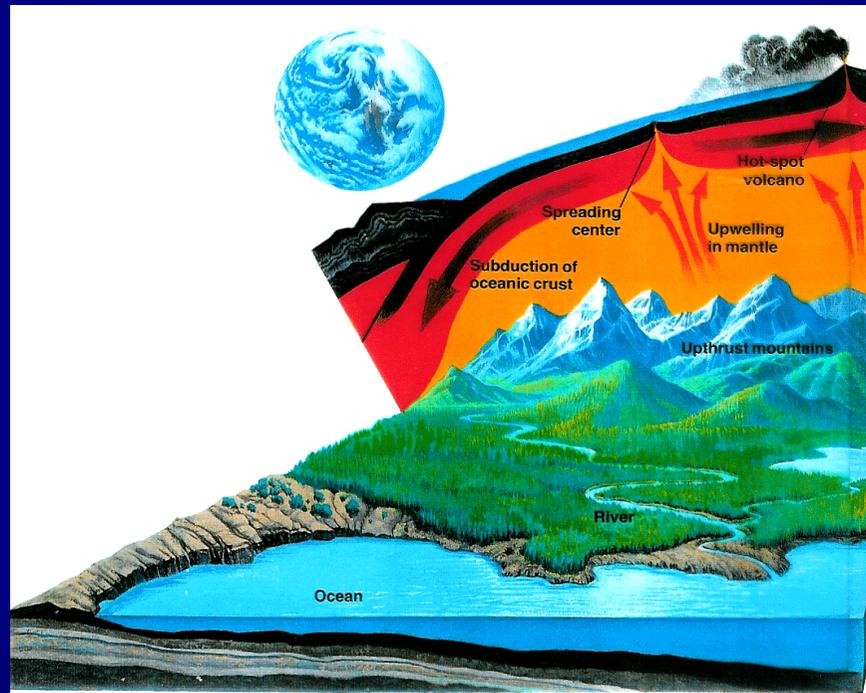


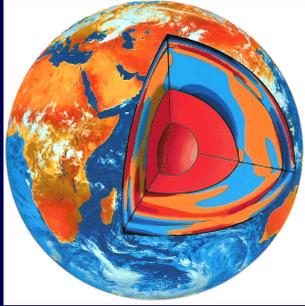
EDD:

***Enjeux scientifiques, sociétaux et
pédagogiques: Le point de vue des
Géosciences***



Jean-Marc Lardeaux

Université de Nice-Sophia Antipolis



Géosciences: L'enjeu scientifique

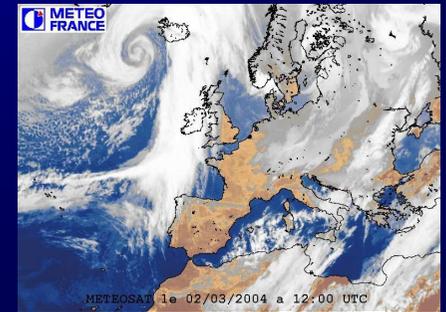
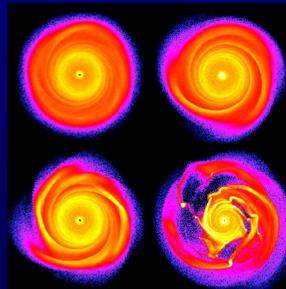
Comprendre le fonctionnement des milieux naturels, du centre de la Terre aux confins de l'Univers.

Ces recherches reposent sur la qualité d'observations physiques et chimiques à caractère pérenne portant sur des milieux naturels, fortement hétérogènes et évolutifs, marqués par une physique complexe associant des phénomènes d'échelles spatiales et temporelles très différentes.

Des mots - clés :

observer...analyser...traiter...

archiver...surveiller...modéliser...comprendre...prévoir!



A quoi servent les Géologues ?



A quoi servent les Géologues ?

L'avènement des sociétés modernes conduit beaucoup d'entre nous à oublier:

- Que l'humanité comptera 9 milliards de personnes en 2050,
- que son avenir est dépendant du bon fonctionnement des écosystèmes ainsi que de la disponibilité et de la qualité des ressources naturelles,
- qu'elle devra se protéger des impacts d'une large gamme d'aléas naturels.

Beaucoup de ces ressources et de ces aléas sont liés à la nature, la structure, la dynamique et l'histoire de la Terre.

Notre responsabilité est de faire comprendre comment la maîtrise et l'utilisation des géosciences par les citoyens peuvent contribuer à relever les défis de ce nouveau siècle

Comprendre le fonctionnement des milieux naturels est un enjeu de connaissance qui répond :

1- A des interrogations de recherche fondamentale.

- * Les origines ? Origine de l'Univers, des étoiles, de la Terre, de la Vie sur Terre, de l'Homme, ...
- * Notre histoire ? Age et histoire de la Terre, de la Vie sur Terre, histoire des étoiles,...
- * La Vie extra-terrestre ?
- * Les confins de l'Univers , et au-delà ?
- * Le fonctionnement de la Terre ? Où, quand, comment, des océans, des chaînes de montagnes, des volcans, des séismes, des extinctions massives, ...?
- * Le devenir des milieux naturels et les futurs possibles ?

2 – A des interrogations sociétales en terme de développement durable.

* Le changement climatique et ses aléas.

* Les aléas et risques naturels majeurs : séismes, volcans, glissements de terrains, tsunamis, tempêtes, inondations, variations du niveau des océans, ...

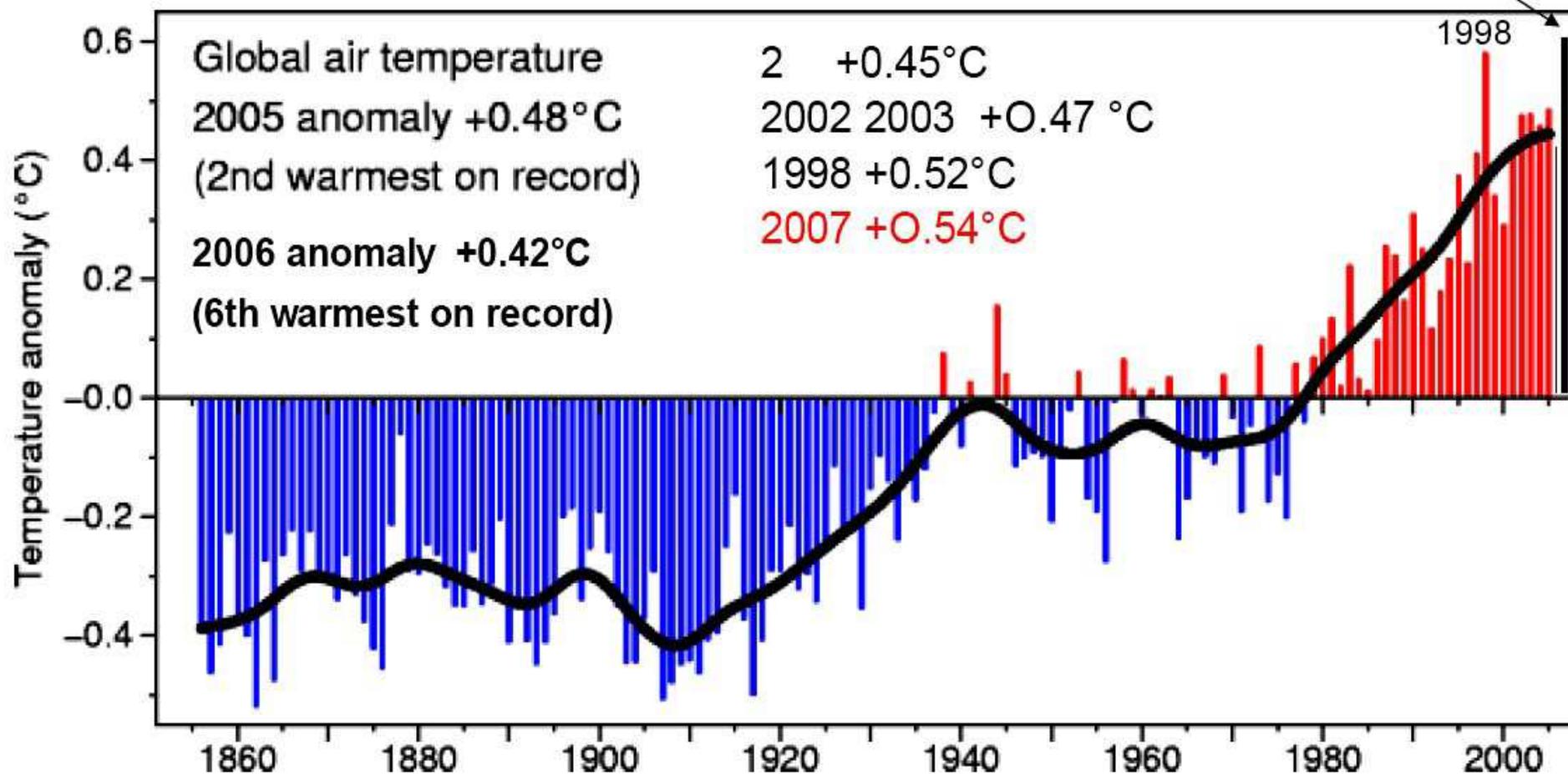
* Les aléas astronomiques : impacts des météorites (géocroiseurs); variations de l'activité solaire.

* Les ressources naturelles : Eau, hydrocarbures, gaz, métaux précieux, industriels et stratégiques, géothermie , ...
....sols; biodiversité.

