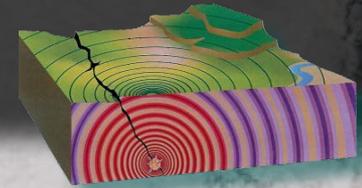
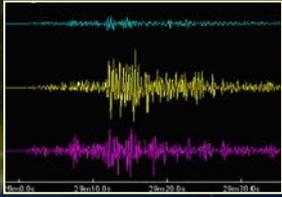


Insegnare il rischio sismico



Insegnaci Etna 2018



Francesca Cifelli, Jean-Luc Berenguer, Diane Carrer
Lunedì 16 Aprile 2018 - Acireale

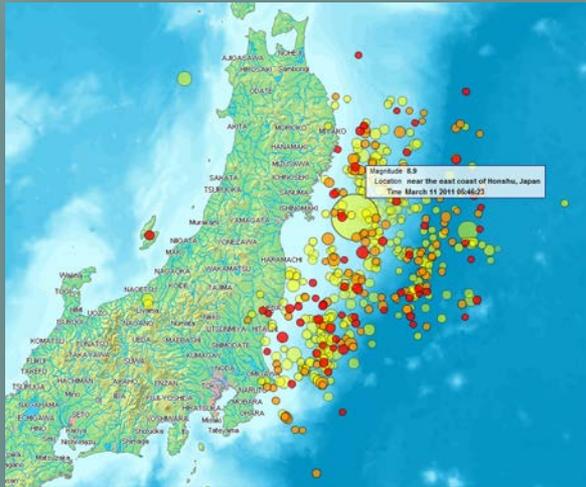
I terremoti ...

Perché studiarli ?, Come insegnarli ?

Sisma del 11 Marzo 2011 sulla costa pacifica del Giappone, Tōhoku e Fukushima



東北地方太平洋沖地震



La magnitudo della sisma era di 8,9 sulla Scala Richter, facendo immensi danni , un migliaio di morti a causa dello tsunami provocato dal terremoto in mare.

I terremoti



Il 12 Gennaio 2010, la capitale di Haiti (Port-au-Prince) è stata colpita da un forte terremoto che ha costato la vita a 300 000 persone e ha causato ingentissimi danni stimati a 7,2 miliardi di dollari.



I terremoti



Amatrice
Agosto 2016



COMUNE DI
AMATRICE

A. Prima del 24
Agosto 2016



B. Dopo la scossa
del 24 Agosto



C. Dopo la scossa
del 30 Ottobre (XI
sulla Scala
Mercalli MCS)



Paolo Galli
et al,
(2017)

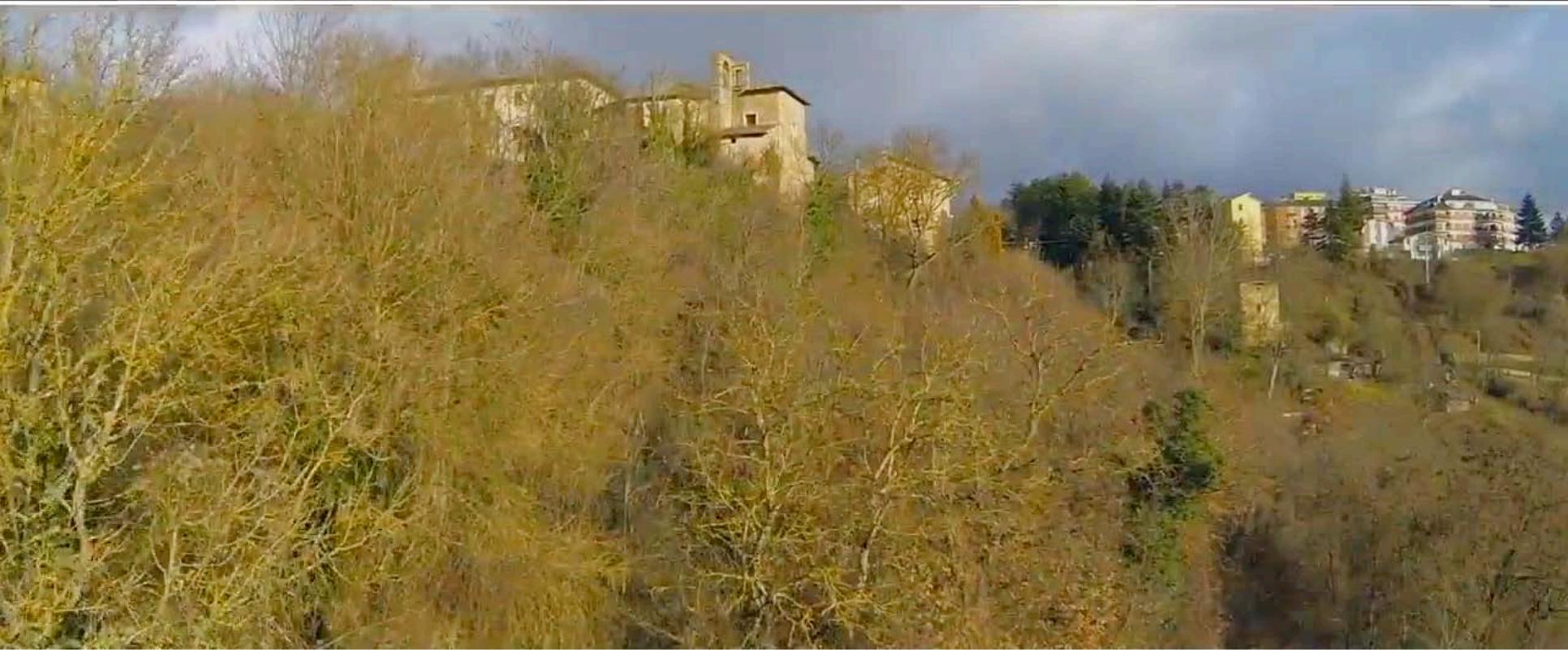
I terremoti



Amatrice
Agosto 2016



COMUNE DI
AMATRICE



1 / La ricerca di una causa: é colpa di Namazu !!



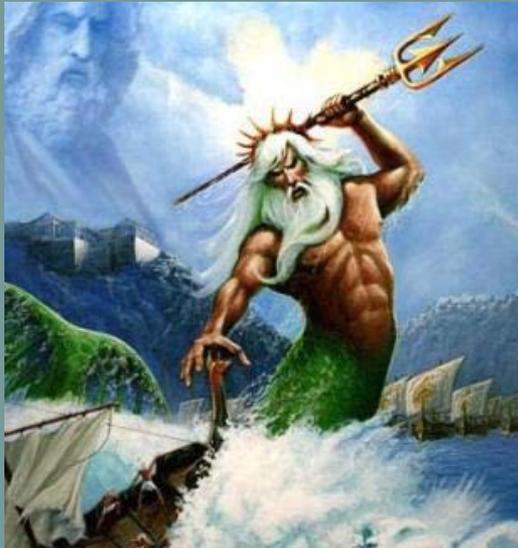
La rabbia degli abitanti di Tokyo dopo un potente terremoto (seguito da un maremoto)

1 / La ricerca di una causa: é colpa di Namazu !!



... e ogni popolo dà una spiegazione secondo la sua mitologia :

