

PO Ingénierie de la construction
Géologie appliquée
Géologie de l'ingénieur

Introduction
La Géologie Appliquée au Génie Civil

PO IC - Géologie de l'ingénieur

Martin Cyr
génie civil
05.61.55.99.25
cyr@insa-toulouse.fr

Plan

- 0.1 Rôle de la géologie (exemples)**
- 0.2 Plan du cours**

0.1 Rôle de la géologie (exemples)

- ⊗ La science des matériaux

- ⊗ Les risques naturels

- ⊗ Les ouvrages souterrains

PO IC - Géologie de l'ingénieur

La science des matériaux

Prospection de matériaux pour le Génie Civil

L'industrie des granulats en Europe

L'industrie des granulats compte environ 25 000 sites d'extraction en Europe. La production annuelle moyenne de granulats s'élève à 2757,3 millions de tonnes, soit une consommation de 7 tonnes par habitant et par an.

Pays	Entreprises	Sites	Production (Million t)		
			Roches meubles	Roches massives	Recyclage
Allemagne	1854	5920	297	165,7	90
Autriche	900	1250	66	27	3
Belgique	90	72	8,7	46,6	3,1
Rép. Tchèque	300	520	30	32	5
Danemark	400		43,5	0,4	
Espagne	1550	1935	150	270	1
Finlande	300	3600	52	39	1
France	1800		168	215	18
Irlande	250		35	45	
Italie	1800	2480	210	140	4,5
Norvège	793	4500	14,7	35,7	0,9
Pays Bas			5,2	16,8	0,5 (beton usin.)
Portugal	331	357	7,5	93,4	
Royaume Uni	350	1600	82,7	126,6	62,5
Slovaquie	128	181	6	14	
Suède	170	1940	26	41	8,2
Suisse	280	607	49,1		
Total	11296	24962	1251,4	1308,2	197,7

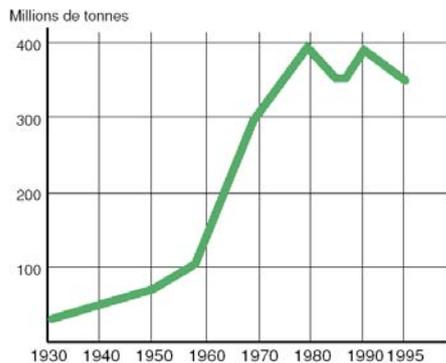
PO IC - Géologie de l'ingénieur

<http://www.unicem.org/>

La science des matériaux

Prospection de matériaux pour le Génie Civil

Chaque jour, il faut produire un million de tonnes de granulats sur l'ensemble du territoire pour répondre à la demande de l'économie du pays.



Courbe montrant l'évolution des quantités de granulats exploités chaque année.



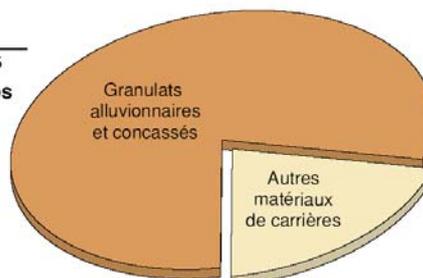
Matériaux de carrière



Produits de mines

- Produits énergétiques
- Minerais métalliques
- Autres substances (sel, potasse, soufre)

Quantités comparées des produits extraits du sous-sol en France



Répartition des matériaux de carrières.

- Pierres de construction (calcaire, grès...)
- Tuiles et briques (argile)
- Plâtre (gypse)
- Verre (silice)
- autres (kaolin, talc...)

PO IC - Géologie de l'ingénieur

La science des matériaux

Évolution des matériaux en cours de durée de service

Certains types de granulats contenant des minéraux sensibles en milieu alcalin, sont susceptibles de relarguer de la silice, qui en réagissant avec les éléments de la solution interstitielle, provoque la formation de gels.

Ces derniers aux propriétés expansives conduisent à des désordres structurels sous la forme de faïençage, fissures, etc...

La réaction alcali-granulats ne se produit que si les conditions nécessaires à son développement sont réunies à savoir :

PO IC - Géologie de l'ingénieur



La science des matériaux

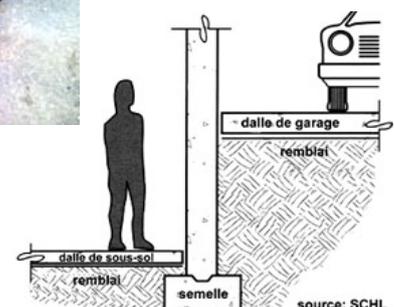
Évolution des matériaux en cours de durée de service

Problème de la pyrite

On parle du «problème de la pyrite» pour désigner un phénomène de gonflement de certains remblais utilisés en construction résidentielle. La pyrite (et d'autres minéraux ferreux de la même famille) se retrouve dans plusieurs formations rocheuses. C'est le cas notamment des schistes argileux (*shale*) qui ont pu être utilisés comme remblais sous les dalles de fondation des sous-sols et des garages.

Sous certaines conditions chimiques spécifiques, l'humidité et l'oxygène provoquent l'oxydation des sulfures de fer de la pyrite. Cette réaction entraîne un gonflement susceptible de faire lever la dalle de béton.