* Les déchets et les stockages : CO2, déchets nucléaires, ...

Mesures Physiques systématiques de la température depuis 1860

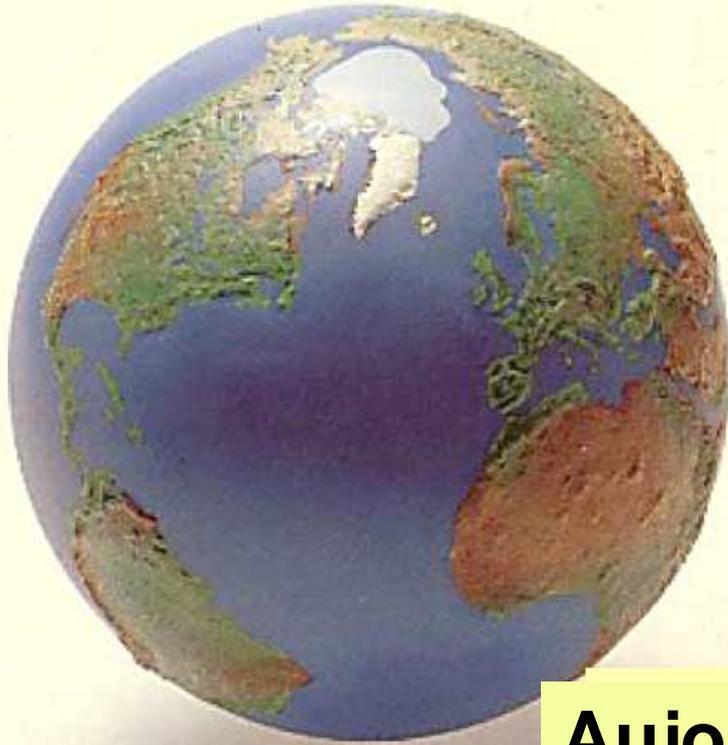
JONES-FOLLAND prediction for 2007
(January 4 2007)



Invention du thermomètre

Variation de la température moyenne mondiale

Climatic Research Unit, UEA, 2006



Aujourd'hui



**- 20.000
ans**

Phénomène (Glaciation) d'ampleur mondiale

Et à d'autres échelles de temps ? 100.000 ans à 1M.a ??

Principales causes des changements climatiques

Temps caractéristiques (années)

10^8 10^7 10^6 10^5 10^4 1000 100 10 1 10^{-1}

Variations du soleil

Forçages astronomiques

Variations de l'orbite terrestre

Dérive des continents

Forçages géologiques

Formation des montagnes
niveau marin

Poussières
volcaniques

Atmosphère - Océan -
Cryosphère

Causes intrinsèques

Atmosphère - Océan -

Atmosphère

Causes anthropiques

Activités humaines (pollution, combustion de
carbone, utilisation des sols)

Cycles
géodynamiques

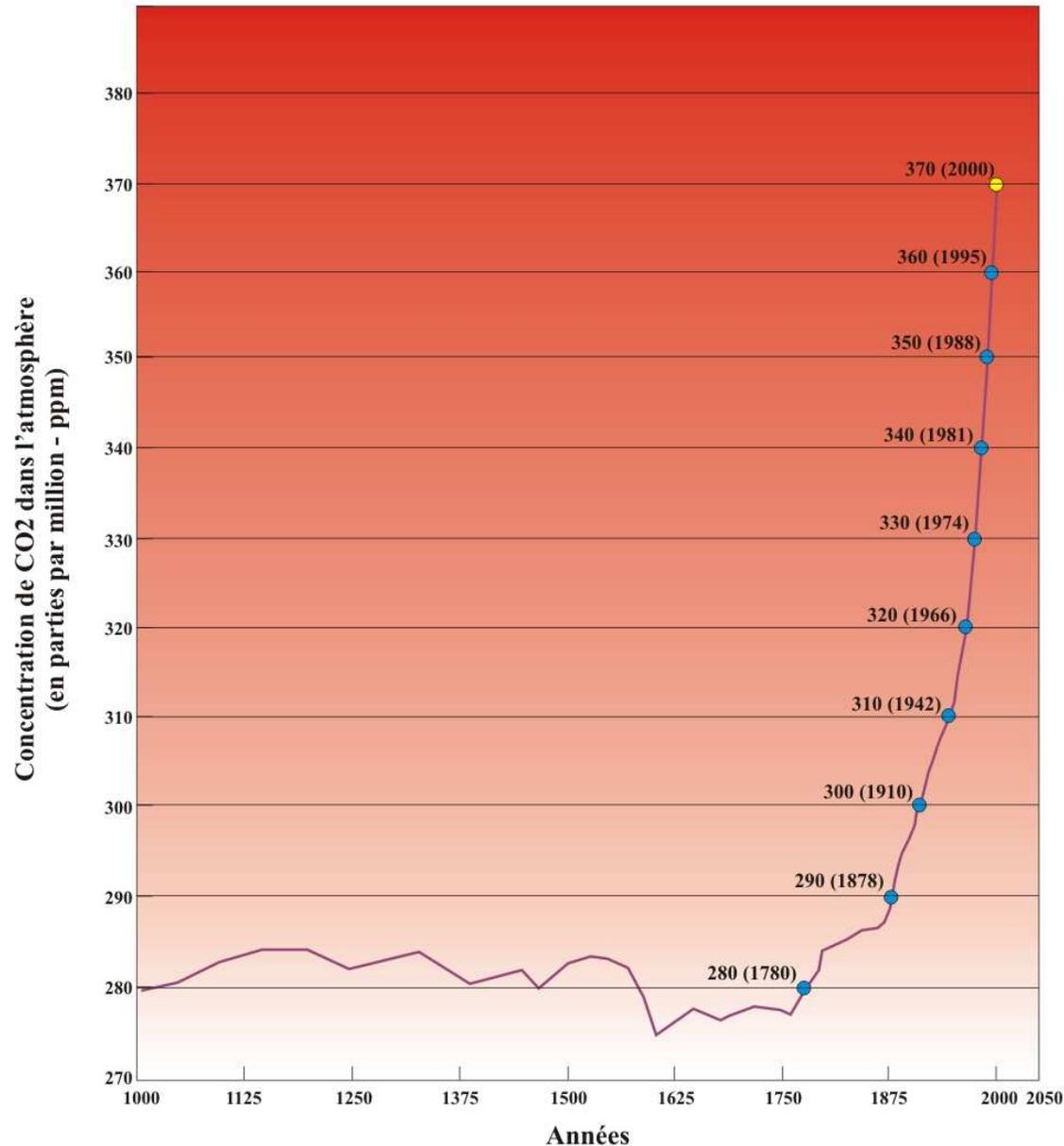
Glaciations

Instabilités
glaciaires

El Nino
Nao

Saisons

CAUSES de l'augmentation de T° depuis les années 1990 ???



**ACCUMULATION
d'origine
anthropique**

**de 4 GT de C
(15 GT de CO₂)**

**dans
l'atmosphère**



Autre donnée : la dilatation des mers

L'eau se dilate de 0,026 % quand sa température augmente de 1° C. Ce n'est pas beaucoup.

Mais ...

Si le 1^{er} km de la mer voit sa température augmenter de 4°C (moyenne des estimations pour dans 1 siècle), ça fait une augmentation de (en cm):

$$100\ 000 \times 4 \times 0,026\% = 100\ \text{cm} = 1\text{m}.$$

Si c'est toute la tranche d'eau de l'océan (5 000 m) qui se réchauffe, ça monte de 5m. Mais pour ça, il faudra attendre.