Poseidone

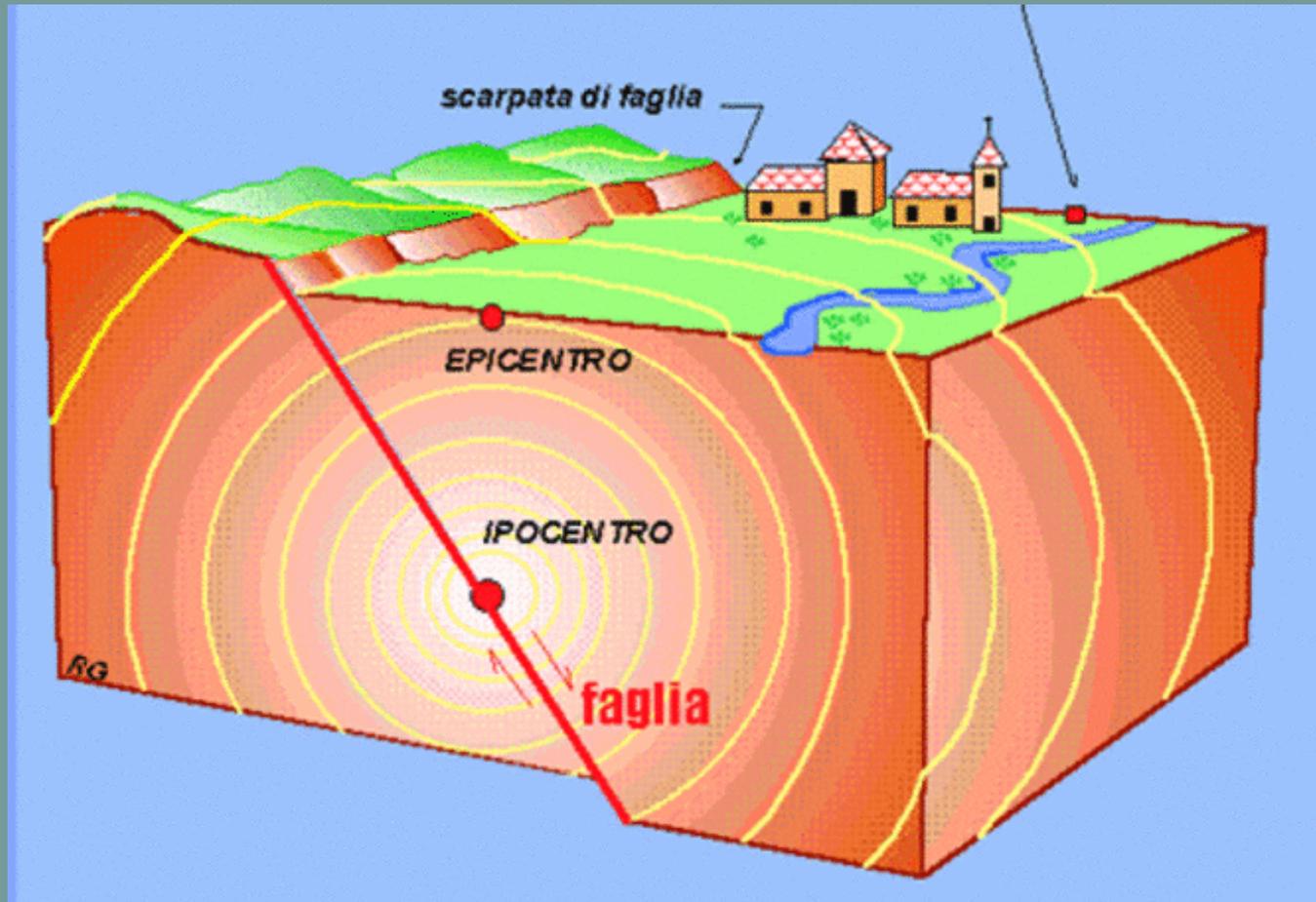


Barbicha



Forze tettoniche

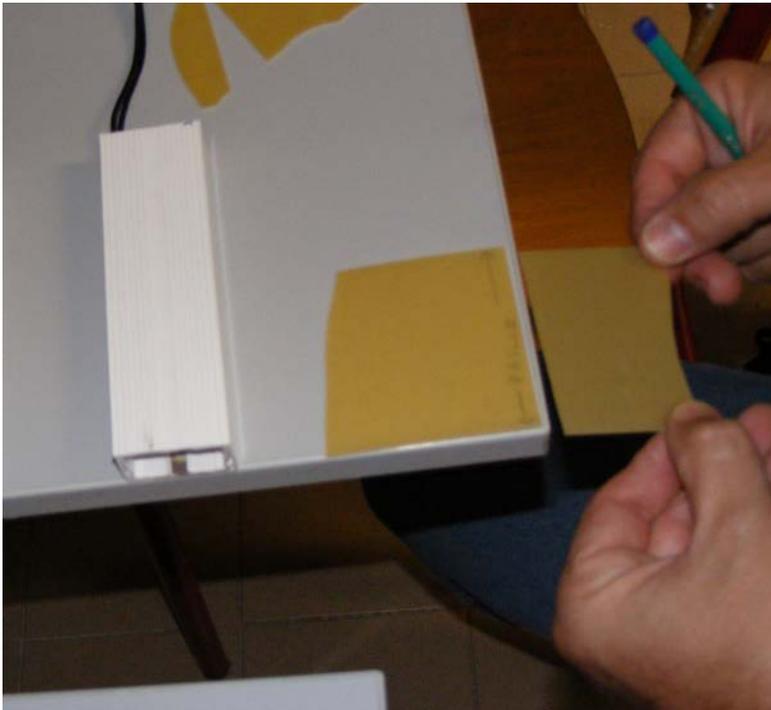
Rottura della faglia => Liberazione di energia



**Sono le rotture delle faglie nella crosta terrestre
che causano i terremoti !!!**

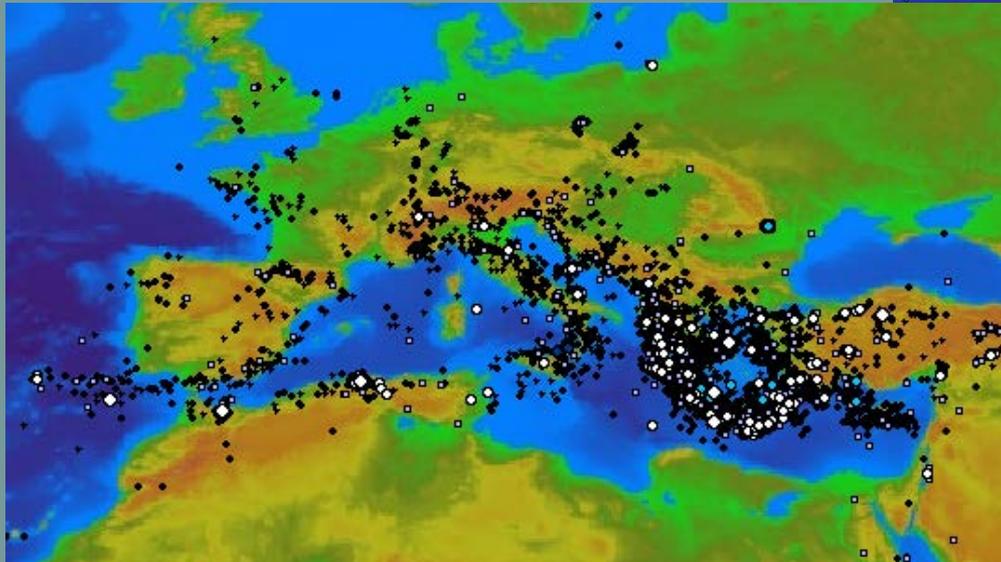
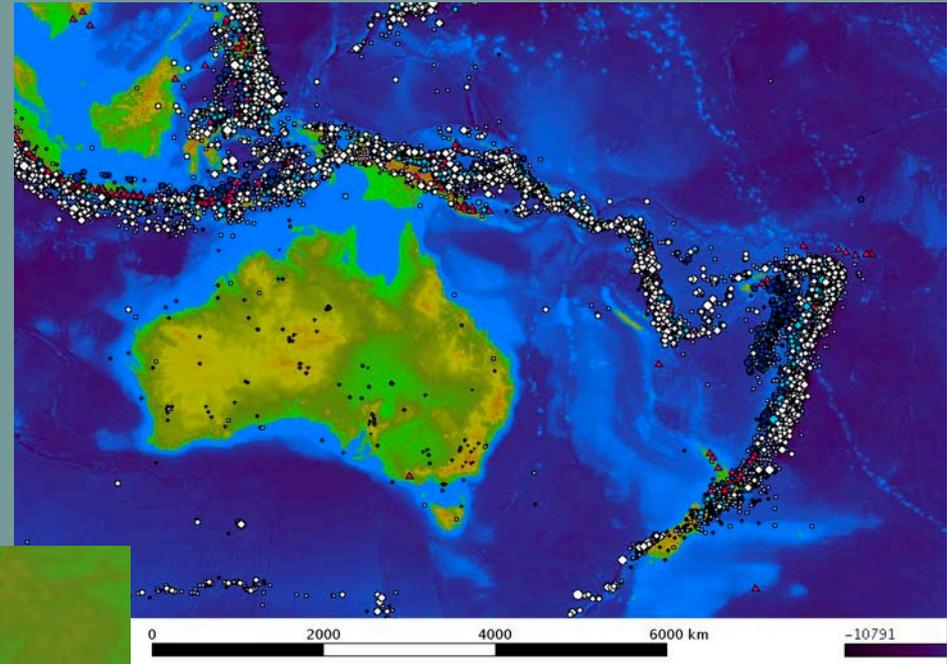
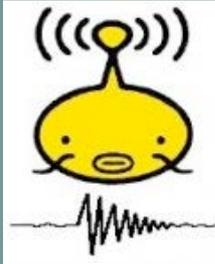
Osservare e misurare per comprendere ...