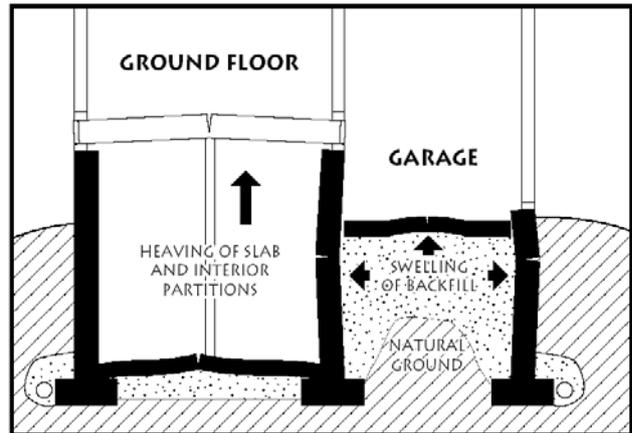
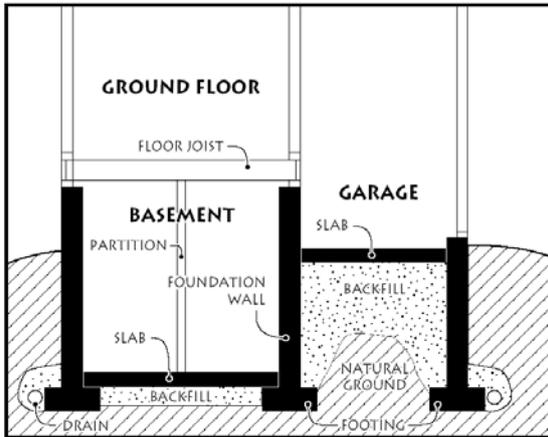
PO IC - Géologie de l'ingénieur



source: SCHL

Problème de la pyrite

PO IC - Géologie de l'ingénieur

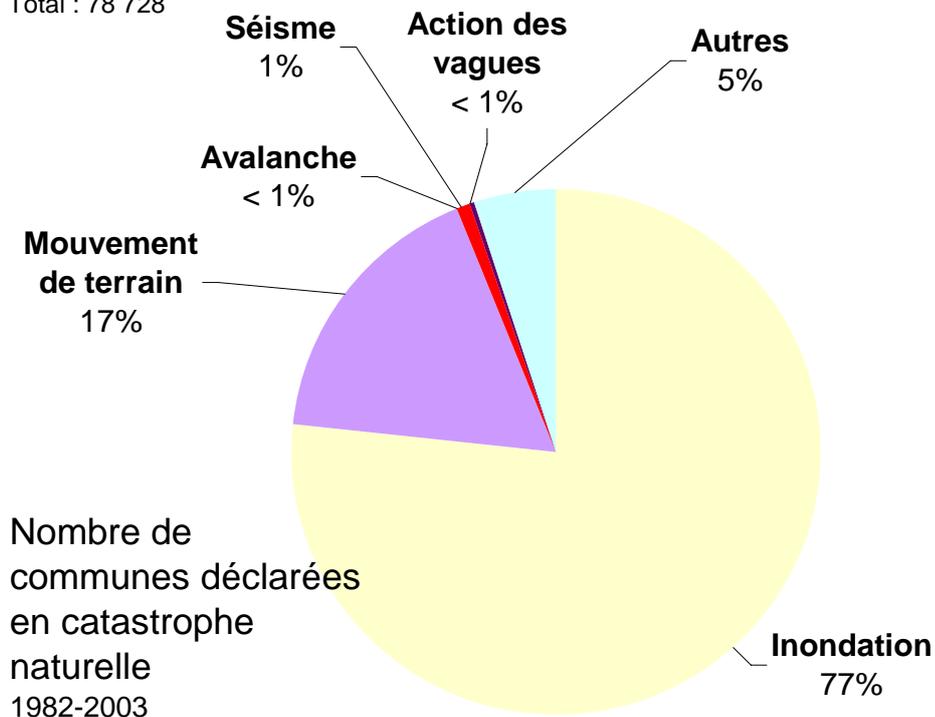


<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd152f.html>
<http://www.consommateur.qc.ca/acqc/PyriHouse.pdf>

Les risques naturels

PO IC - Géologie de l'ingénieur

Total : 78 728

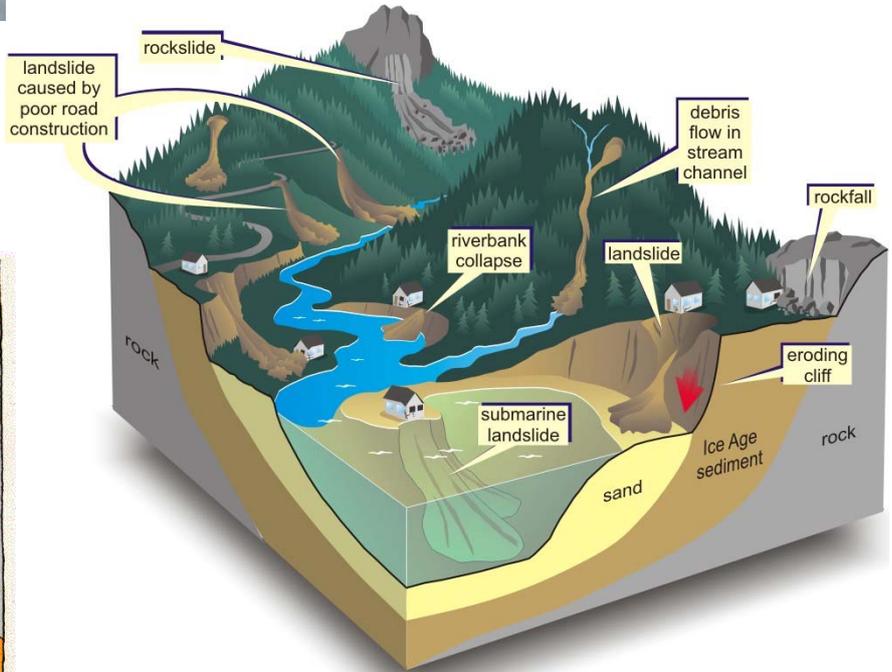
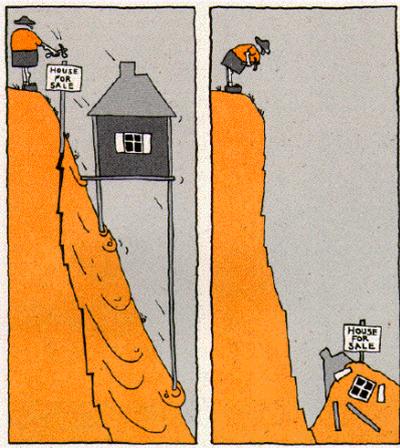