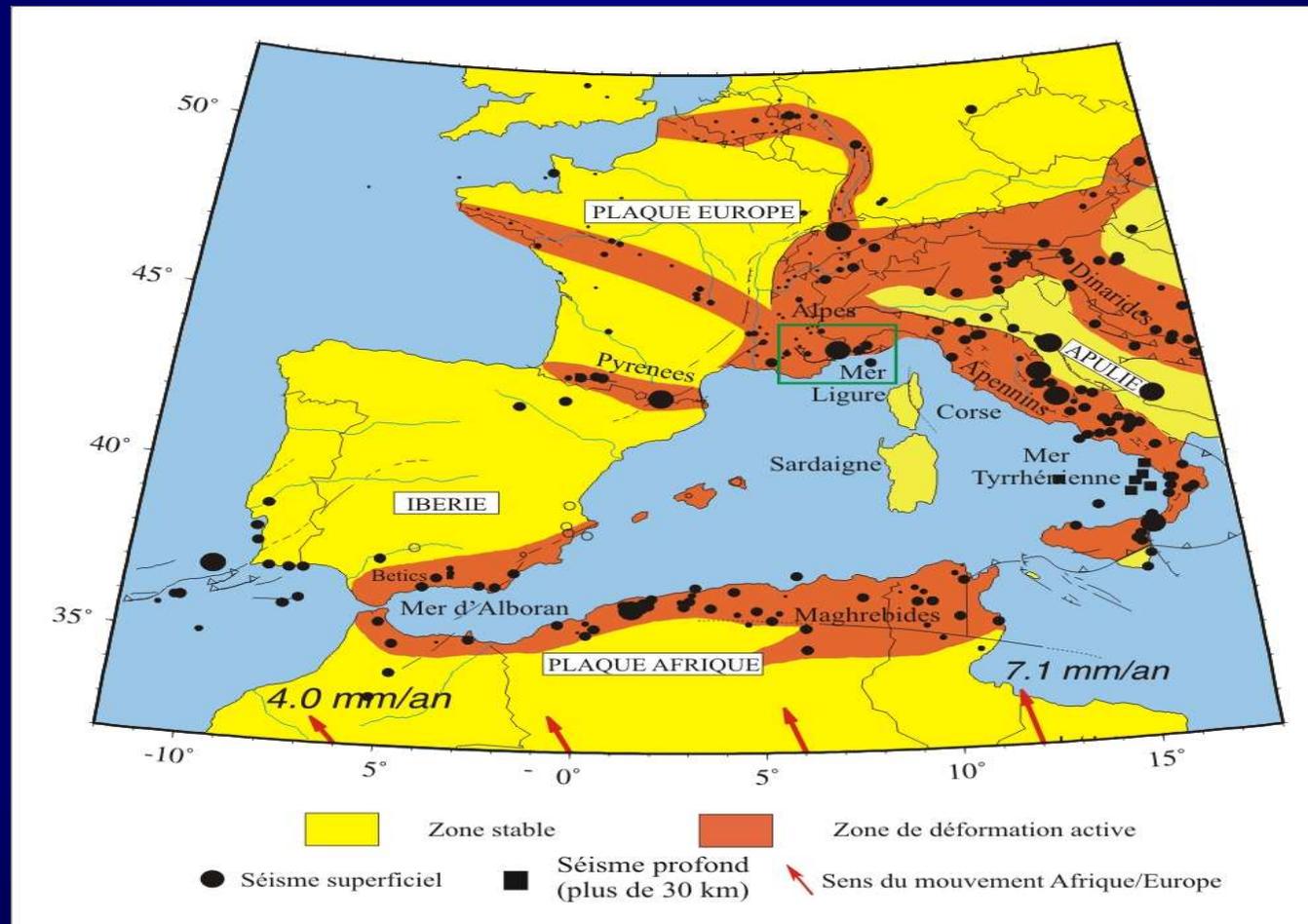
Si on y ajoute les quelques dm dus à la fonte partielle des glaciers de montagne, ça fait entre 1m et 1,5 m d'augmentation du niveau de la mer dans 1 siècle.

Nos petits enfants devront apprendre à nager, surtout si ils habitent aux Pays Bas, au Bangladesh ...

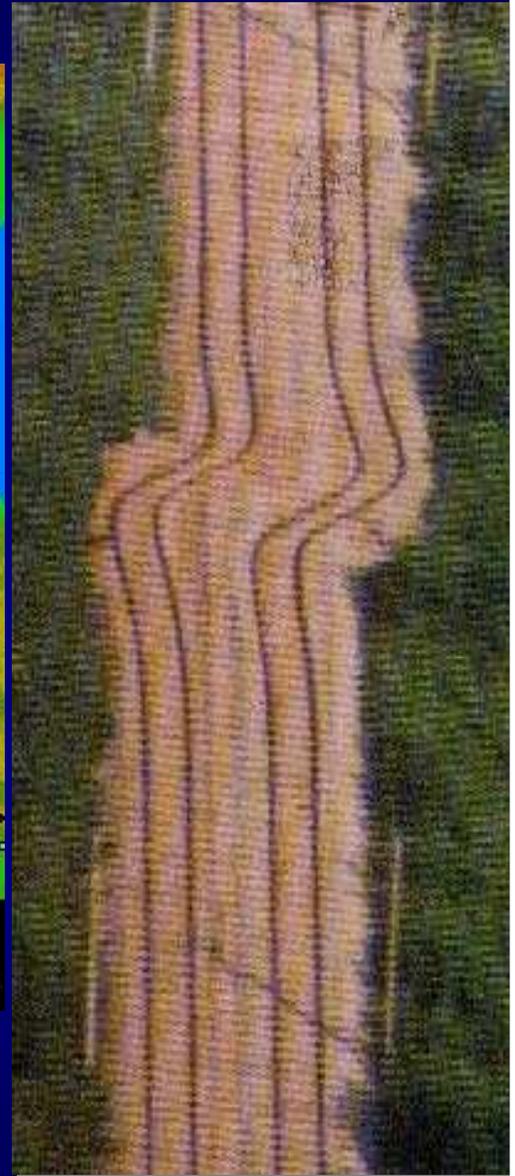
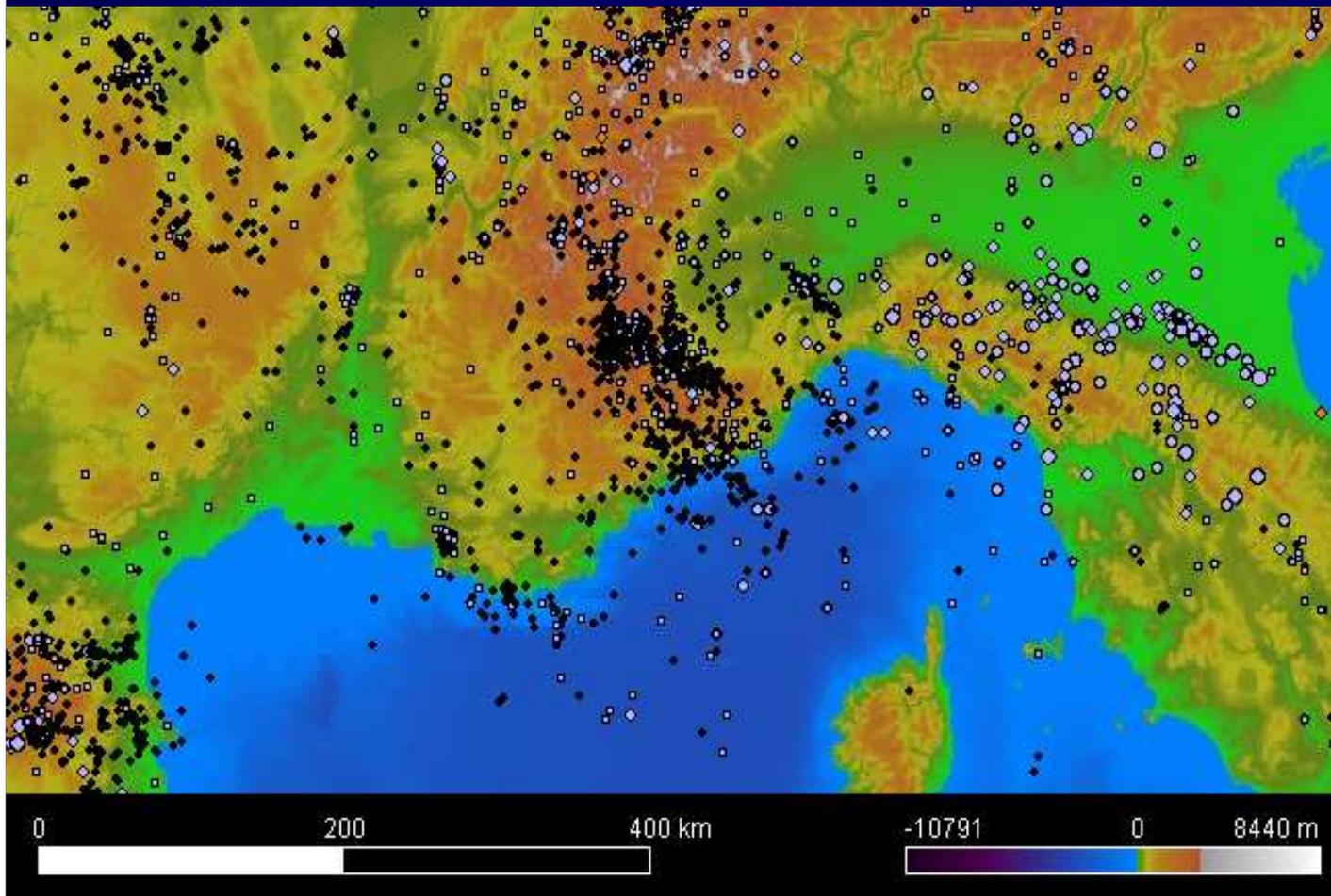
Géosciences au service de l'Humanité: Aléas et risques sismiques...