1) Prima dimostrazione degli strumenti :



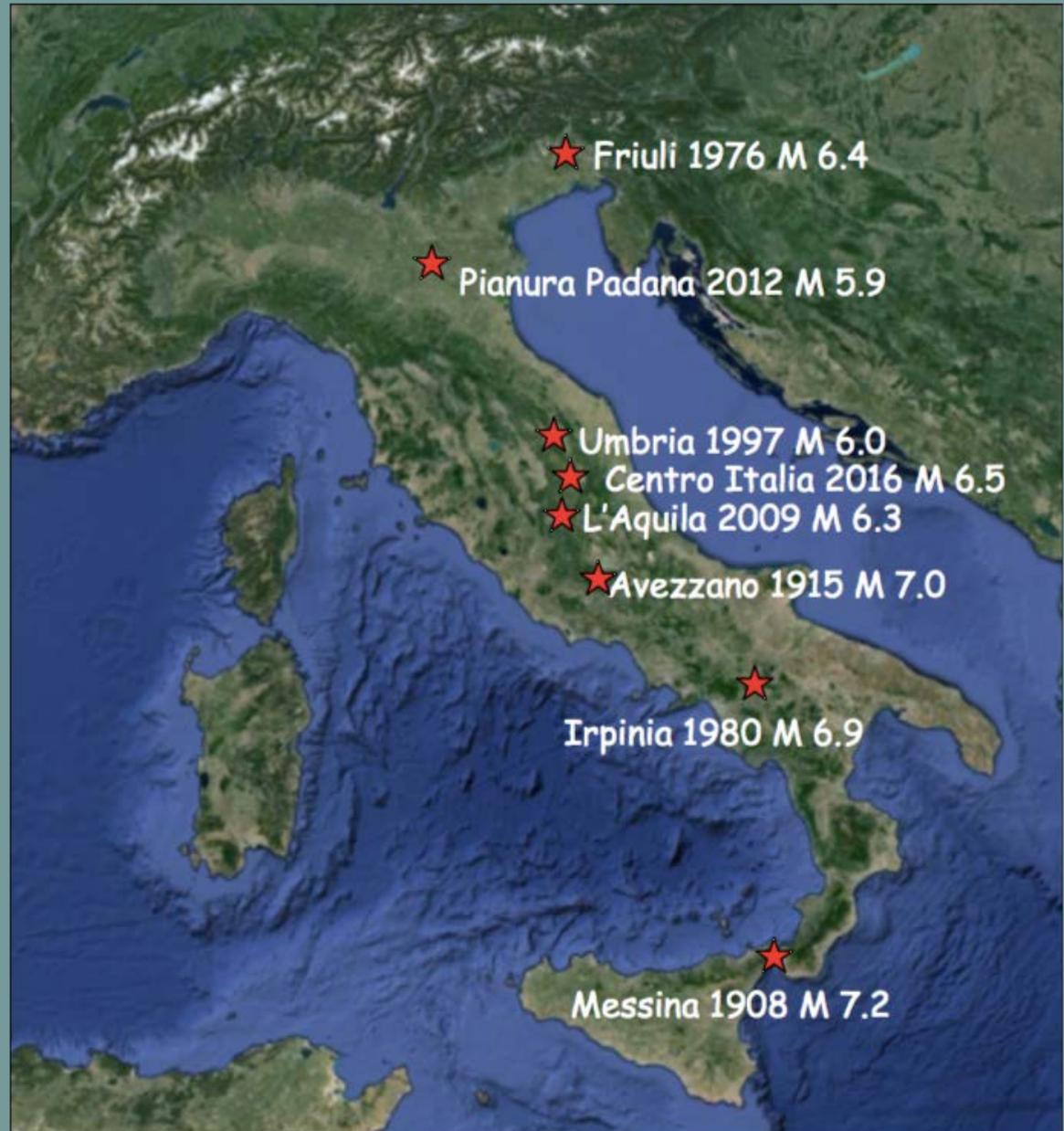
« SISMO-ROTTURA » nella « SISMO-BOX »

2 / Quando la Terra si arrabbia, un fenomeno periodico

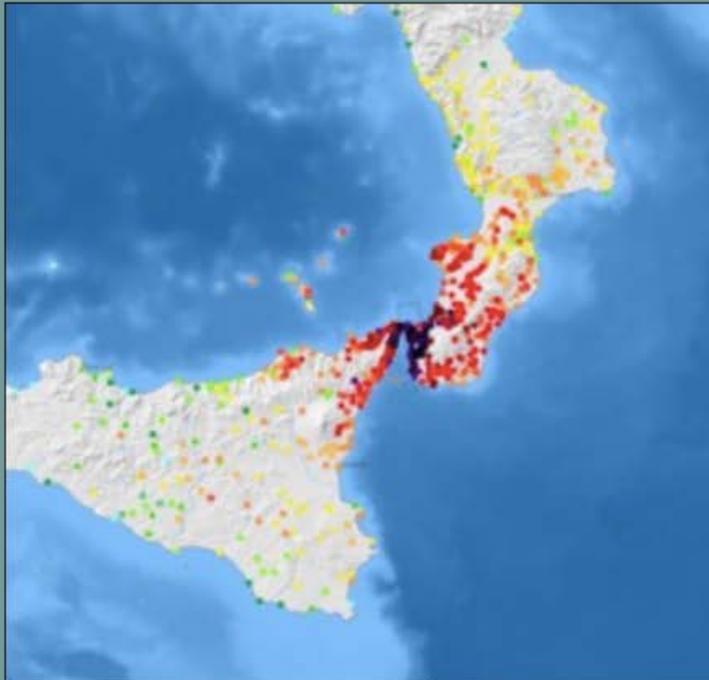


Classificazione Sismica
in Europa e in Oceania

Sismicità in Italia



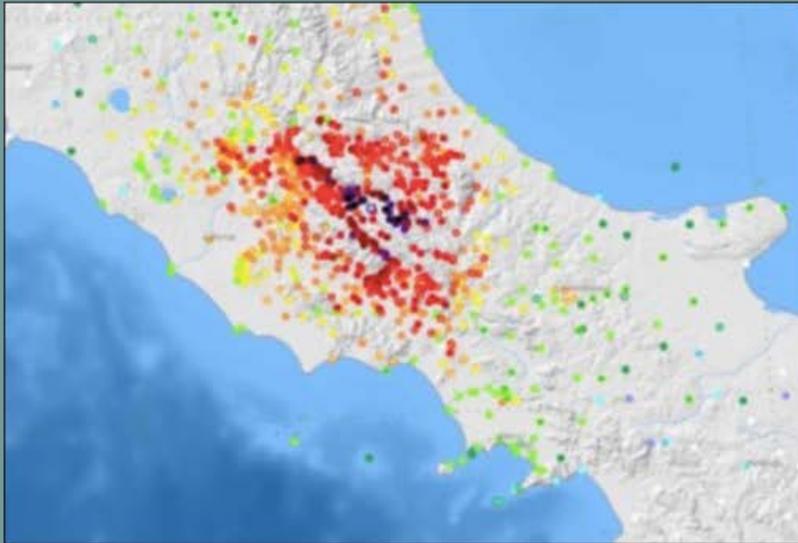
Messina 1908 M 7.2



Circa 80000 vittime di cui 2000 dovute al successivo maremoto, distruzione di moltissimi edifici



Avezzano 1915 M 7.0



Circa 30000 vittime, distruzione di moltissimi edifici

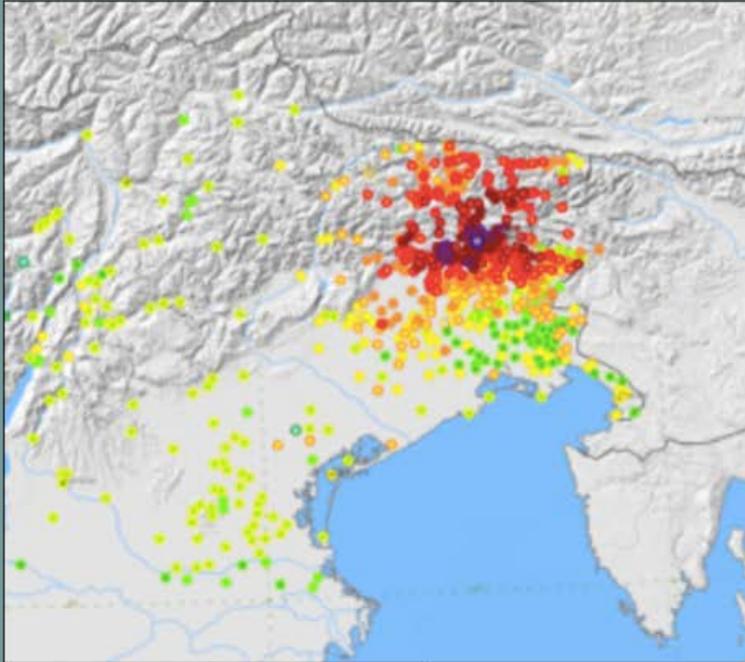
A San Vito VII grado (scossa molto forte, danni moderati a molti edifici; caduta di camini e tegole)