Nombre de communes déclarées en catastrophe naturelle 1982-2003

<http://www.ifen.fr/dee2003/risquesnaturels/risquesnaturels1.htm>

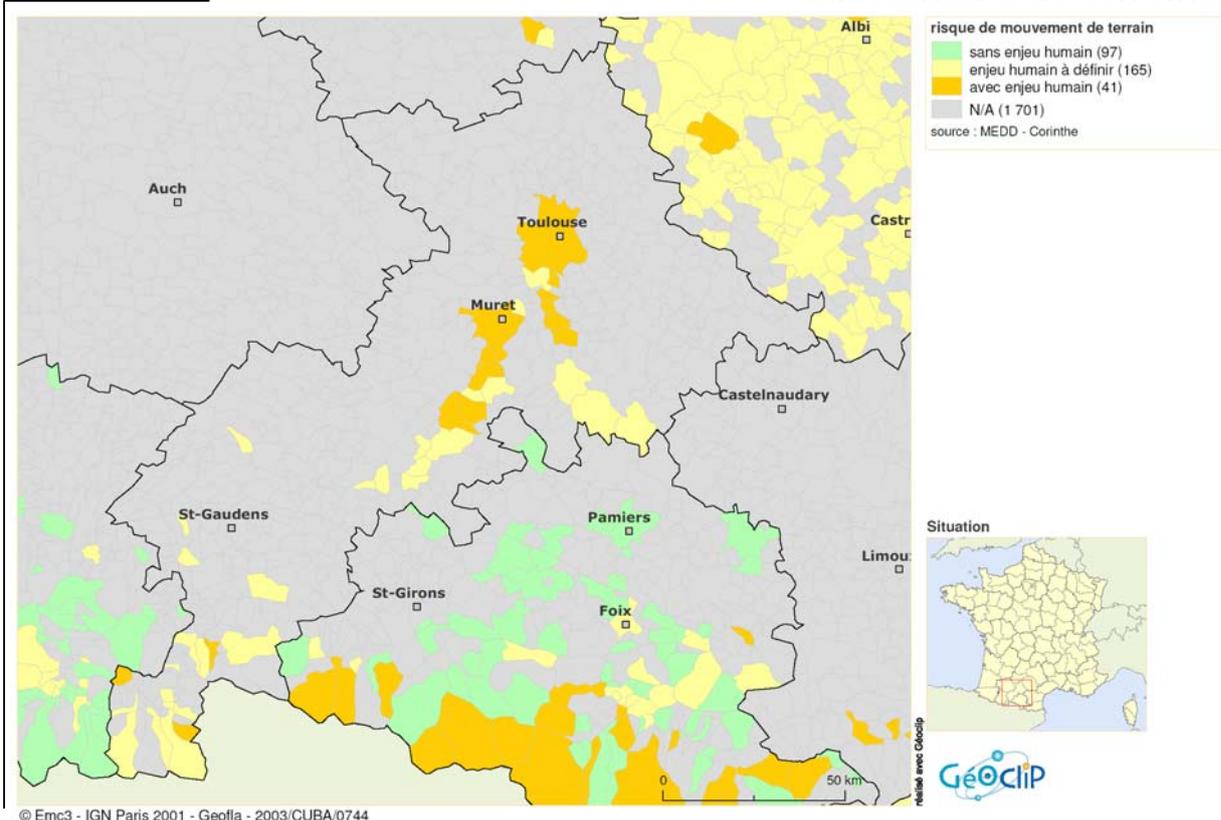


Les risques naturels Glissements de terrains



Les risques naturels Glissements de terrains

PO IC - Géologie de l'ingénieur



Les risques naturels

Séismes

Earthquake Magnitude and Energy



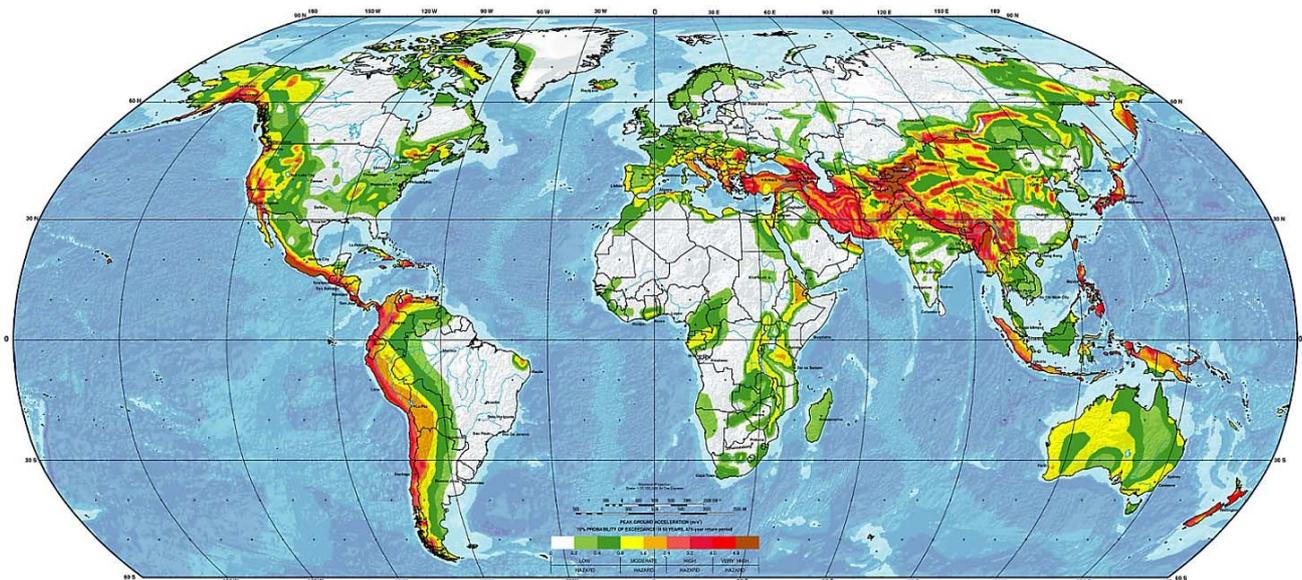
Magnitude	TNT Energy Equivalent	Example (approximate)
1.0	6 ounces	Small blast at a construction site
1.5	2 pounds	
2.0	13 pounds	Average quarry blast
2.5	63 pounds	
3.0	397 pounds	Smallest earthquake commonly felt
3.5	1,000 pounds	
4.0	6 tons	Small atomic bomb