La géologie ne se contente plus d'expliquer le caractère vivant de la planète. Elle doit aussi prévoir et prévenir les « caprices de la terre »

L'Afrique se rapproche de l'Europe



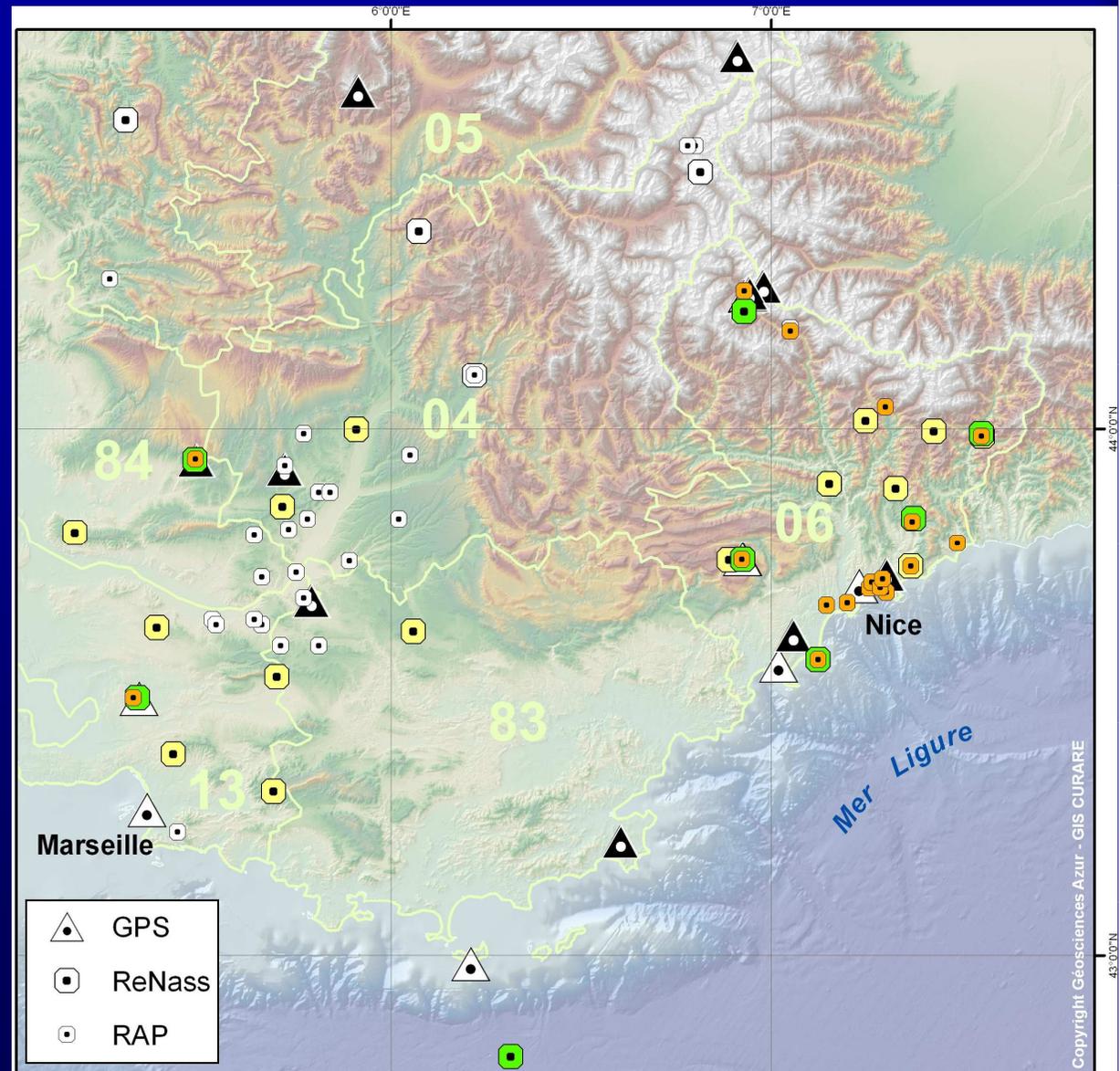
Sismicité à l'échelle globale (plaques).



A l'échelle régionale : Alpes du Sud / Mer Ligure

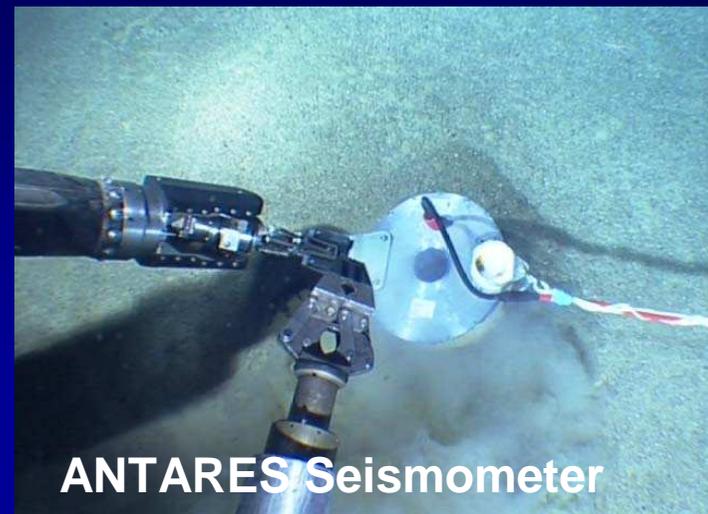
Les réseaux d'observation du sud-est

- Réseau géodésique
 - environ 40 stations GPS permanentes en France dont 8 en PACA
- Réseaux sismologiques
 - RENASS
 - 15 stations CP
 - 8 stations LB
 - RAP
 - 18 stations