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Per gentile concessione di Daniele Cinti, INGV

Friuli 1976 M 6.4



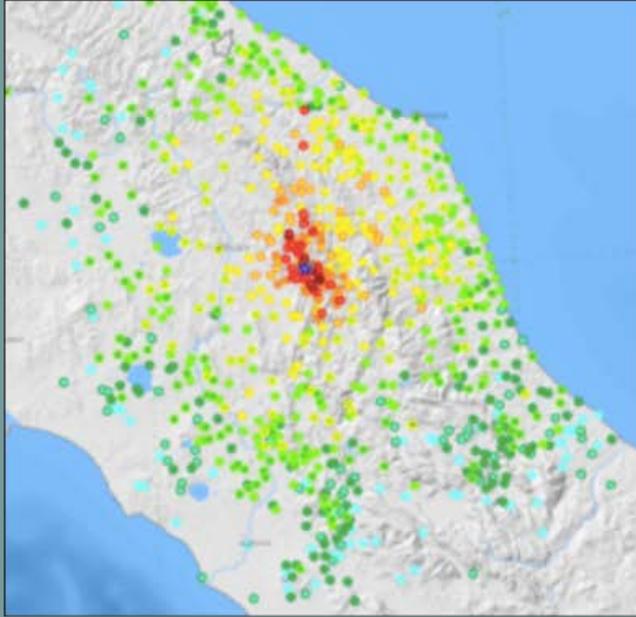
989 vittime,
18000 case distrutte



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Per gentile concessione di Daniele Cinti, INGV

Umbria 1997 M 6.0

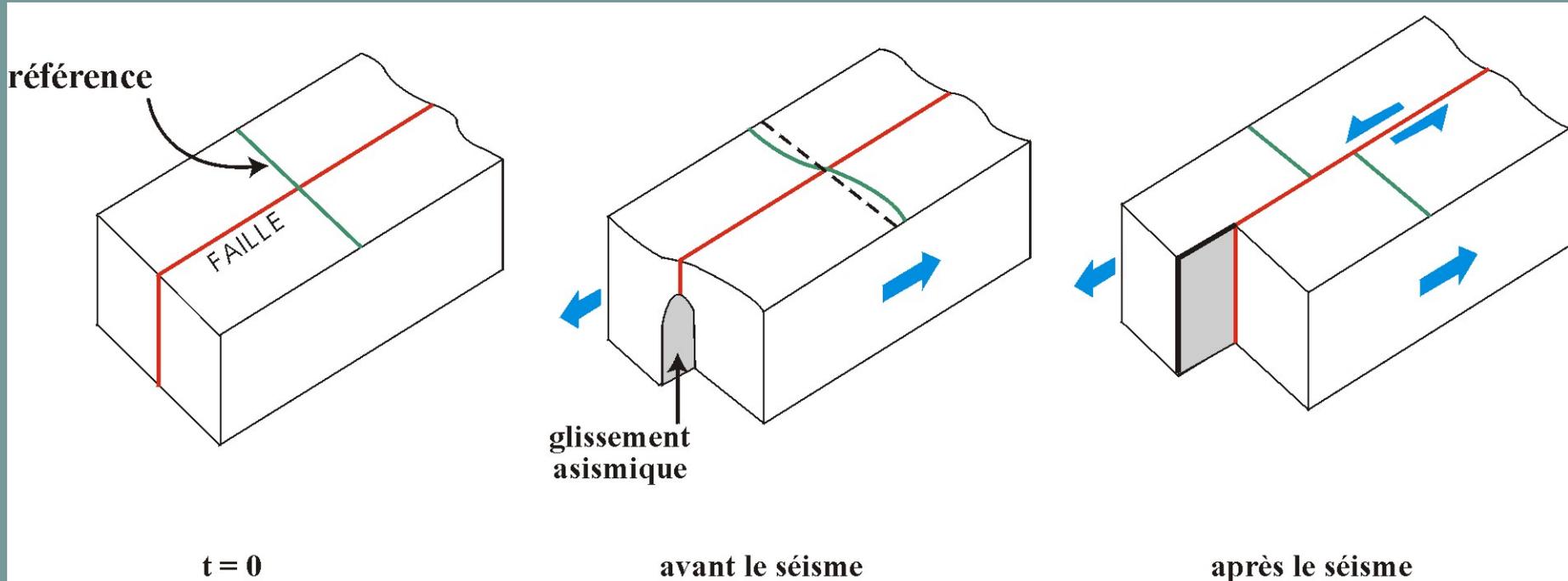


11 vittime,
molte case danneggiate



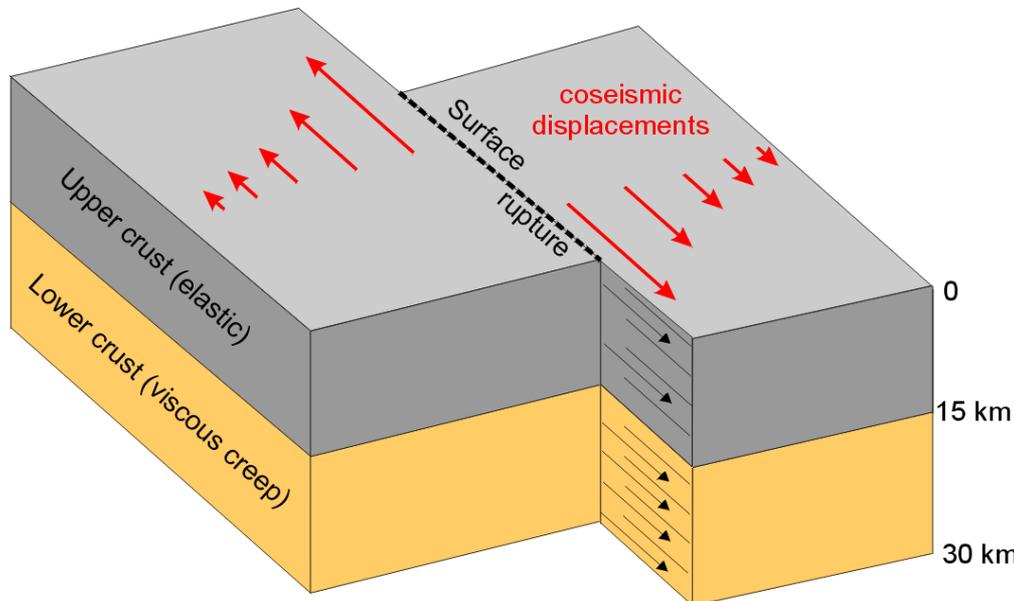
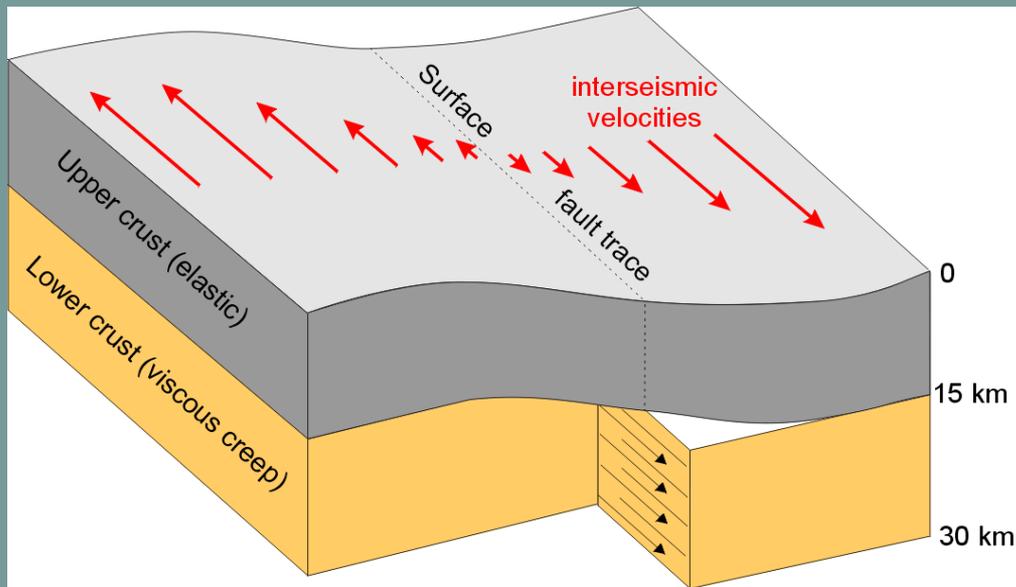
2 / Quando la Terra si arrabbia, un fenomeno periodico

Principio del ciclo sismico



A causa dell'accumulo delle forze, la litosfera, rompendosi al livello di una faglia, libera dell'energia.

