

# Géologie de l'environnement

1. Une planète nourricière
2. Une planète dangereuse
3. Gérer la planète



# Une Terre dangereuse

- ❖ I. Des exemples de catastrophes naturelles
- ❖ II. Géologie des catastrophes naturelles
- ❖ III. Peut-on prévoir les catastrophes naturelles ?



# Les risques naturels

« natural hazards »

## ❖ Introduction

- Le risque naturel et la catastrophe naturelle
- Notion de soudaineté (mais il existe des catastrophes naturelles qui durent comme la désertification...)
- Les risques naturels ne comprennent pas ici les risques biologiques (épidémie, invasions d'insectes...) : les risques géophysiques.



## ❖ classification

- Le risque naturel et la catastrophe naturelle
- risque **géologique** : tremblement de terre, explosions volcaniques, glissements de terrain
- risque **atmosphérique** : tempêtes, précipitations, températures extrêmes.
- risque **hydrologique** : inondations et les coulées de débris.
- les mixtes : tsunami, avalanches de neige, risque extraterrestre.



# ❖ I. Quelques exemples de catastrophes géophysiques.

- 1.1 Les plus grandes catastrophes naturelles du 20<sup>e</sup> siècle. Coût humain et financier.



## Pakistan : 75000 morts, Tsunami : 222000 morts

| EVENEMENT                       | PAYS                  | DATE     | Dommages assurés<br>en millions de dollars | VICTIMES |
|---------------------------------|-----------------------|----------|--|----------|
| Tempête et inondation           | Bangladesh            | 14.11.70 | -  | 3000 00  |
| Séisme de Tangshan (mg 8.2)     | Chine                 | 28.07.76 | -  | 2500 00  |
| Cyclone Gorky                   | Bangladesh            | 29.04.91 | 3  | 1380 00  |
| Séisme de mg 7.7                | Prou                  | 31.05.70 | -  | 6000 0   |
| Inondations, glissement         | Venezuela et Colombie | 12.12.99 | 414  | 5000 0   |
| Séisme de Gilan                 | Iran                  | 21.06.90 | 152  | 5000 0   |
| Séisme de Tabas                 | Iran                  | 16.09.78 | -  | 2500 0   |
| Séisme                          | Arménie               | 07.12.88 | -  | 2500 0   |
| Eruption du Nevado del Ruiz     | Colombie              | 13.11.85 | -  | 2300 0   |
| Séisme de mg 7.4                | Guatemala             | 04.02.76 | 227  | 2200 0   |
| Séisme d Izmit                  | Turquie               | 17.08.99 | 1034                                       | 1911 8   |
| Cyclone 05B                     | Inde et Bangladesh    | 29.10.99 | 103  | 1500 0   |
| Mousson (inondations)           | Inde                  | 01.09.78 | -  | 1500 0   |
| Séisme de mg 8.1                | Mexique               | 19.09.85 | 516  | 1500 0   |
| Inondations                     | Inde                  | 31.10.71 | -  | 1080 0   |
| Cyclone                         | Bangladesh            | 25.05.85 | -  | 1000 0   |
| Cyclone                         | Inde                  | 20.11.77 | -  | 1000 0   |
| Séisme de Maharashtra ( mg 6.4) | Inde                  | 30.09.93 | -  | 9500     |
| Cyclone Mitch                   | Amérique Centrale     | 22.10.98 | 529  | 9000     |