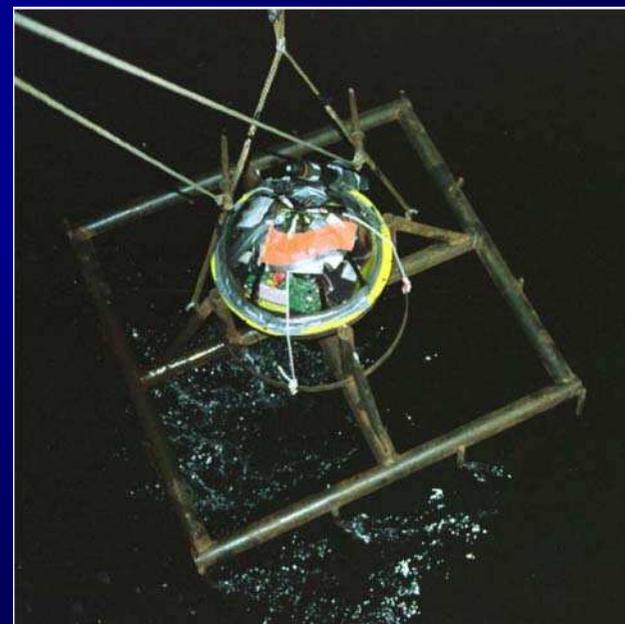




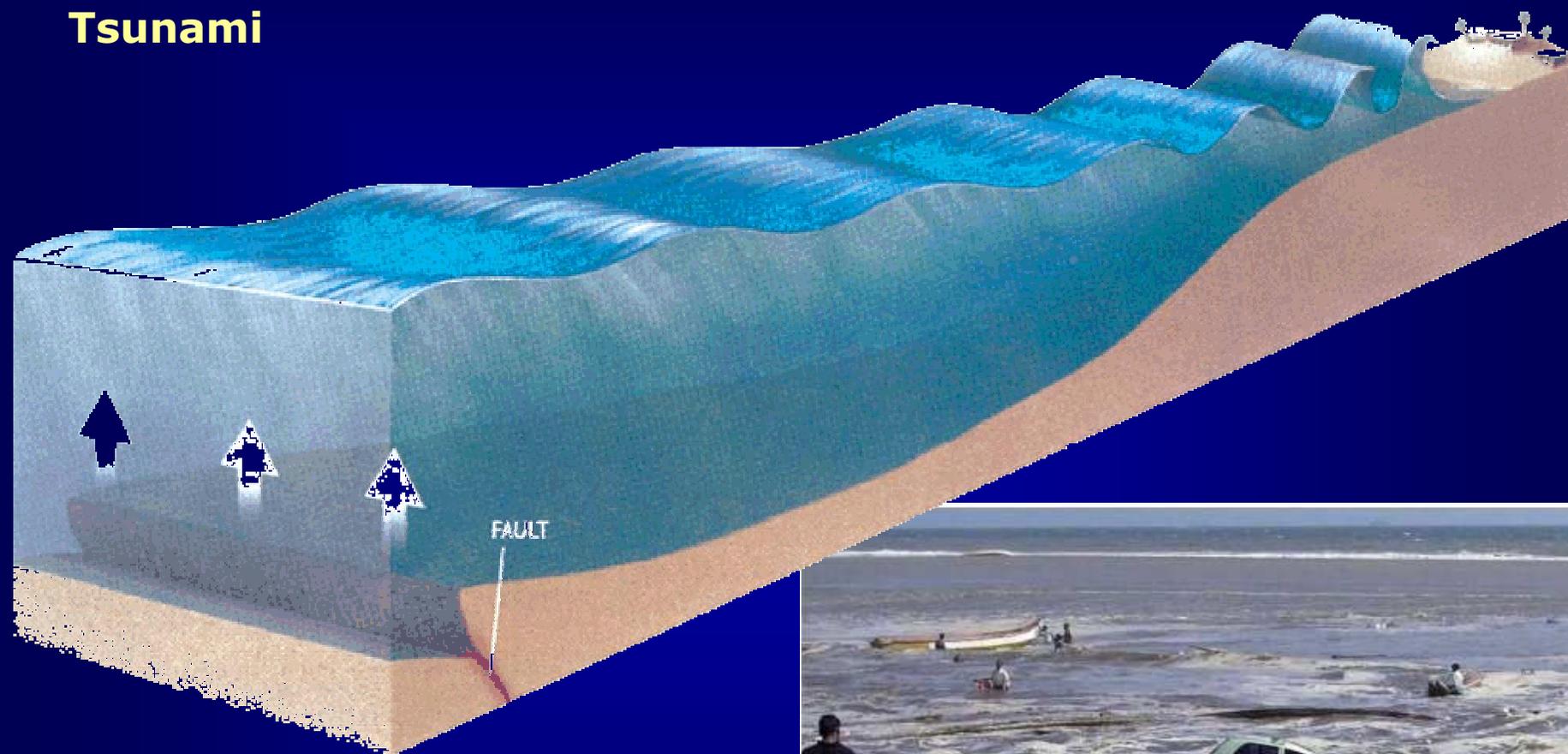
OBS posé sur le fond de l'océan



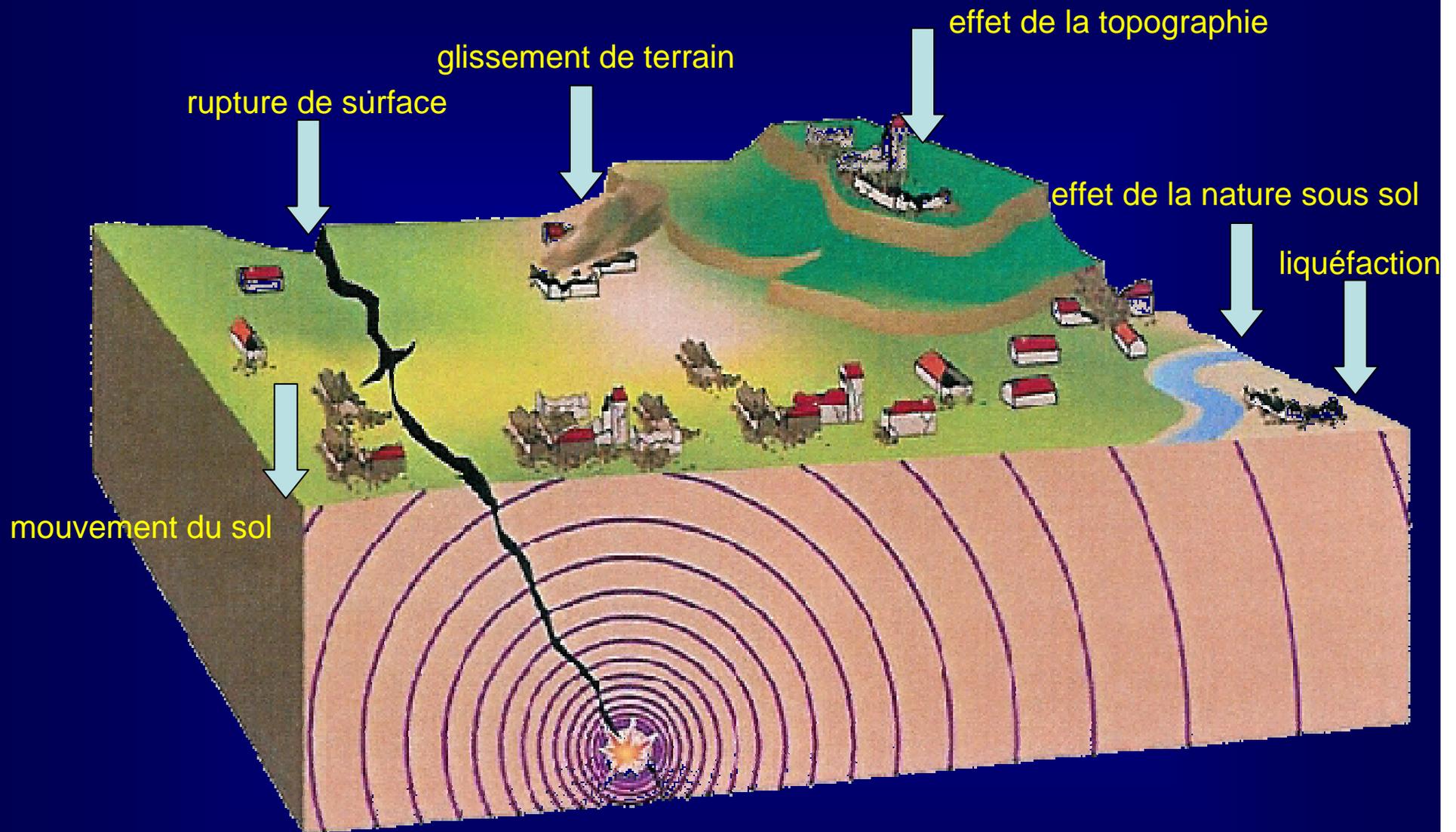
ANTARES/Seismometer



Effets induits : Tsunami



Comment évaluer le risque ?



Modèles géologiques à haute résolution !!

Les principes d'évaluation du risque sismique

Géosciences au service de l'Humanité : Ressources minérales et économie

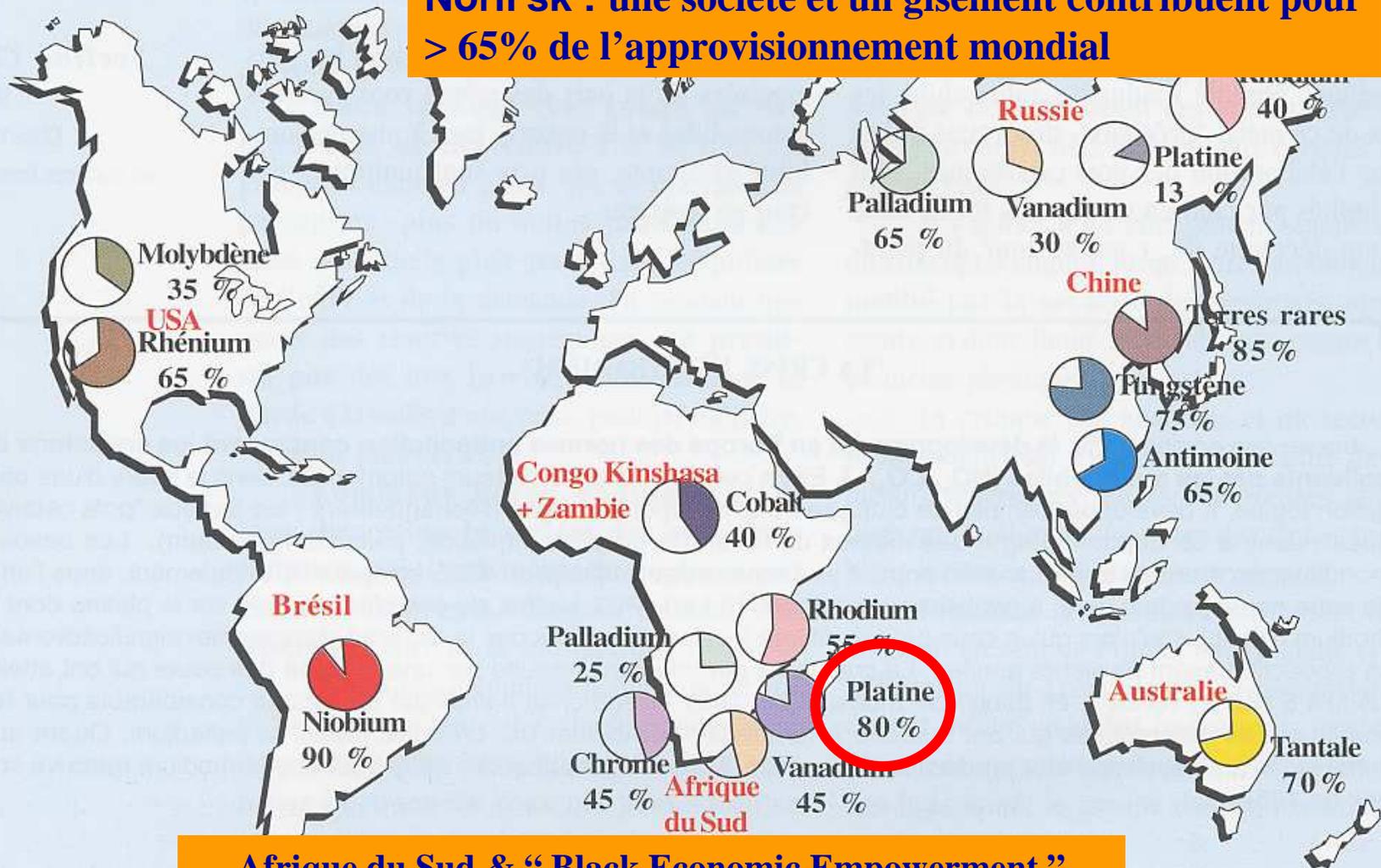
L'Homme minéral !

Un Américain consomme tout au long de la vie:

730 tonnes de pierres, sables et graviers, 30 tonnes de ciment, 15 tonnes de minerai de Fer, 14 tonnes de sel, 9 tonnes de phosphates, 9 tonnes d'argiles, 2,7 tonnes de bauxite (aluminium), 600 Kg de cuivre, 420 Kg de plomb, 300 Kg de zinc, 50 Kg d'or ... et 30 tonnes de minerais et métaux divers (industriels), tels que silicium, gallium, germanium pour les microprocesseurs ou le talc, le kaolin , la calcite pour les dentifrices et les cosmétiques, ou encore l'indium et le tantale pour les écrans plats et la téléphonie 3G...