Ciclo sismico



■ Tra 2 sismi :

- Nella crosta superiore: le faglie sono bloccate => le forze elastiche si accumulano
- In profondità: le faglie scivolano asismicamente (in funzione della temperatura e del tipo di rocce)

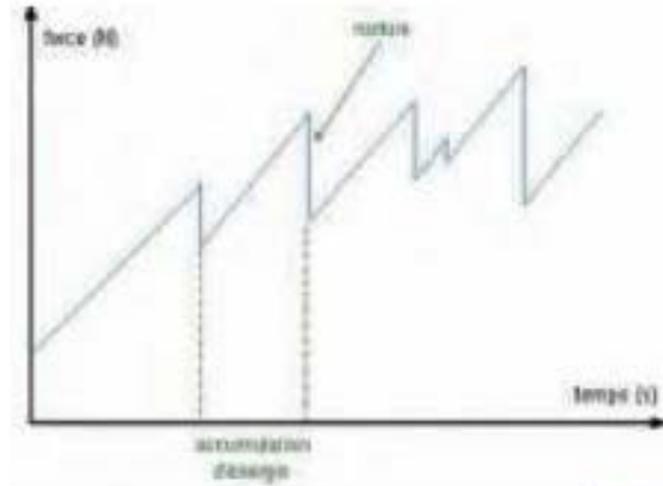
■ Durante il sisma :

- Forza > Resistenza meccanica della faglia
- L'energia elastica accumulata é improvvisamente rilasciata durante la rottura
- La rottura riguarda una porzione della faglia :
 - - corta => magnitudo debole
 - - lunga => magnitudo forte

2) Seconda dimostrazione degli strumenti :

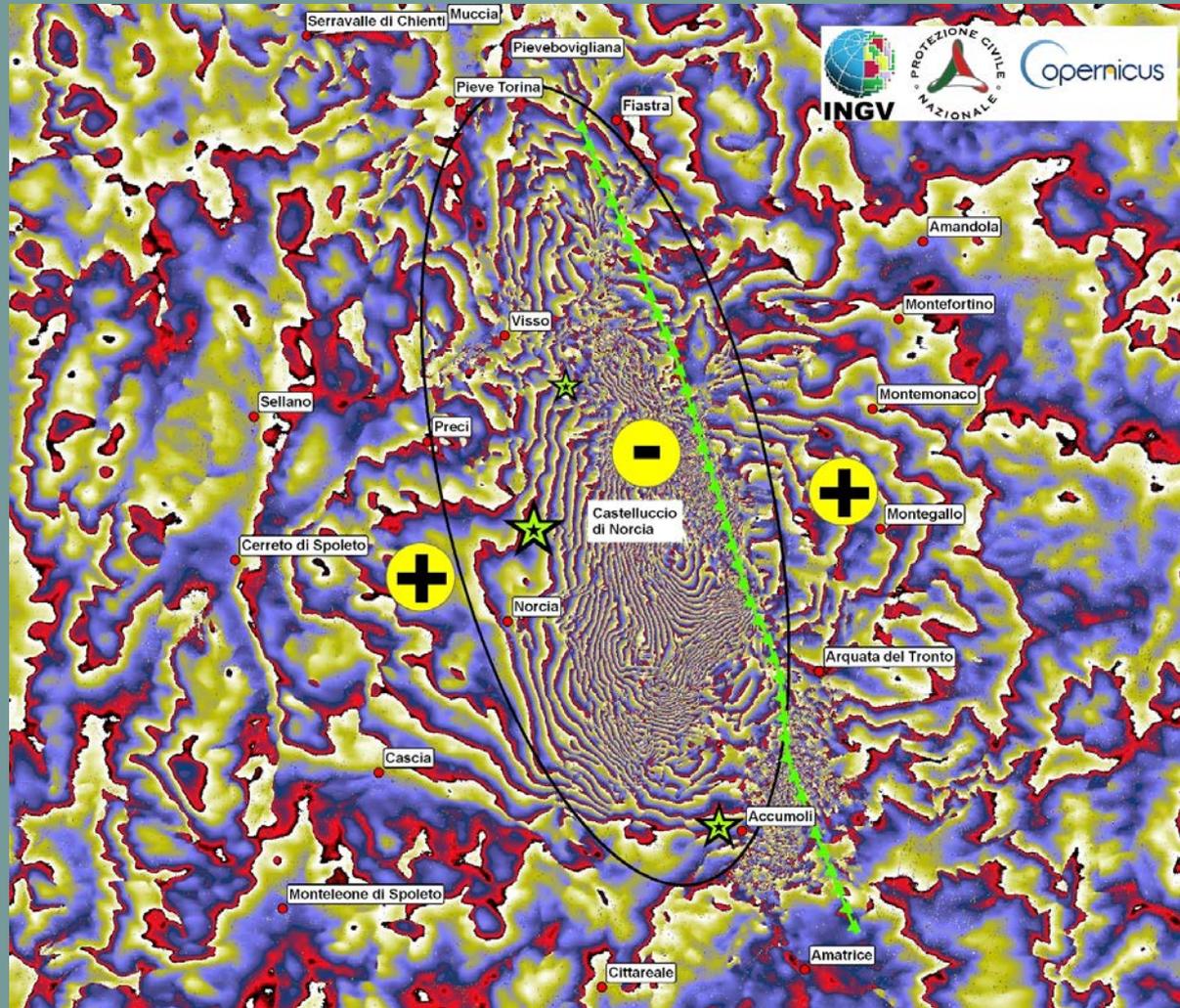


Osservare e misurare per comprendere ...



« SISMO-CICLO » nella « SISMO-BOX »

Sisma di Norcia, Ottobre 2016, Mw : 6.5



Interferogramma differenziale ottenuto da dati radar del satellite europeo Sentinel-1 : ogni frangia di colore rappresenta un abbassamento del terreno di circa 3 cm superiore alle frange adiacenti. I simboli in giallo indicano il verso del movimento del terreno: + sollevamento e - abbassamento.

Sisma di Norcia, Ottobre 2016, Mw : 6.5



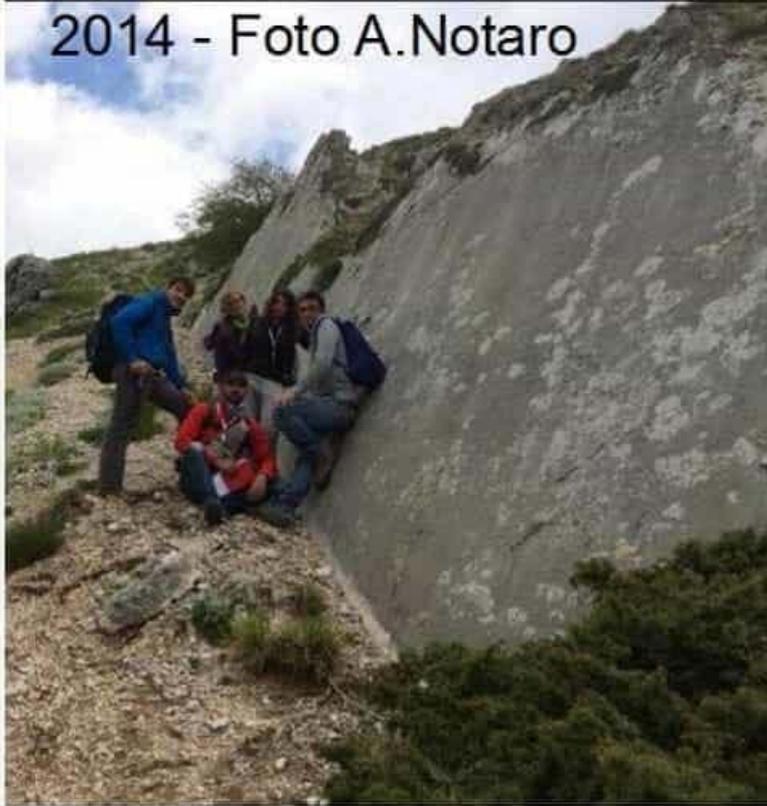
Faglia creatasi durante il sisma di Norcia (Novembre 2016) in circa un secondo