4.5	32 tons	Average tornado
5.0	199 tons	
5.5	500 tons	Massena, NY quake, 1944
6.0	6,270 tons	
6.5	31,550 tons	Northridge, CA quake, 1994
7.0	199,000 tons	Hebgen Lake, MT quake, 1959
7.5	1,000,000 tons	Mount St. Helens eruption, 1980
8.0	6,270,000 tons	San Francisco, CA quake, 1906
8.5	31,550,000 tons	Anchorage, AK quake, 1964
9.0	199,999,000 tons	Chilean quake, 1960

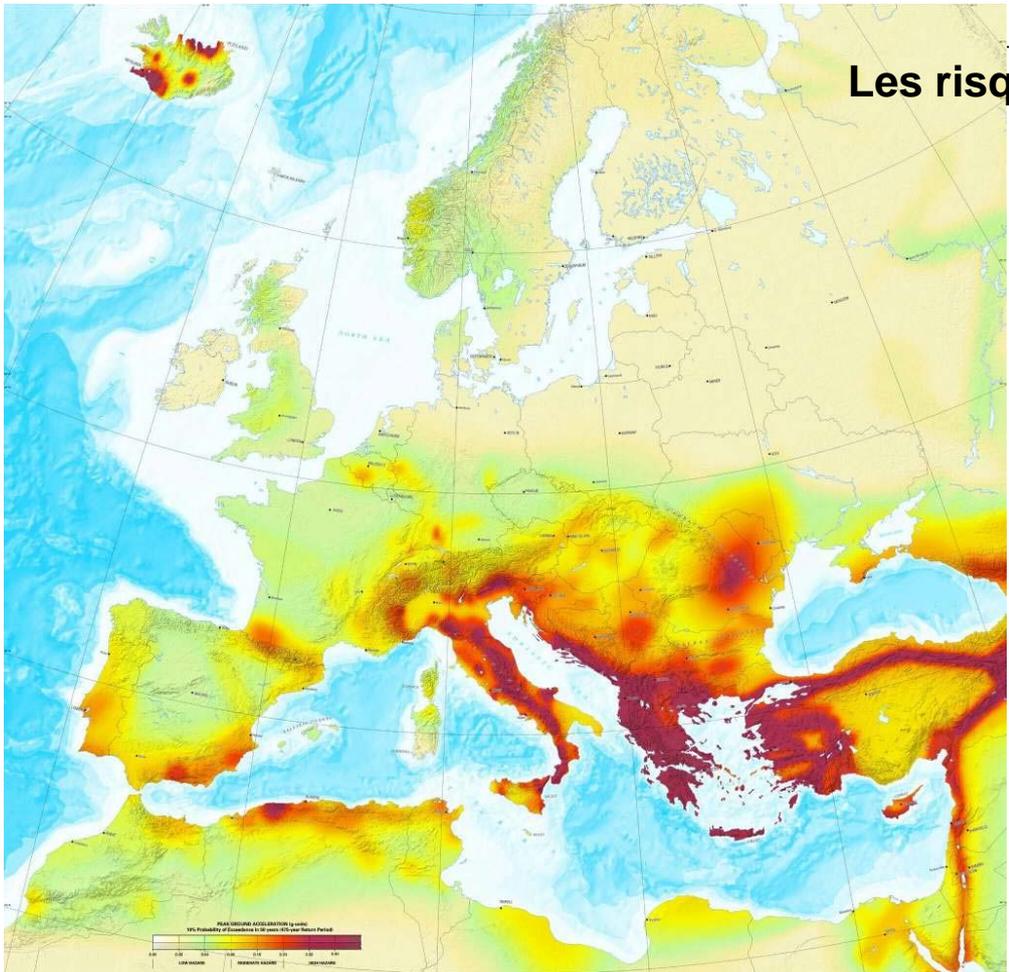
Les risques naturels

Séismes

GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), a demonstration project of the UN International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program. Global map assembled by D. Giardini, G. Grfñinal, K. Shedlock, and P. Zhang 1999