Ressources minérales et économie

Noril'sk : une société et un gisement contribuent pour > 65% de l'approvisionnement mondial



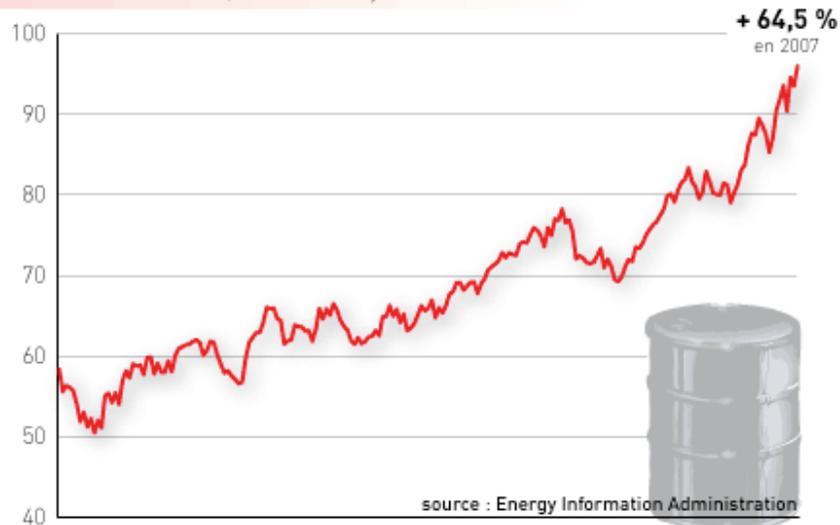
Afrique du Sud & “Black Economic Empowerment”

Mère Nature n'est pas Bonne Fille ... Distribution inégale des ressources !

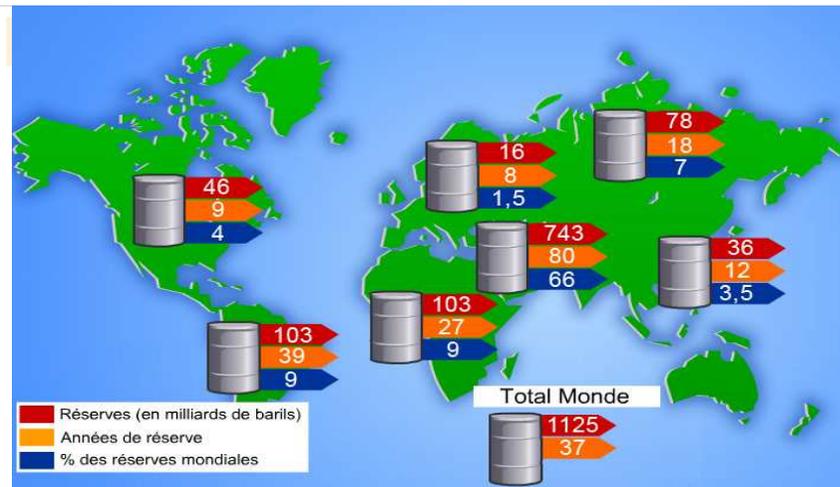
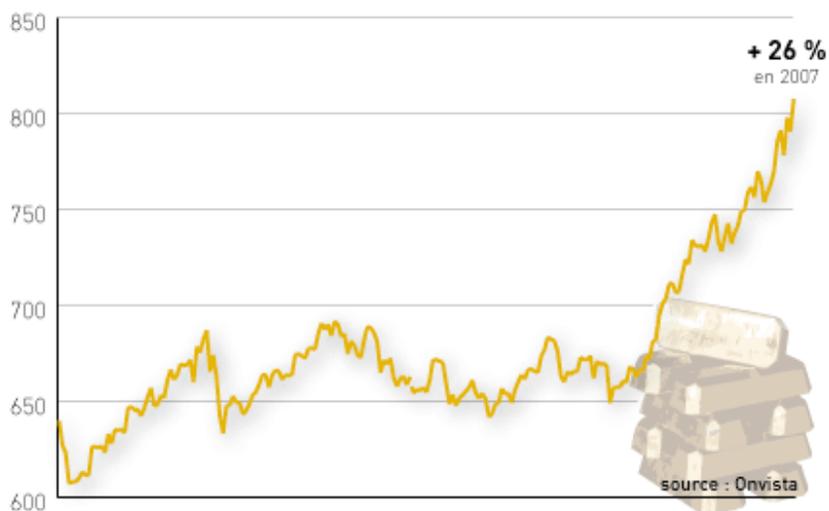
Le prix des **matières premières** est en nette **augmentation** depuis le début de l'année. Le phénomène touche un éventail très **large de produits** : métaux, combustibles ou encore alimentation.

Ainsi, le pétrole a subi une hausse de près de 2/3 de son prix en moins d'un an, tout comme le blé. Le prix du plomb a plus que doublé, le lait a augmenté de 37 % aux Etats-Unis, et la courbe du prix de l'or a très nettement grimpé lors des trois derniers mois.

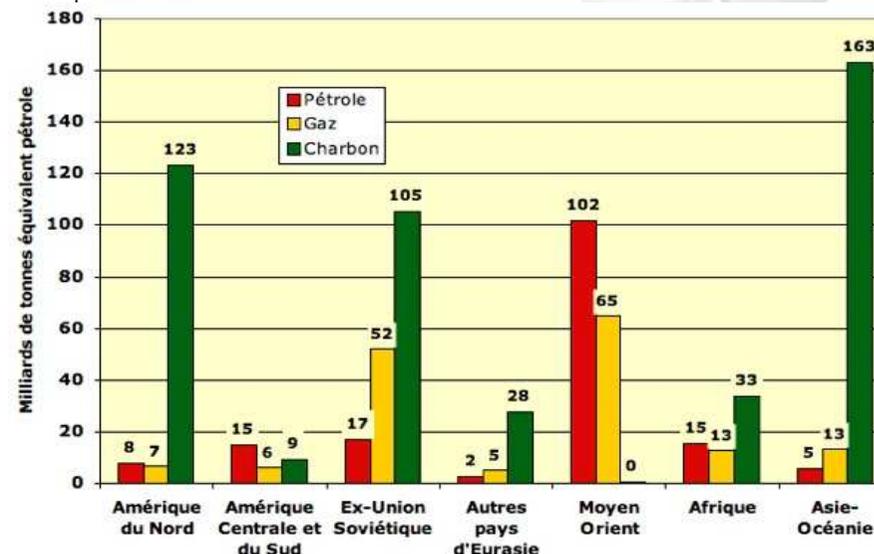
Pétrole en US\$ / baril du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007



Or en US\$ / t. oz. (31,103g) du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007

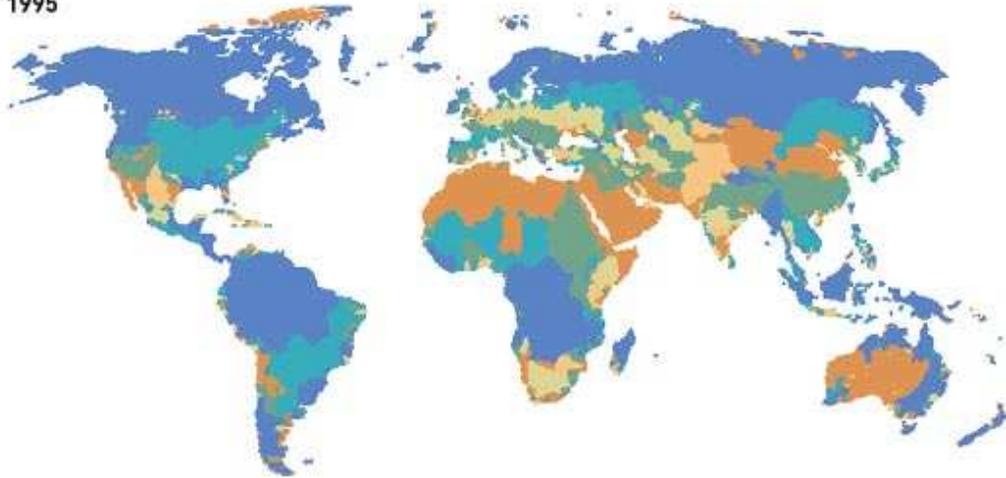


Plomb en US\$ / tonne du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007

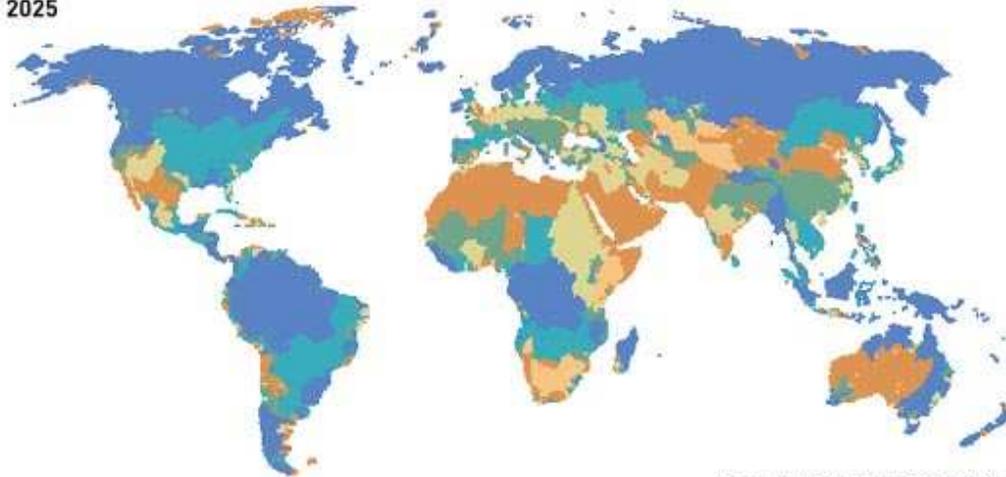


Ressources en eau douce renouvelables

1995

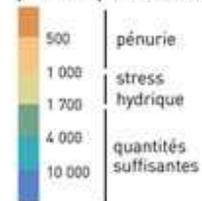


2025



Source : PNUE/Vital Water Graphics/GRID

Volume renouvelable annuel par personne par bassin fluvial (m³)