|                            |                    |          |      |      |
|----------------------------|--------------------|----------|------|------|
| Sisme de Mindanao          | Philippines        | 16.08.76 | -    | 8000 |
| Sisme de Kobl              | Japon              | 17.01.95 | 2795 | 6425 |
| Cyclone Thelma et Uring    | Philippines        | 05.11.91 |      | 6304 |
| Sisme de mg 6.3            | Pakistan           | 28.12.74 |      | 5300 |
| Sisme                      | Equateur           | 05.03.87 | 1016 | 5000 |
| Sisme de Fars              | Iran               | 10.04.72 |      | 5000 |
| Sisme de Managua           | Nicaragua          | 23.12.72 | 415  | 5000 |
| Sisme                      | Indonésie          | 30.06.76 |      | 5000 |
| Sisme de El Asnam          | Algérie            | 10.10.80 |      | 4500 |
| Sisme de Takhar            | Afghanistan        | 30.05.98 |      | 4000 |
| Sisme de Van               | Turquie            | 24.11.76 |      | 4000 |
| Tempête de neige           | Iran               | 15.02.72 |      | 4000 |
| Cyclone Linda              | Vietnam            | 01.11.97 | 5    | 3840 |
| Inondations                | Inde et Pakistan   | 08.09.92 |      | 3800 |
| Inondations du Yangtsé     | Chine              | 01.07.98 | 318  | 3656 |
| Sisme de Nantou            | Taiwan             | 21.09.99 | 1034 | 3400 |
| Cyclone                    | Réunion            | 16.04.78 |      | 3200 |
| Sisme de Campanie (mg 7.2) | Italy              | 23.11.80 | 84   | 3100 |
| Inondations et glissements | Inde et Bangladesh | 04.07.98 |      | 3000 |
| Sisme                      | Iran               | 11.06.81 |      | 3000 |
| Intempéries                | Bangladesh         | 02.12.84 |      | 3000 |

A comparer aux pertes dues aux conflits humains



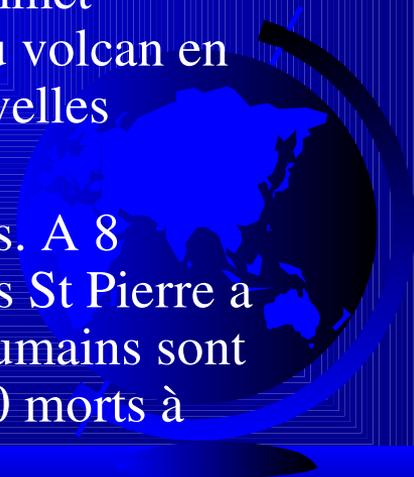
- 1.2 La Montagne Pelée
- 1.3 Le séisme du Pakistan
- 1.4 Le tsunami de 2004