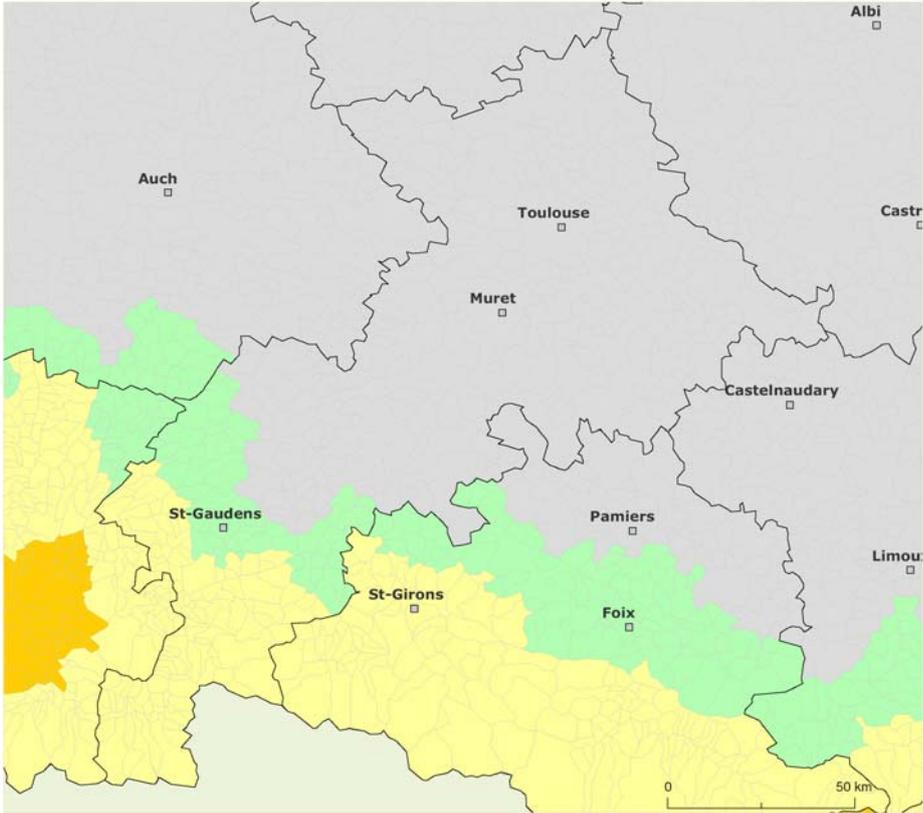
Les risques naturels

Séismes



Les risques naturels

Séismes



risque séisme

- zone de sismicité Ia (292)
- zone de sismicité Ib (438)
- zone de sismicité II (52)
- zone de sismicité III
- N/A (1 222)

source : MEDD - Corinthe



© Emc3 - IGN Paris 2001 - Geofla - 2003/CUBA/0744



Les risques naturels

Séismes et tsunamis

Sumatra, 26 décembre 2004



PO IC - Géologie de l'ingénieur

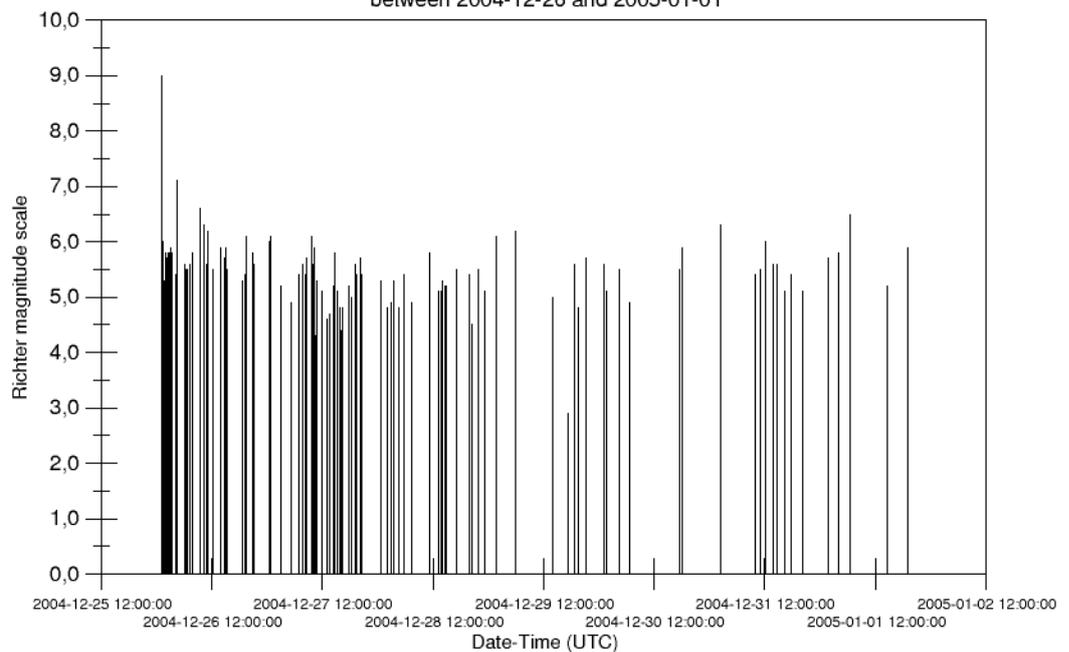


Les risques naturels

Séismes et tsunamis

Sumatra, 26 décembre 2004

Course of the earthquake in the Indian Ocean
between 2004-12-26 and 2005-01-01



PO IC - Géologie de l'ingénieur

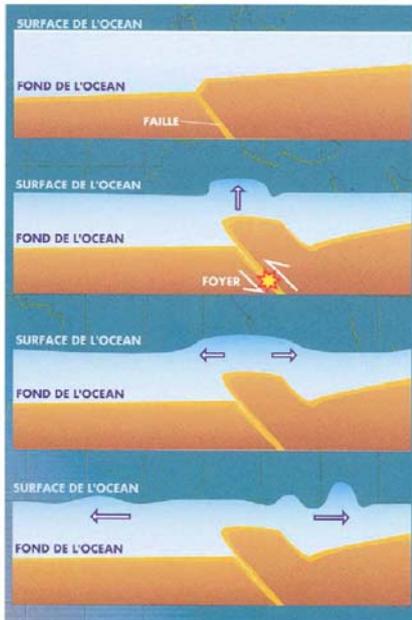


Fig. 2.- Génération d'un tsunami par un séisme de type « faille inverse » et propagation perpendiculairement à la faille.

