
- 2 (faible)
- 3 (modérée)
- 4 (moyenne)
- 5 (forte)



Connexion au réseau

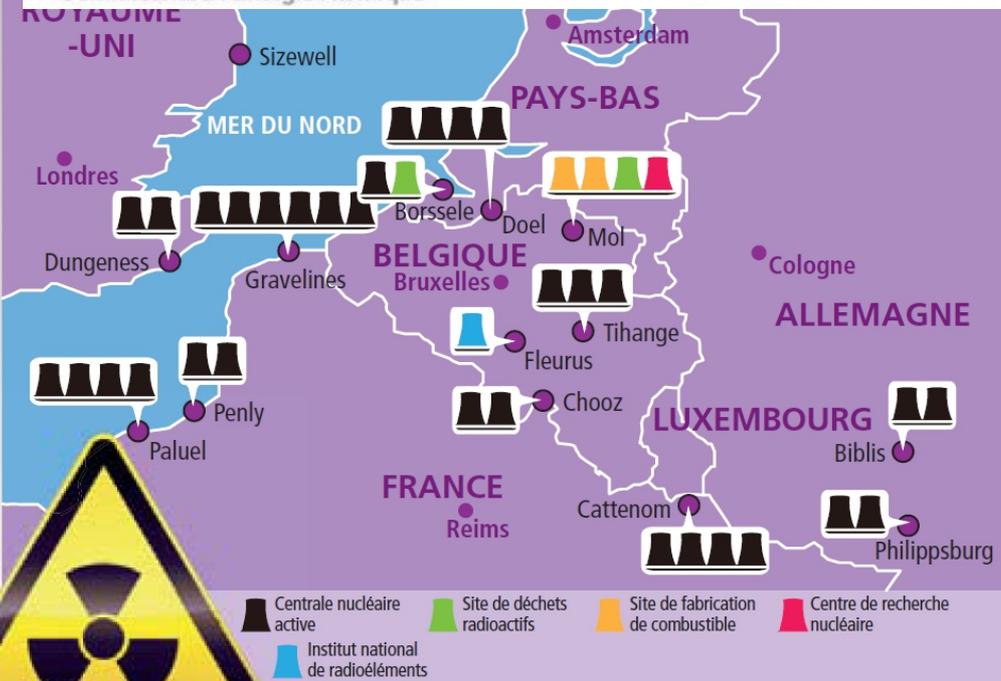
nom	date de la connexion
Blayais	1983

Puissance nette en mégawatts électriques (MWe)

- moins de 3 000
- 3 000 - 5 000
- plus de 5 000

Source :
 - Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
 - Commissariat à l'Énergie Atomique

(es) BY-ND E.Salomon @ManUtopiaK



La Belgique compte 4 sites nucléaires et est entourée de 9 centrales nucléaires dans les pays voisins

Les stratégies des sociétés humaines contre les risques naturels

- Les séismes ou tremblements de terre

1. La localisation des zones sismiques – les séismes apparaissent-ils au hasard ?
2. Géologie du globe : structure et dynamique
3. Comment réduire les risques sismiques ? La prévision
4. Comment réduire les risques sismiques ? La prévention
5. Les sociétés sont-elles égales face aux risques naturels ?
 - Taux de mortalité comparés des risques naturels
 - Comparaison entre deux séismes : Mexico (1985) – San Francisco (1989)
6. Nucléaire et risque sismique

Les termes géographiques à connaître : concepts, lieux, mots-clés	
Les plaques tectoniques et certaines frontières de plaques importantes : - Alpes, Himalaya, Cordillère des Andes, Grand Rift Africain, Ceinture de Feu du Pacifique - Chaîne côtière, dorsale océanique, fosse océanique, rift.	
La structure et la dynamique interne/géologique de la terre : la convection thermique	
Epicentre, magnitude, intensité, sismogramme	
Distinguer <u>prévision</u> des risques sismiques et <u>prévention</u> des risques sismiques.	
Zonage sismique	

Les compétences à savoir exercer : décrire, expliquer, communiquer et critiquer.	
Comparer les cartes de localisation des séismes, volcans et plaques tectoniques. Lire une carte de la sismicité historiquement enregistrée. Repérer à partir de ces cartes une zone à risque sismique.	
Distinguer mortalité et taux de mortalité.	
Reconnaître une échelle logarithmique.	
Comparer l'impact de catastrophes naturelles.	
Repérer un facteur de risque. Evaluer sa gravité. Proposer une solution technique.	

Les savoirs à maîtriser.	
Les causes des séismes. La géologie du globe. Les liens entre localisation des séismes, des volcans et des plaques tectoniques. La théorie de la tectonique des plaques. Le facteur de localisation du risque sismique.	
Les méthodes de prévision des séismes : les limites à la maîtrise humaine des processus naturels.	
Les techniques de prévention : les principes de la construction para-sismique. Implantation et conception.	
Les inégalités des sociétés face aux risques sismiques. - La prévention contre les effets des séismes est inégale et reste limitée à certains pays. - Taux de mortalités et inégalités entre les continents.	
Le lien entre nucléaire, risque sismique et catastrophe.	