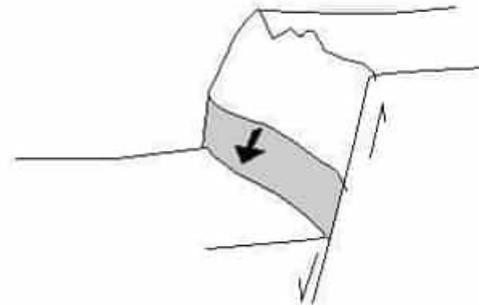
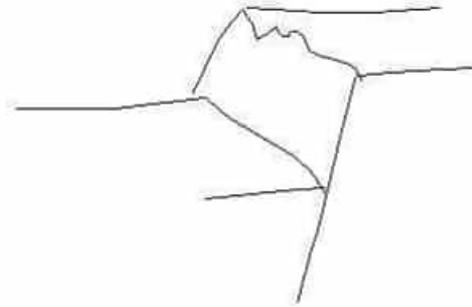
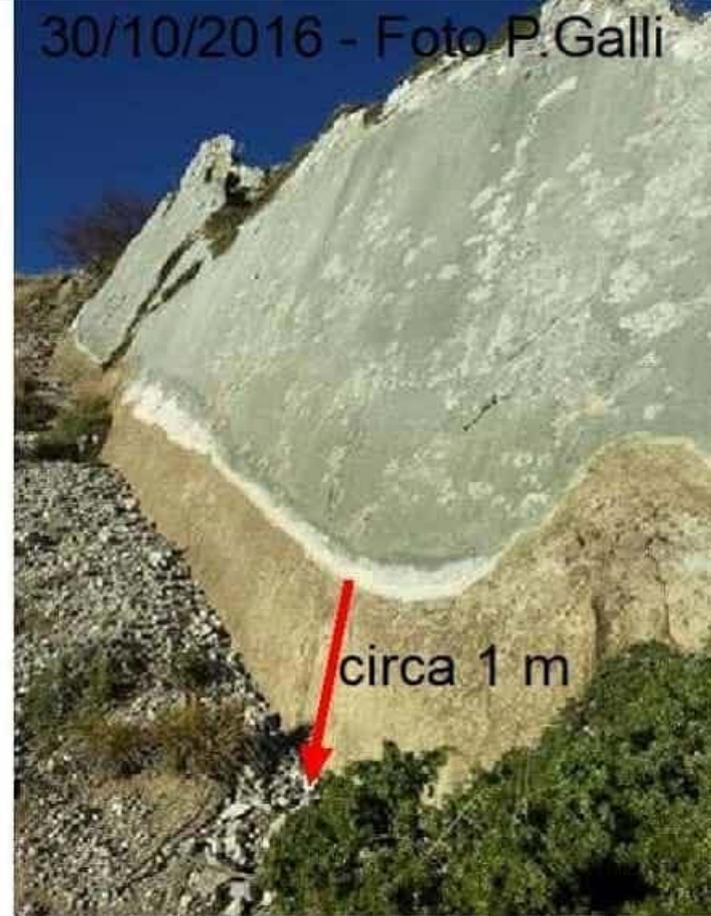
Team "Séismes" , Géoazur France (Settembre 2017)

Sisma di Norcia, Ottobre 2016, Mw : 6.5

2014 - Foto A. Notaro

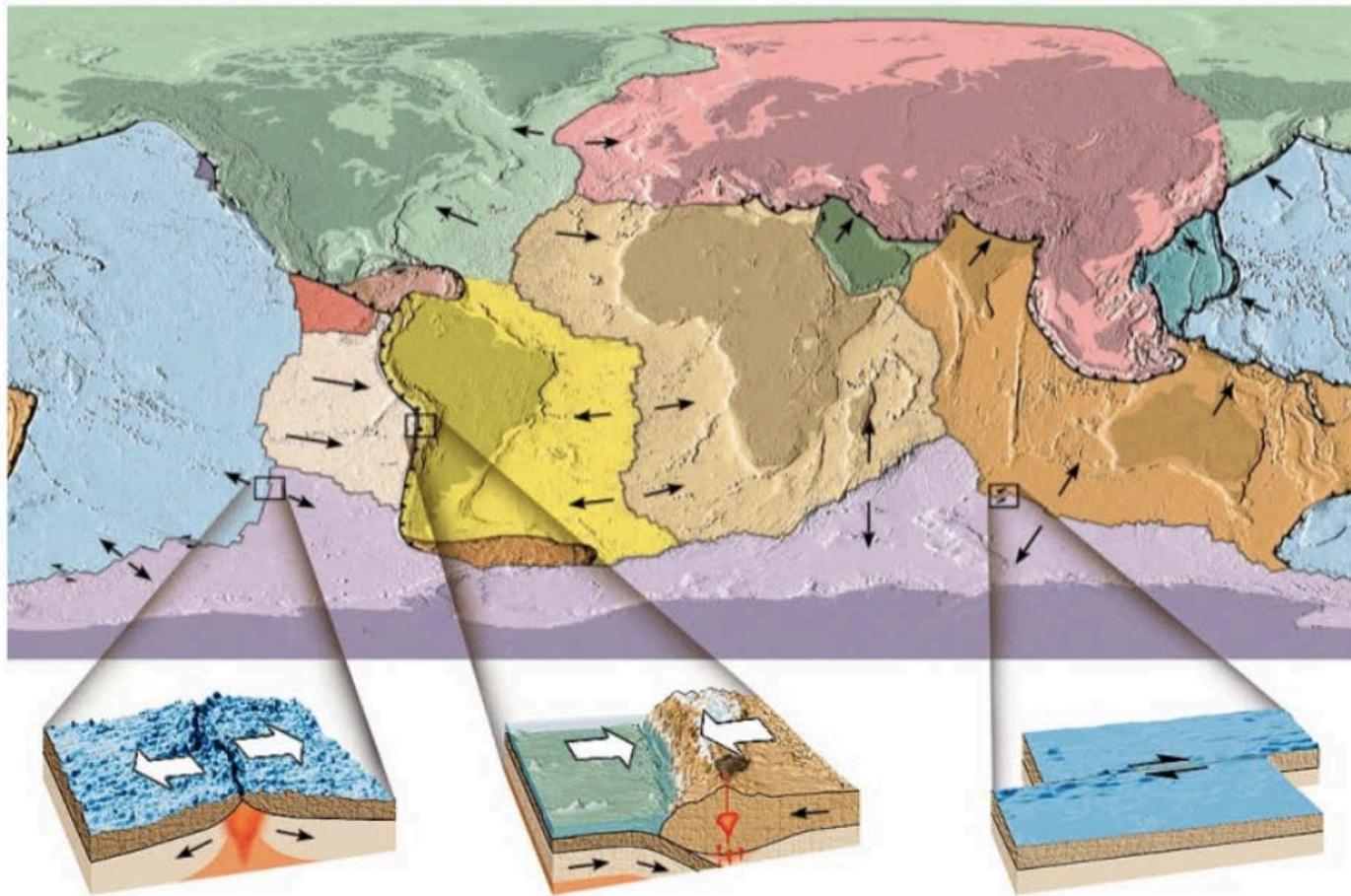


30/10/2016 - Foto P. Galli

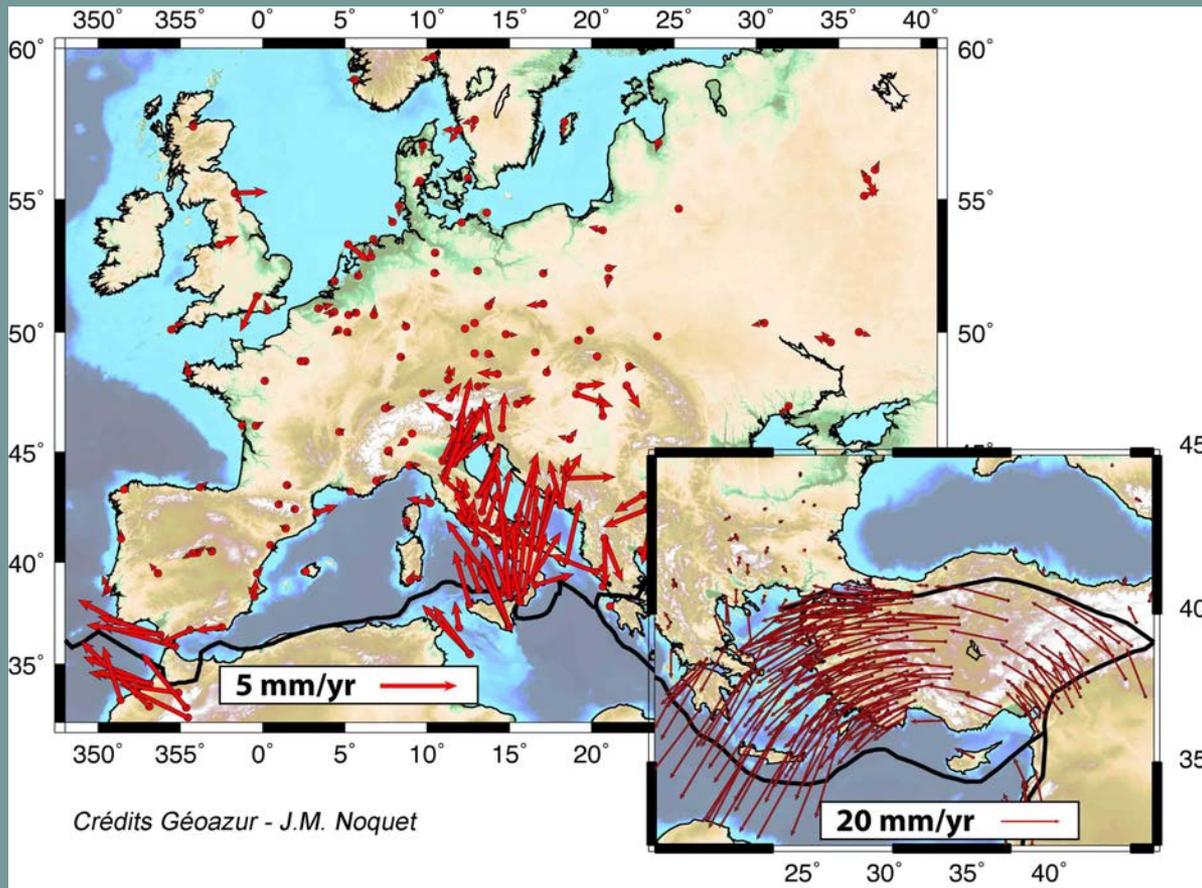


Il modello della " Tettonica a Placche " :