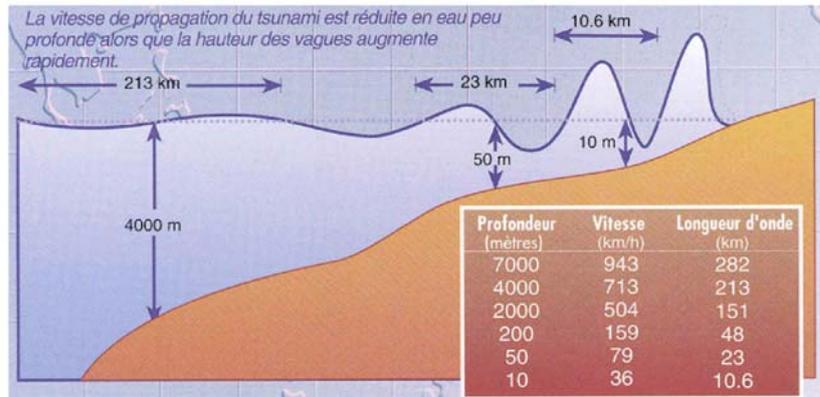


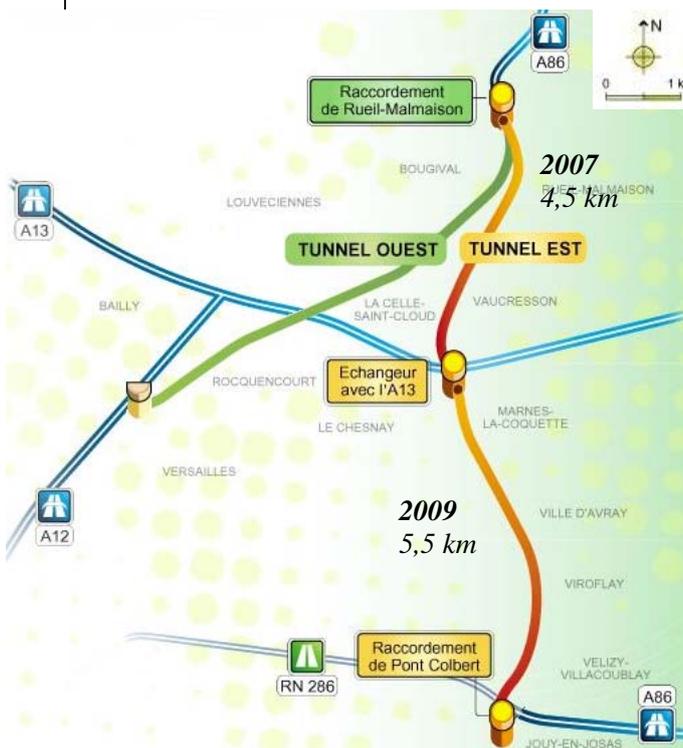
Fig. 3.- Paramètres de propagation du tsunami en fonction de la profondeur d'eau. La vitesse et la longueur d'onde diminuent lorsque la profondeur d'eau diminue, alors que la hauteur des vagues augmente.

Géologie de la France, 2002, n° 2, 39-52
<http://geolfrance.brgm.fr/>

Les ouvrages souterrains

Tunnel de l'A86 à l'Ouest de Paris

2e périphérique



Maitre d'ouvrage



Maitre d'œuvre

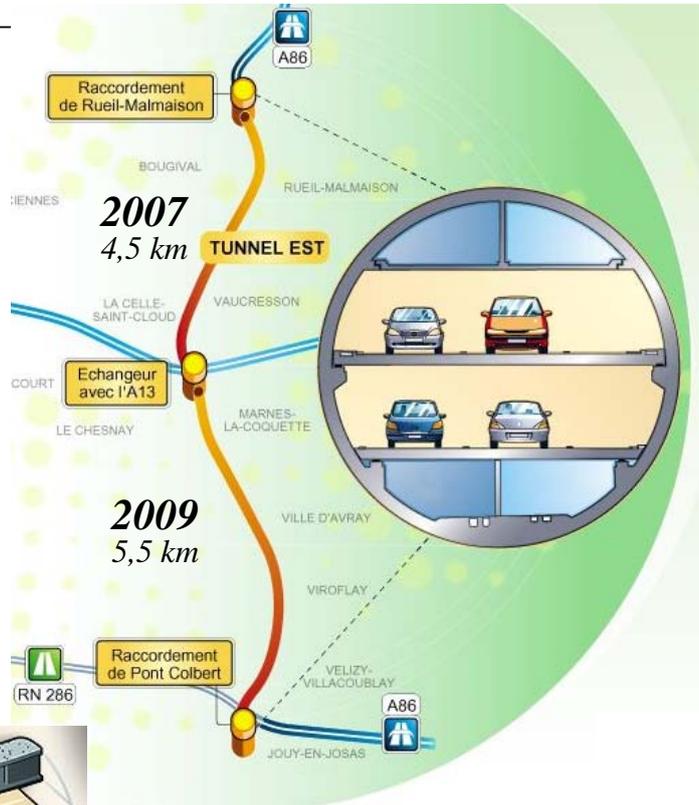
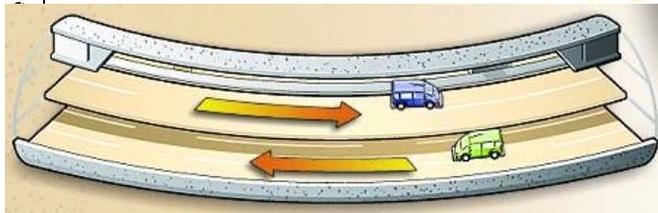