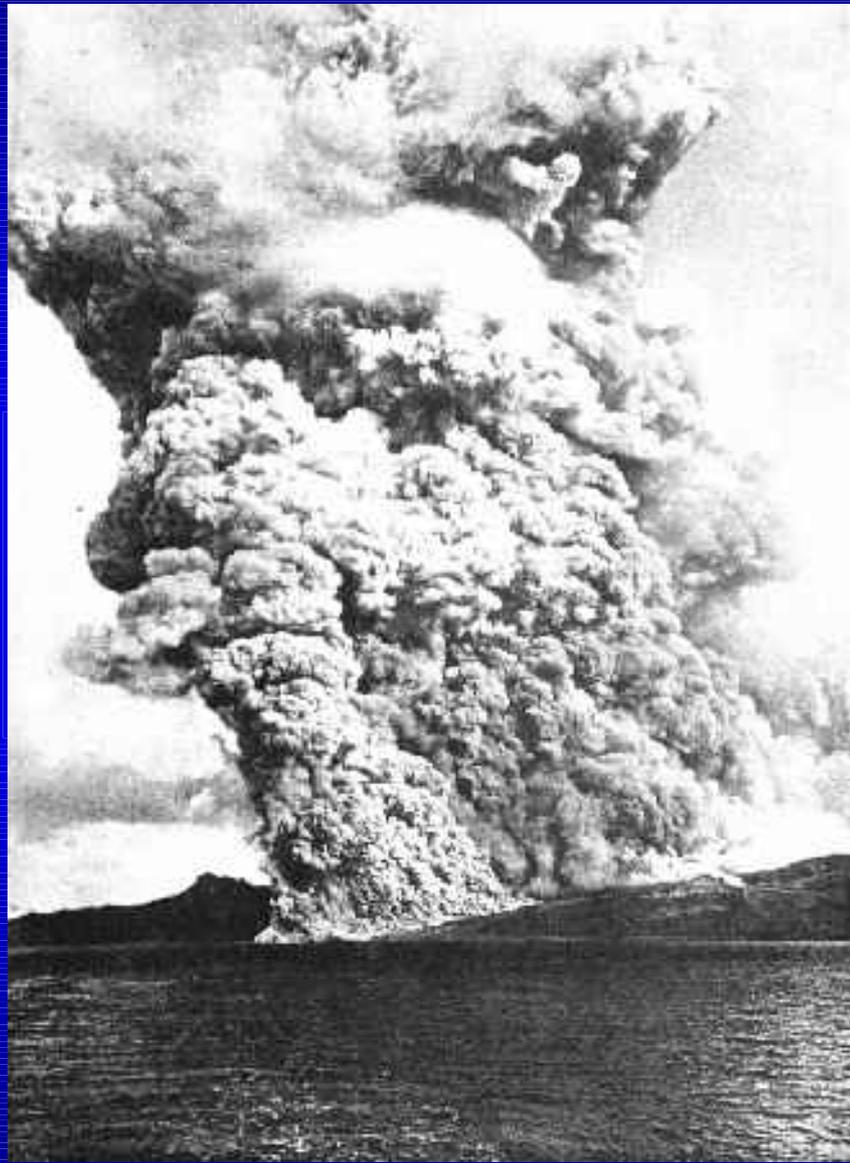


## 1.3 La Montagne Pelée, 8 mai 1902, Martinique

- ❖ Dès le mois de février, des odeurs de H<sub>2</sub>S se répandent. Le 23 avril, un panache blanc et noir se dégage de la Pelée. La montagne tremble. Le 24 avril, la montagne tremble à nouveau et des cendres tombent au Nord de St. Pierre. L'éruption est en phase phréatique car le magma vaporise l'eau au contact du magma. Le premier tour des élections législatives a lieu de 27 avril.
- ❖ Puis, c'est le calme jusqu'au 3 mai. Il se met à neiger des cendres, la respiration devient pénible. Le gouverneur Mouttet rassure la population. Le 5 mai, la lave est près de la surface, des gaz bleus s'échappent et des coulées de boue se produisent qui commencent à occasionner des dégâts. Le 7 mai, ce sont des blocs de lave incandescents, l'éruption devient magmatique, toutes les rivières sont en crue. A 11 h 45, une nuée ardente (base jaune, sommet boursouflée en chou-fleur) se forme et dévale les flancs du volcan en évitant St. Pierre, il pleut la nuit ce qui occasionne de nouvelles coulées de boues et cause de nombreux morts.
- ❖ Le 8 au matin, le ciel est bleu. A 6 heures, pluie de cendres. A 8 heures, la montagne explose. Une nuée ardente dévale vers St Pierre à 500 km/h, elle est à 800 °C. En une minute, 30000 êtres humains sont tués. Le scénario se reproduit en août et cause encore 1500 morts à cause du manque de clairvoyance des pouvoirs publics.