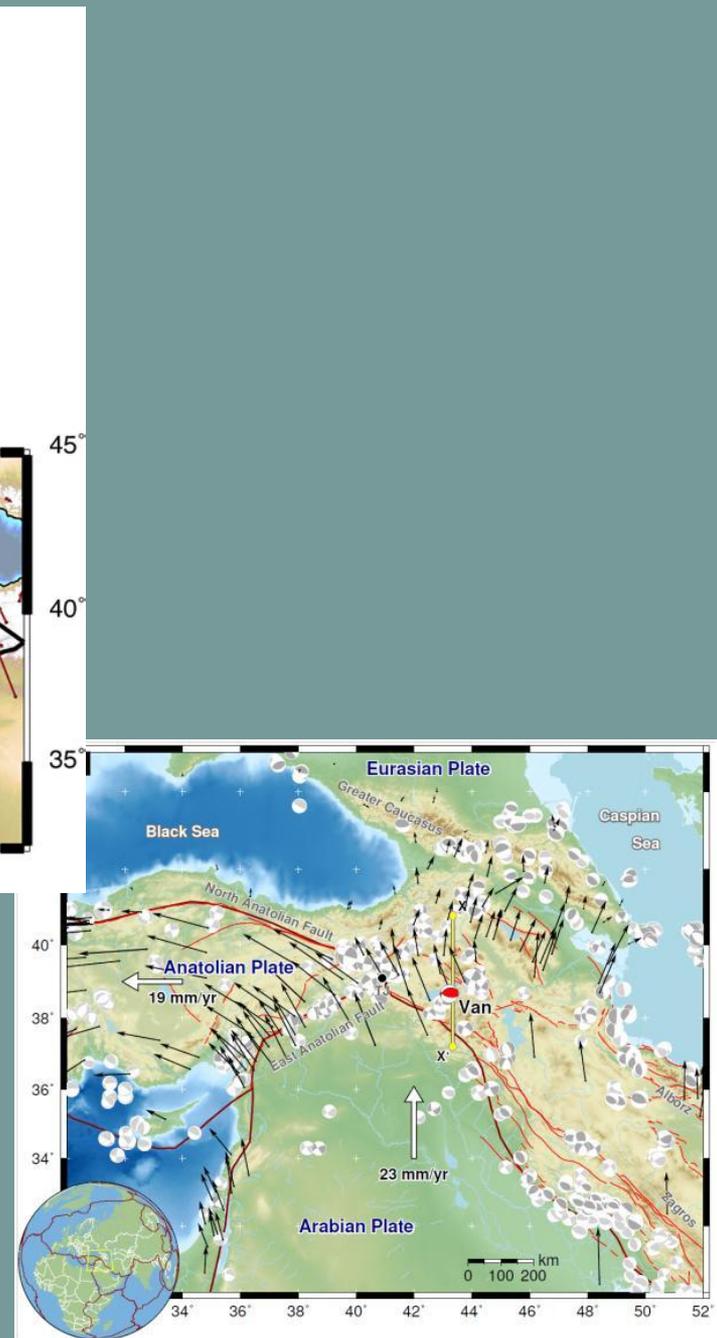
Schema delle placche litosferiche e delle loro interazioni

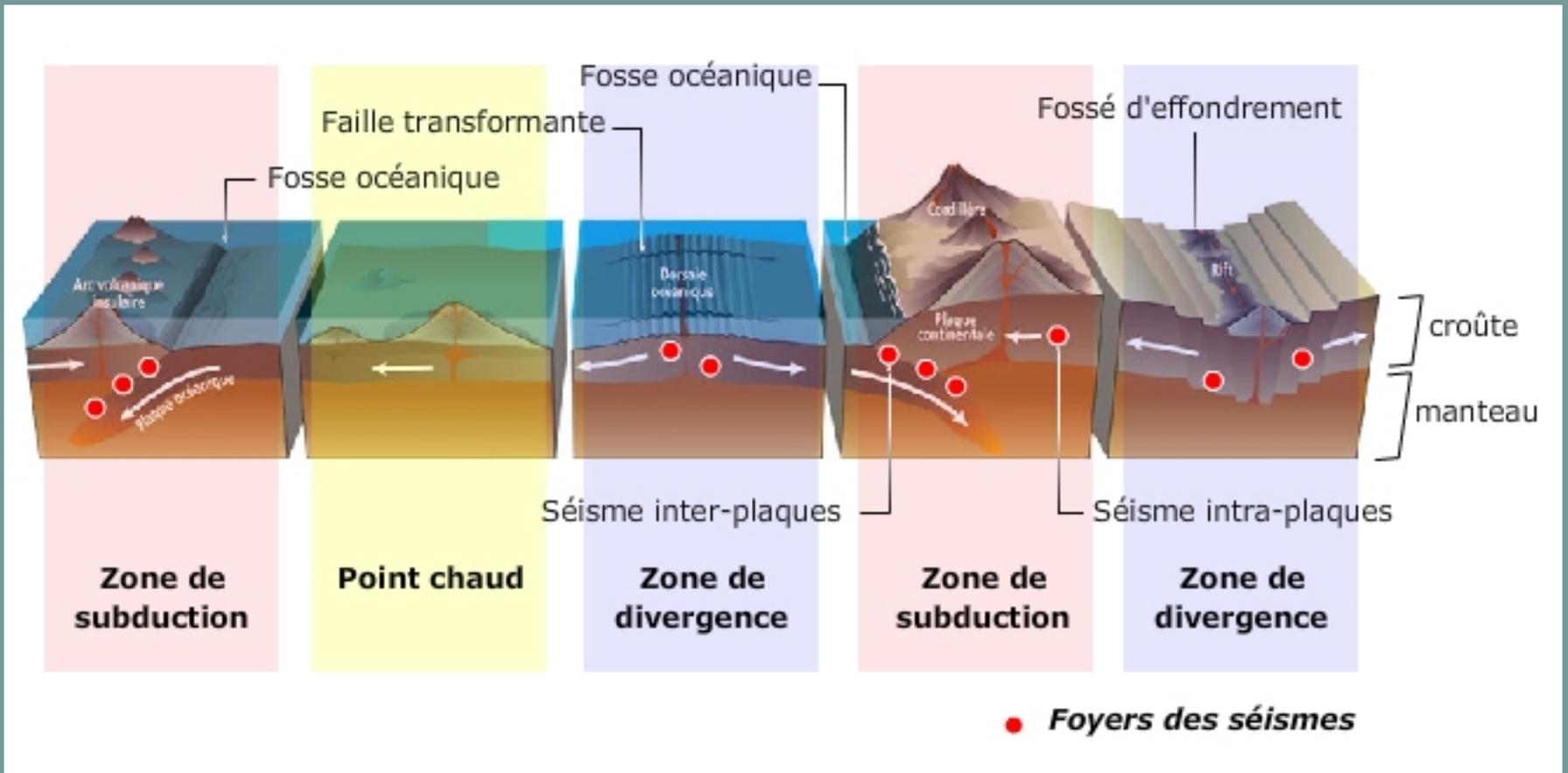


Una Terra fratturata = una terra sismica !