Source : L'A86 à l'Ouest
 CD-Rom édité par Cofiroute

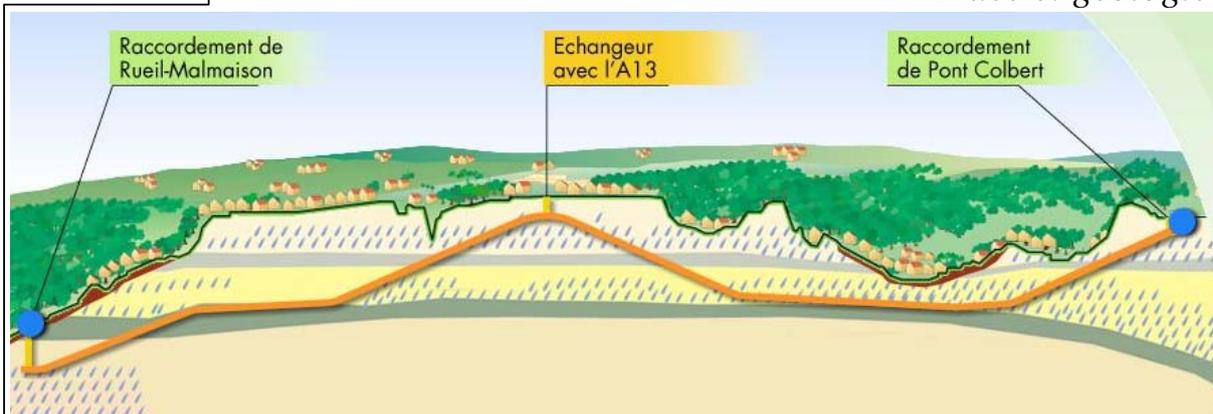
Tunnel est *Présentation de l'ouvrage*

- 2 x 2 voies + bande d'arrêt
- Véhicules légers

de l'ingénieur



Tunnel est *Tracé et géologie*



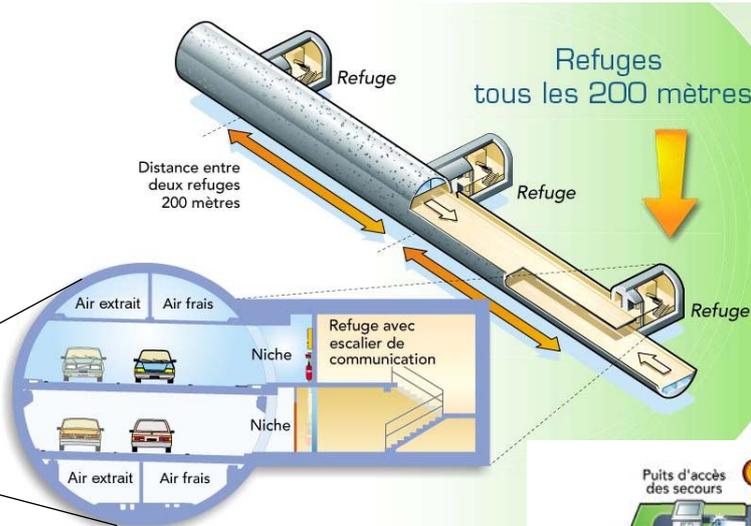
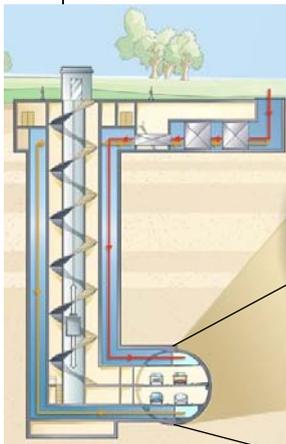
Légende

Eboulis	Famille des calcaires et marno-calcaires
Famille des sables	Niveau supérieur des argiles
Niveau inférieur des argiles	Craie
Nappes d'eau souterraines	