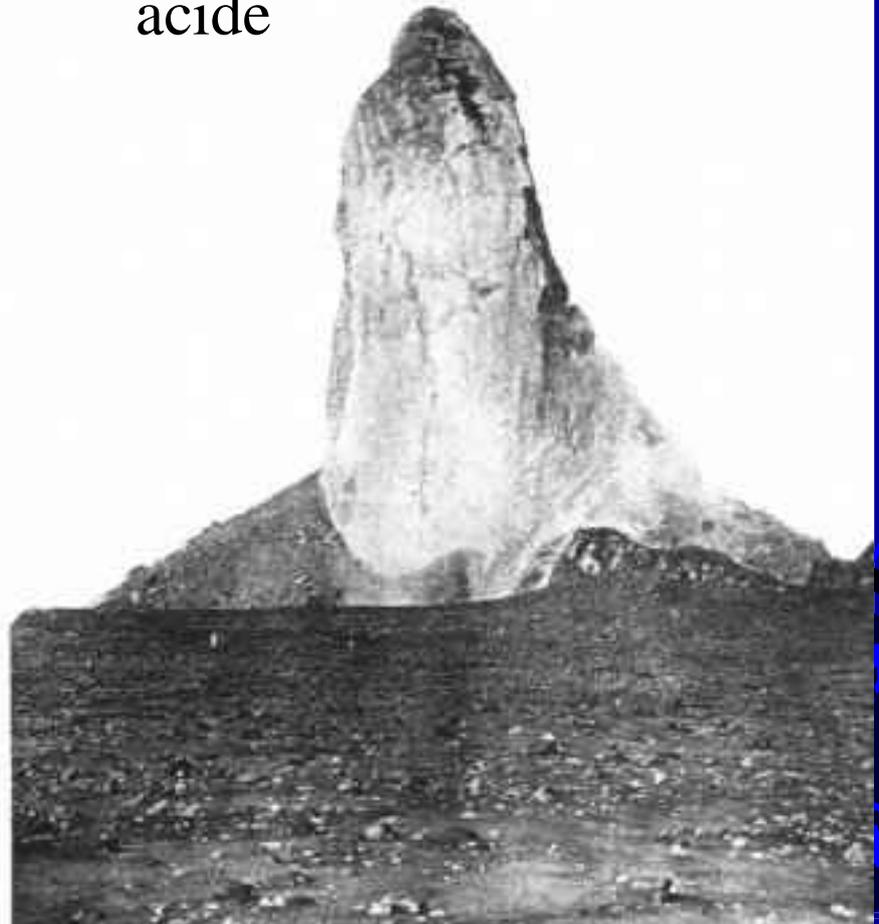




Aiguille de lave  
acide



Fig. 1



St Pierre : Maison Claminade



## Saint Pierre de Martinique



# Cible français

Fort de France & Kouga

Fort de France La commission chargée d'étudier les  
diverses stations de la montagne Pelée s'est réunie  
le 27 mai à St Pierre à l'hôtel de l'Intendance sous la  
présidence de M. le Gouverneur.

Après examen des faits constatés par ailleurs, décide le  
commissariat de l'Intendance la commission a résolu :

1<sup>o</sup> Que tous les renseignements qui se font par suite jusqu'à  
ce jour ont un caractère et qu'ils sont en conséquence les bases  
sur lesquelles doivent être tous les autres travaux -

2<sup>o</sup> Que les éruptions du volcan étant fréquemment venues  
à l'appui des rivières et des bords de la montagne comme elle  
est en effet toujours sous l'influence des tremblements de terre et  
des volcans de rochers éjectés -

3<sup>o</sup> Que les nombreuses déformations qui se font en ces lieux  
provenant soit de causes par ces éruptions de rochers éjectés  
long les chemins et qu'elles ne sont nullement dues à des  
gonflements de terrain -

4<sup>o</sup> Que les vallées en forme de rampe de pente sont les plus  
saines de la vallée de la rivière Blanche -

5<sup>o</sup> Que la position relative des vallées et des vallées  
touchant vers la mer permet d'affirmer que la sécheresse de  
St Pierre est réelle -

6<sup>o</sup> Que les vents noroix sentés par les vents des vents  
de Saint-Pierre, du Précheur, etc., ont composé leur température  
propre et qu'elles doivent leur couleur uniforme à la cause  
qu'elles charrient -

En conséquence continuera à suivre attentivement tous les phénomènes  
étrangers et elle tiendra la population au courant des nouvelles  
faits observés -



# Analyse géologique de la catastrophe

- ❖ éruption de type « peléen » Dualité colonne plinienne et coulée pyroclastique. Lahars (coulées boueuses).
- ❖ Carte géologique, traces de l'éruption
- ❖ Nature des produits émis, volcanisme de type acide, nature de l'aiguille, analyses chimiques.



# 1.3 Le Tsunami du 26/12/2005

- ❖ 220 000 vies humaines
- ❖ Séisme de magnitude 9, 23000 bombes d'Hiroshima.
- ❖ Tsunami ou ras de marée.