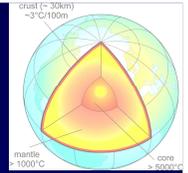


Géosciences au service de l'Humanité : les ressources

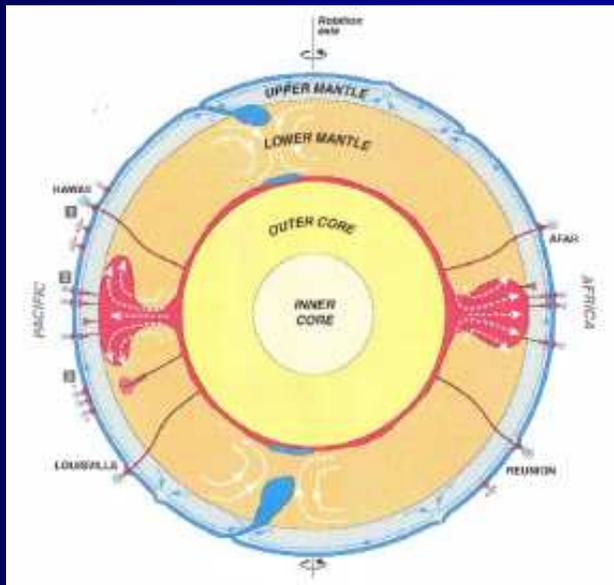
Ressource en eau : Mère Nature n'est pas Bonne Fille, ... c'est même une vraie ⚡☁⚡



Géosciences au service de l'Humanité : Ressources énergétiques



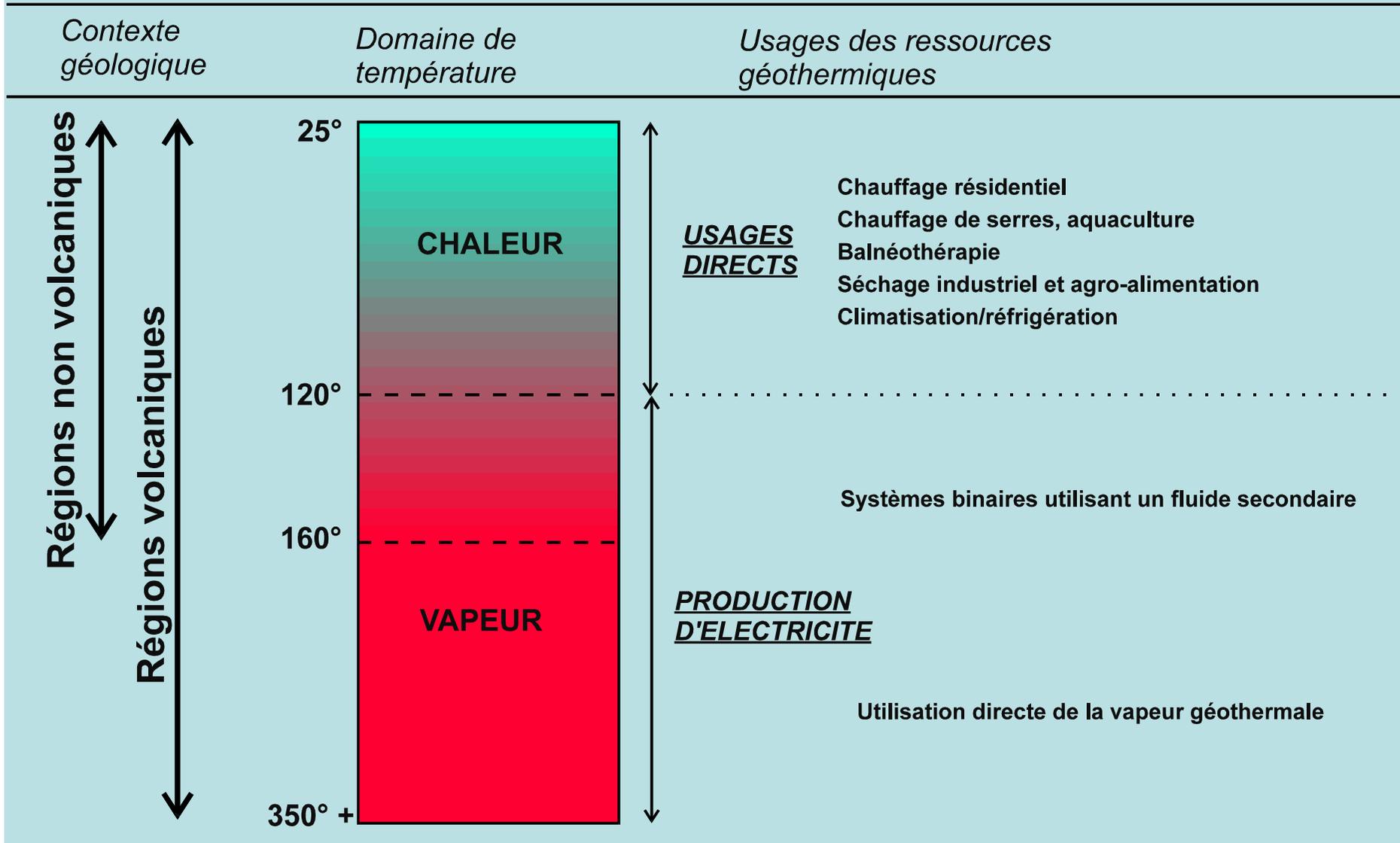
- **Accroissement besoins énergétiques**
 - **Épuisement énergies fossiles + rejet de CO₂**
- > **Nouvelles ressources non polluantes et renouvelables**