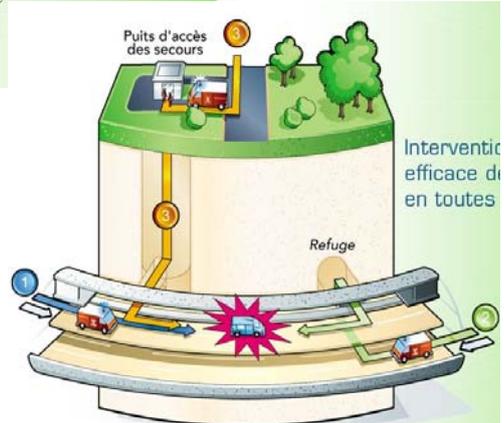
Passage dans des couches très variées

- *choix de creusage par tunnelier*
- *plusieurs modes de fonctionnement*

PO IC - Géologie de l'ingénieur

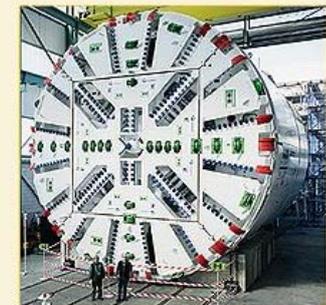
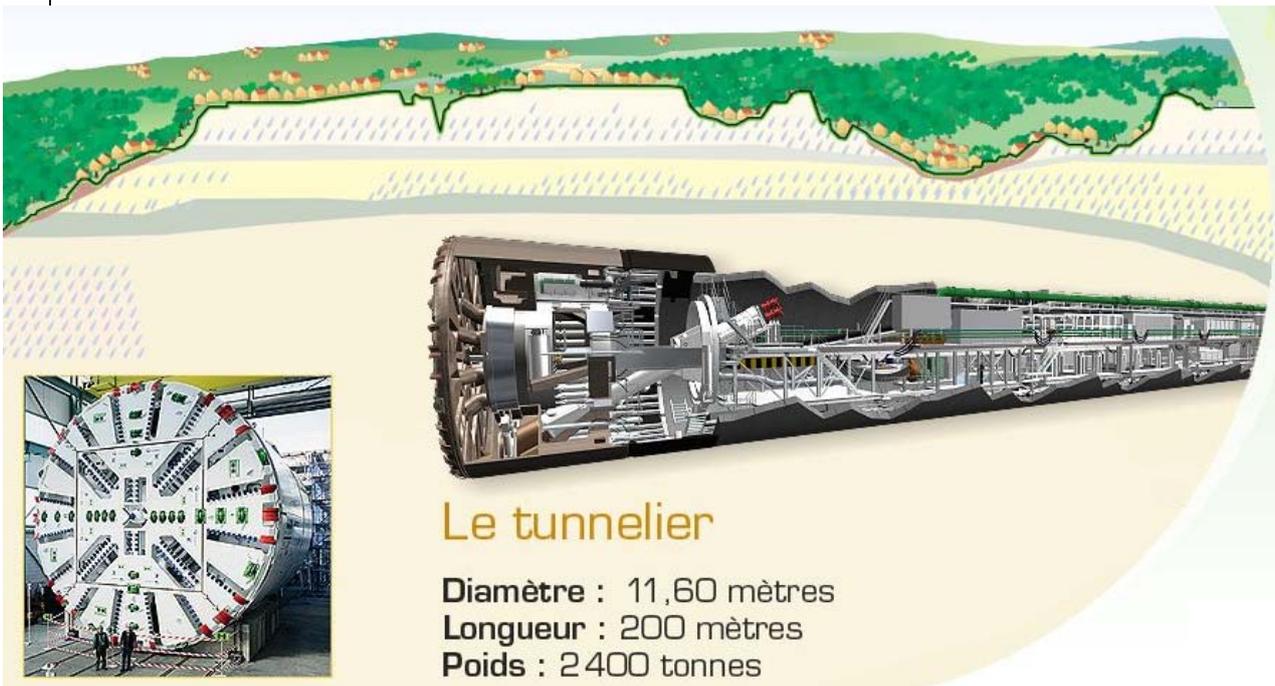


...dans le tunnel



...intervention extérieure

PO IC - Géologie de l'ingénieur



PO

Les propriétés et exemples évoqués

→ résultante des propriétés des constituants et de leur arrangement

Minéral → Roche → Condition d'emploi
 ↘ ✂ → Architecture des terrains

Exemple

Argile → Roches calcaires → Couches inclinées
 ↘ ✂ ✂ ✂

Glissement de terrains

À —————→ km

0.2 Organisation du cours

Plan du cours

Géologie appliquée

	Temps		
Introduction	0h30	Chapitre 5 - Mesures géophysiques	1h00
Chapitre 1 - Structure du globe terrestre	1h00	5.1 Introduction	
1.1 Caractéristiques globales		5.2 Sismique réfraction	
1.2 Modèle sismologique		5.3 Prospection électrique	
1.3 Modèle minéralogique		5.4 Autres techniques	
1.4 Modèle dynamique : théorie des plaques		Chapitre 6 - Procédés de reconnaissance mécaniques	0h30
Chapitre 2 - Pétrographie	1h45	6.1 Tranchées, puits	
2.1 Rappels sur les minéraux		6.2 Galeries de reconnaissance	
2.2 Mode de formation des roches		6.3 Sondages	
2.3 Propriétés géotechniques des roches		6.4 Autres techniques	
2.4 Terrains de couverture		Chapitre 7 - Cartographie	0h30
Chapitre 3 - Stratigraphie	1h15	7.1 Cartographie topographique	
3.1 Architecture des roches sédimentaires		7.2 Cartographie géologique	
3.2 Principes de la stratigraphie		7.3 Cartographie géotechnique	
3.3 Datation des terrains		7.4 Coupes géologiques	
3.4 Echelle stratigraphique		Chapitre 8 - Génie parasismique	1h00
Chapitre 4 - Tectonique	1h45	8.1 Aléa sismique	
4.1 Généralités		8.2 Conception parasismique des ouvrages	
4.2 Plissements		Chapitre 9 - Travaux souterrains et tunnels	1h30
4.3 Failles		9.1 Principes généraux de construction	
4.4 Glissements de terrains		9.2 Principaux problèmes rencontrés dans les tunnels	
4.5 Ecoulements et chutes de blocs		9.3 Importance de la géologie	
4.6 Effondrements et affaissements		9.4 Etudes de cas	
4.7 Séismes		Chapitre 10 - Carrières et gravières	0h30
		10.1 Les deux sources de granulats	
		10.2 Les carrières	