Energie du séisme  $M=9.0$  soit  $20 \cdot 10^{17}$  Joules

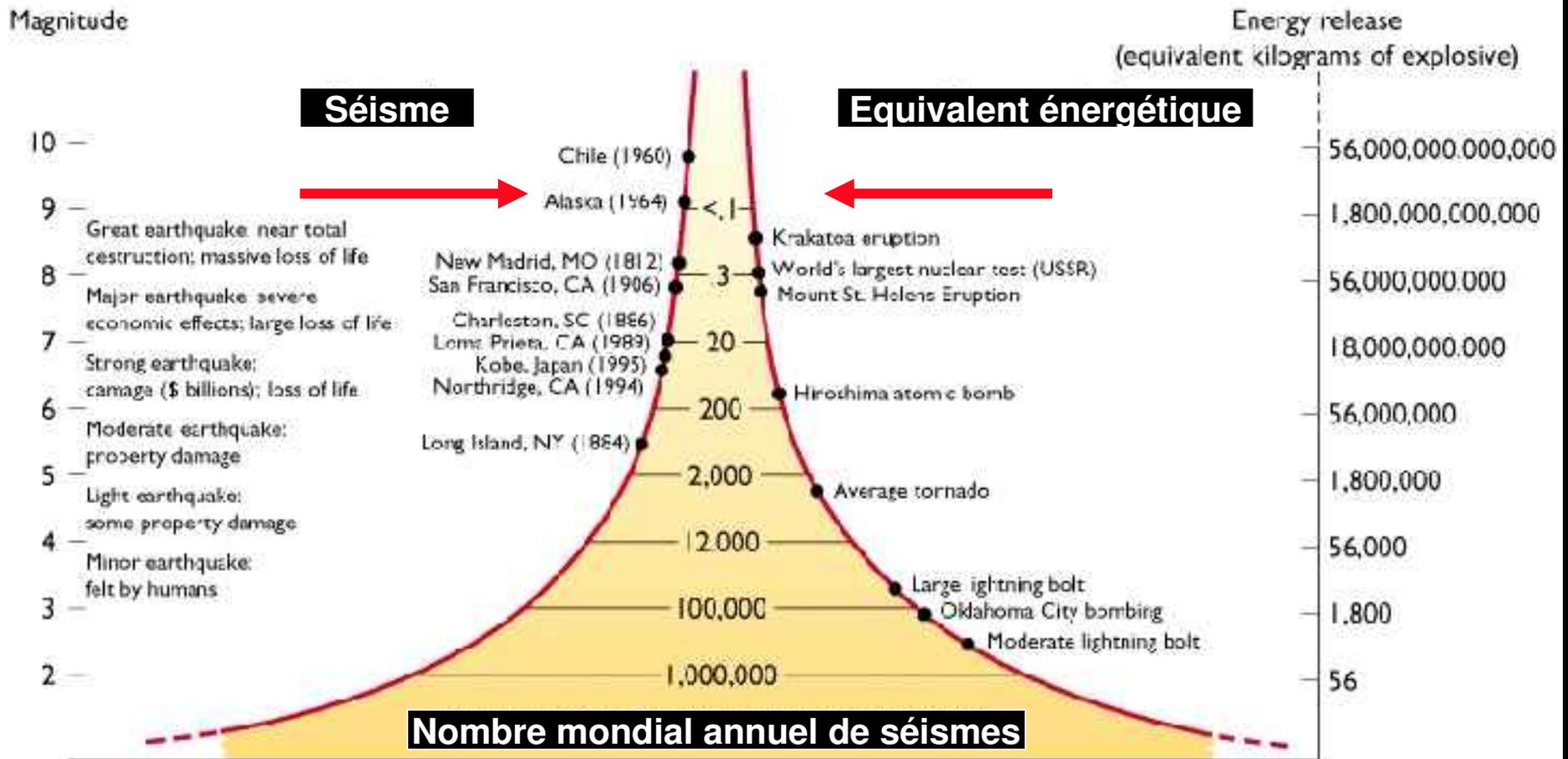
15 mètres de déformation de la croûte, 800 km  
de cassure

représente la déformation cumulée sur trois  
siècles

(ou encore 475 Mt TNT  
= 23000 fois la bombe d'Hiroshima)

# Magnitude de Richter et énergie

## Nombre annuel de séismes et énergie



(1 mégatonne (Mt) =  $10^9$ kg)