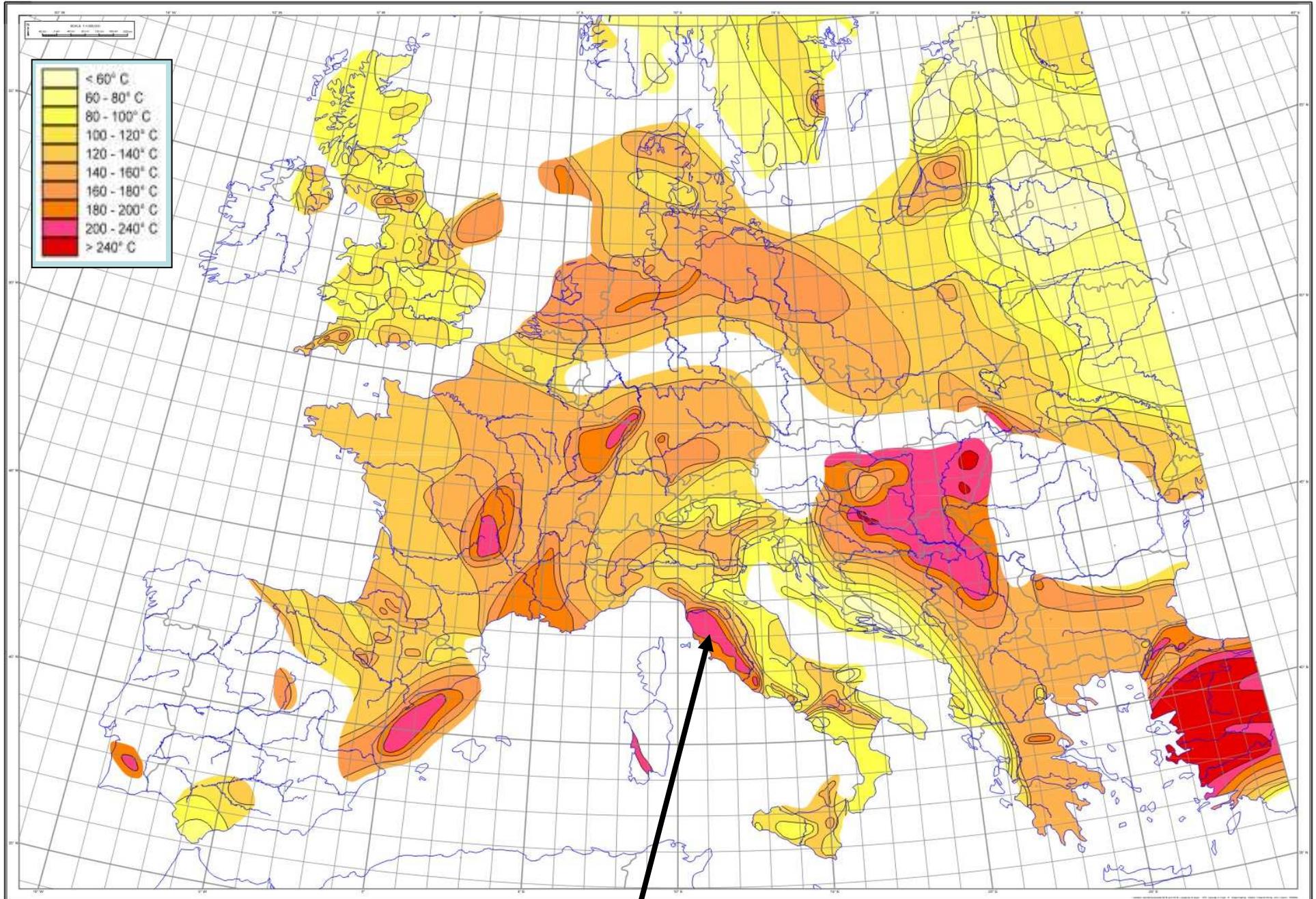
GÉOTHERMIE

99% globe > 1000°C

Les usages de la géothermie

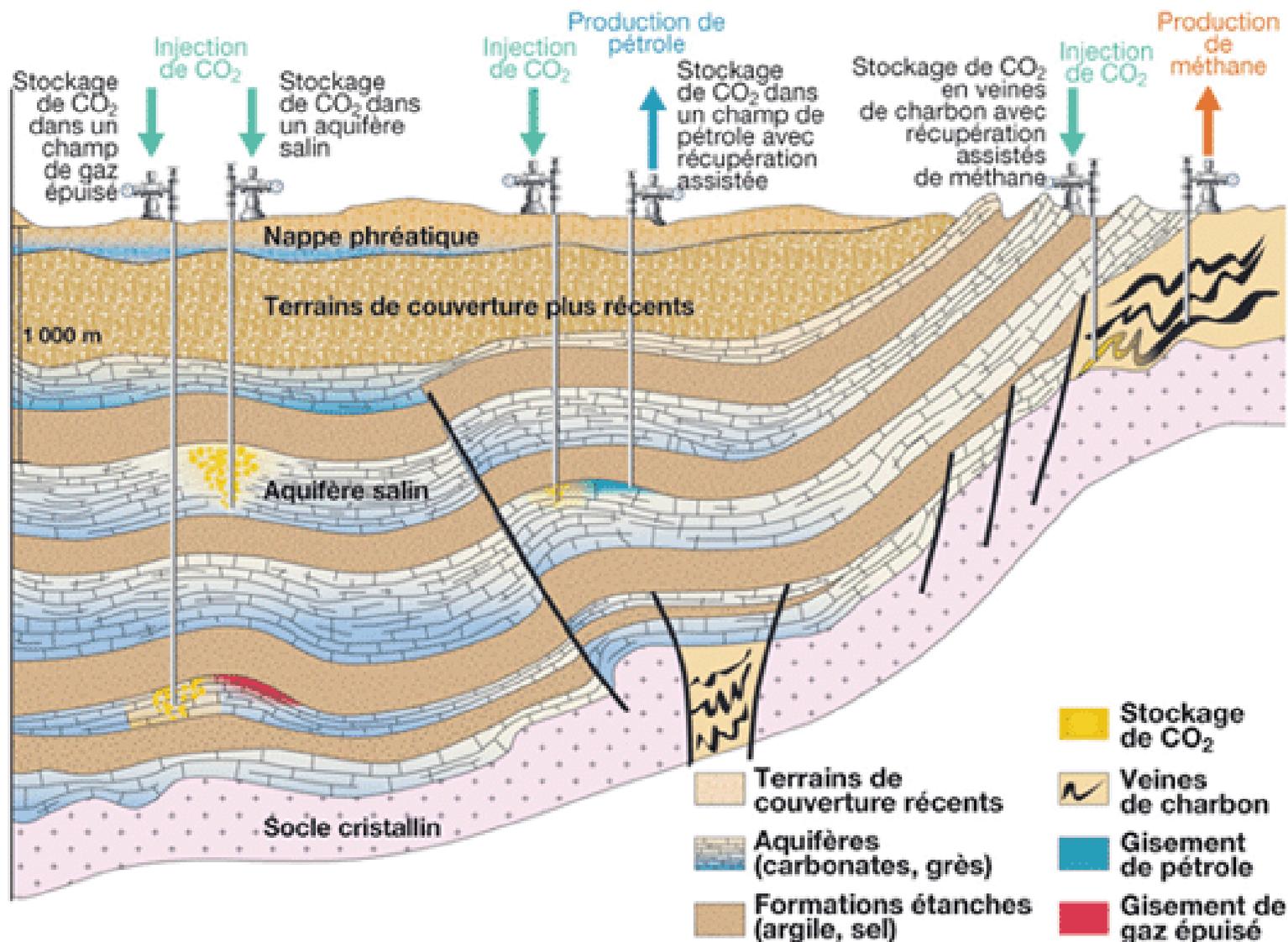


MAP OF THE TEMPERATURES EXTRAPOLATED AT 5 KM DEPTH



Géothermie : 30% des besoins énergétiques !

Les différents types de stockage géologique



**Modèles géologiques 3D
de haute résolution**

Source : brochure IFP-Ademe-BRGM, et copyright BRGM-im@gé

Enjeux pédagogiques :

Géosciences doivent devenir opérationnelles



Un **géologue** aujourd'hui doit apprendre à aborder les objets géologiques de différentes façons en même temps:

Avant tout être capable de **décrire les objets en 4D** (terrain, géophysique...) : *très haute résolution locale.*

Être capable de **modéliser la géométrie** de ces objets

Être capable de **modéliser le comportement** de ces objets (par exemple modéliser le fonctionnement d'un aquifère, d'une faille ou d'un gîte métallifère)

Être capable de **prendre une décision** d'exploitation / protection /prévention ou de fournir au décideur les moyens de prendre cette décision

Géosciences au service de l'Humanité: Enjeux pédagogiques (Education au Développement Durable)

Géosciences: Au cœur des thématiques « phares » du Développement Durable (risques, ressources, déchets, pollution,...)

Géosciences et EDD: Communauté d'objets et de concepts.

- Changements d'échelles spatiales et temporelles.
- Notion de « temps longs ».
- Systèmes complexes : hétérogènes et non linéaires.

**Penser
globalement,**

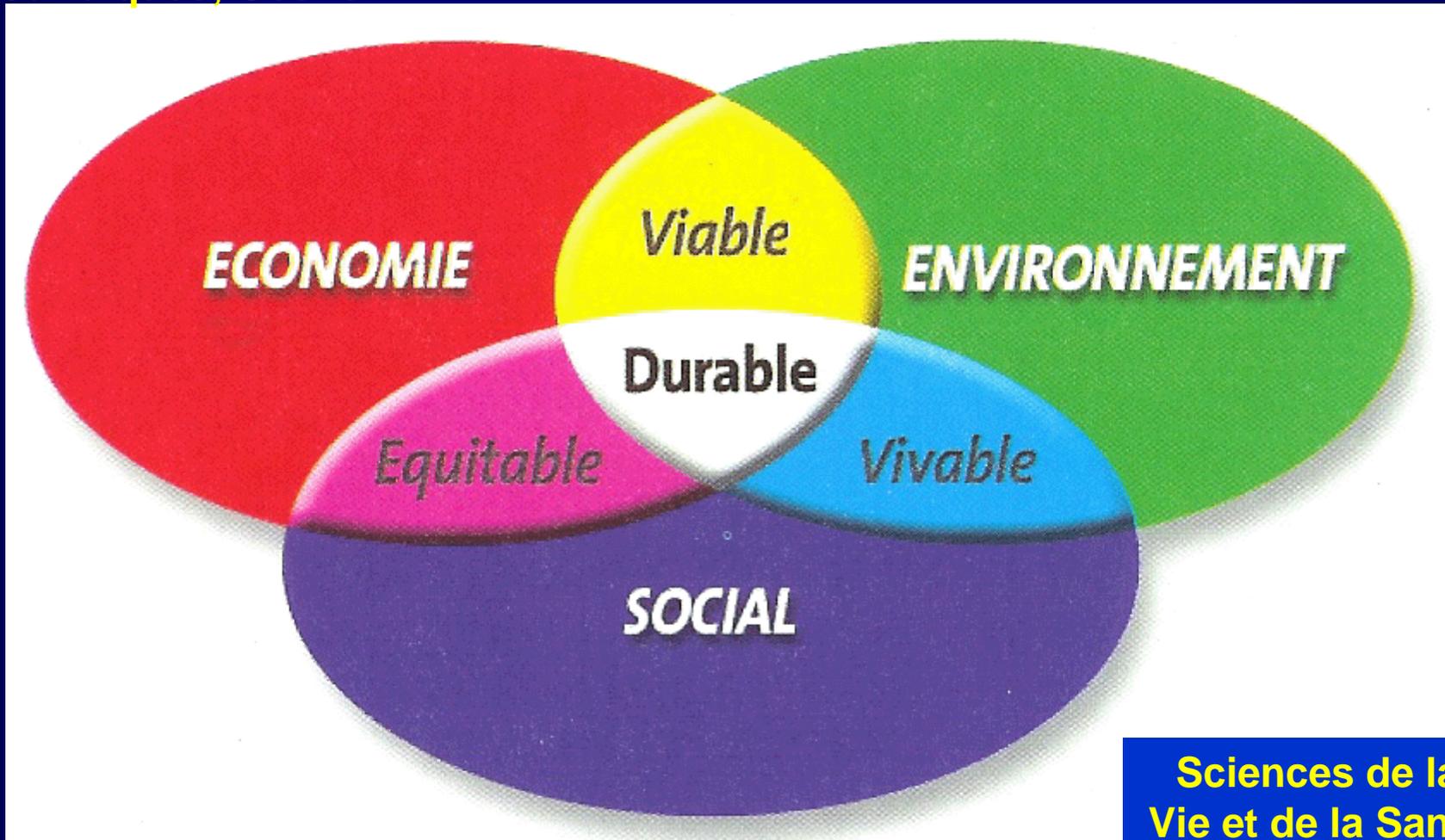
**Agir
localement**



Les Géosciences et les autres ... En réalité, les Sciences de l'Environnement n'existent pas ..!

Sciences Economiques,
Juridiques; Gestion.

Géosciences; Physique; Chimie.



Sciences Humaines et Sociales

Sciences de la
Vie et de la Santé