Crédits Géoazur - J.M. Noquet





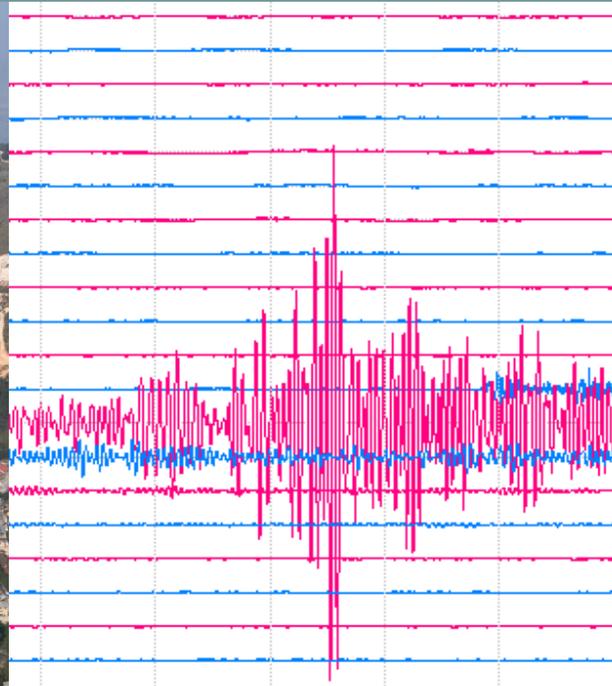
La Terra libera dell'energia al livello delle zone attive

3 / Dopo la scossa ... le onde sismiche

Una sorgente sismica



Le onde



Le conseguenze

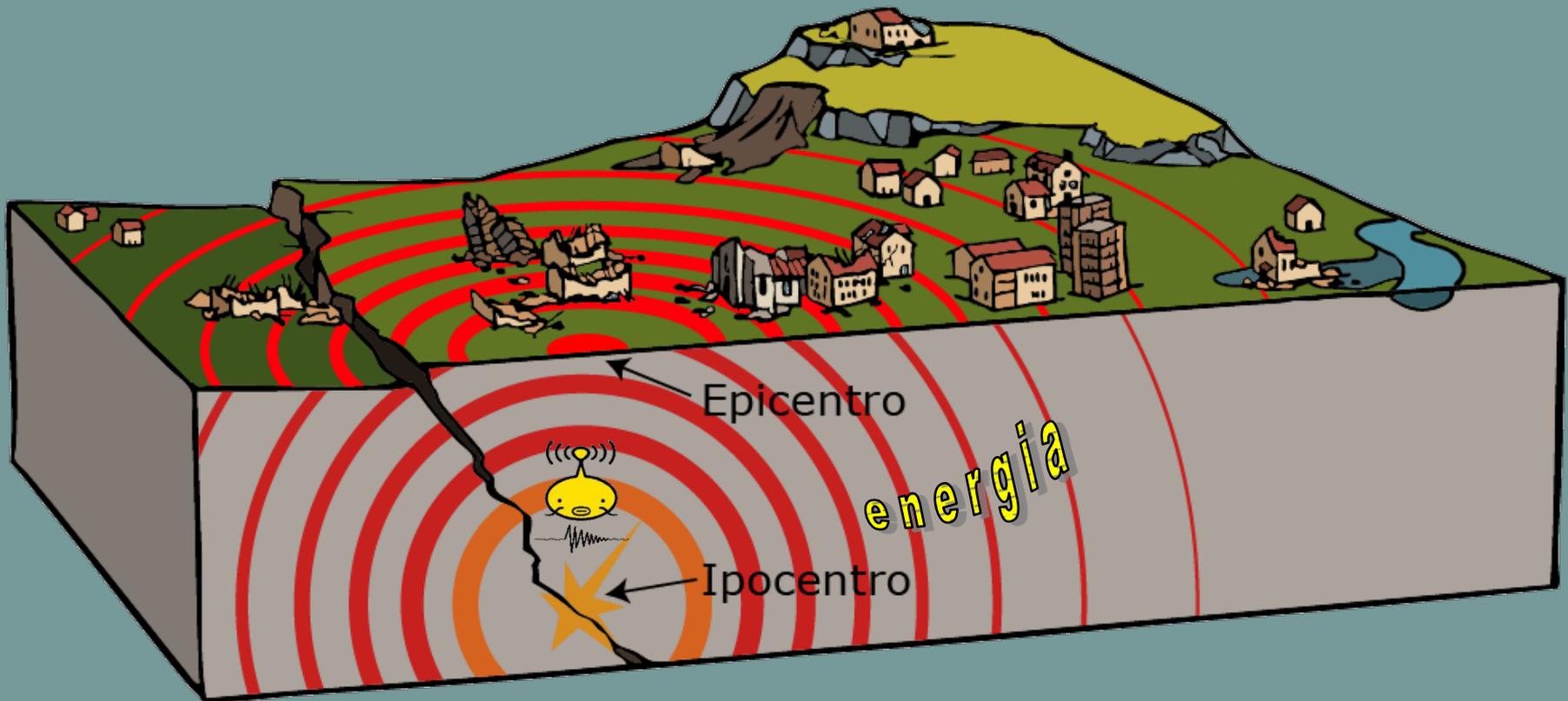


La faglia di Haiti (Isola del Sud)

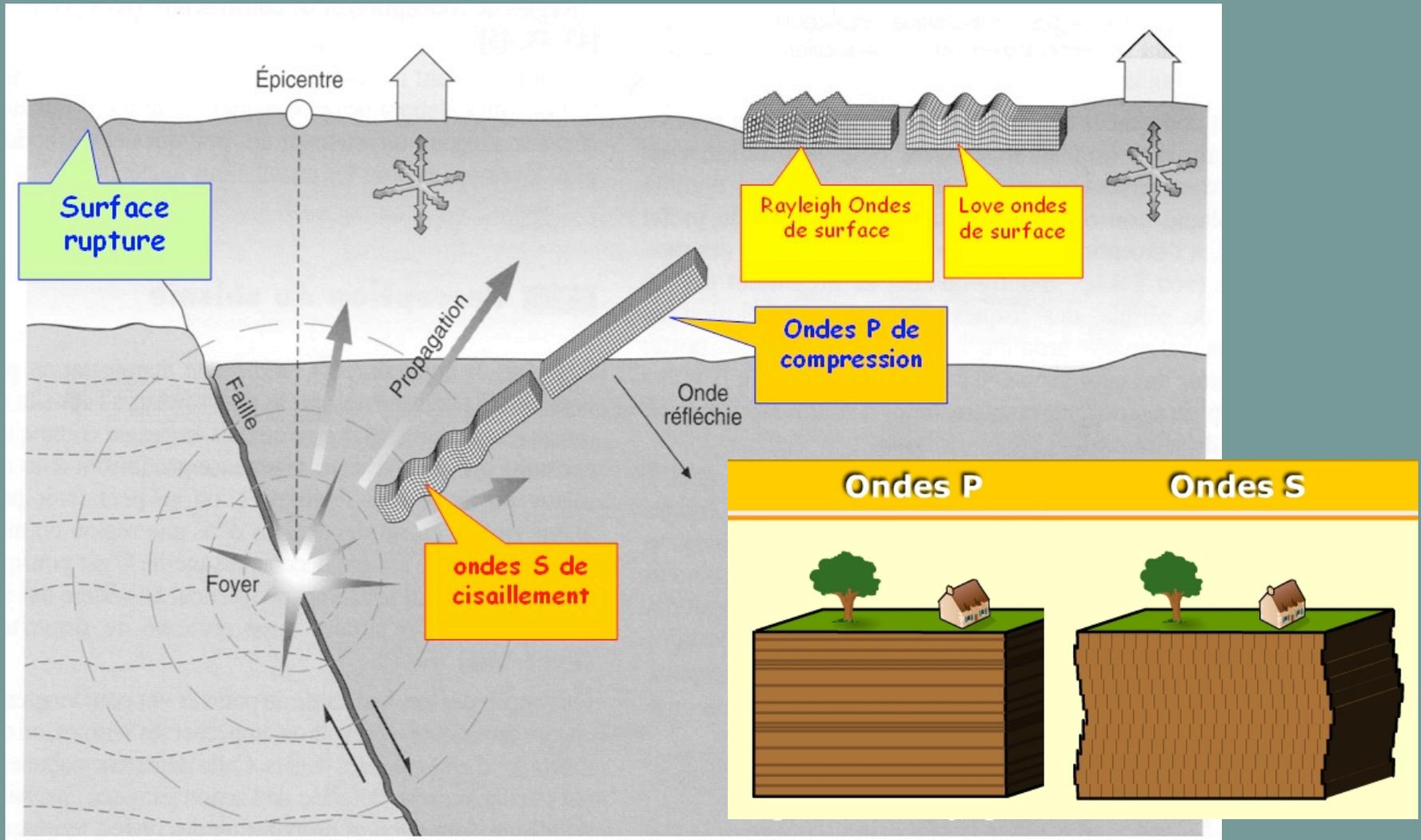
Onde sismiche: il movimento del suolo

Distruzioni: il sisma del 12 Gennaio 2019, Haiti (Magnitudo 7 sulla scala Richter)

Una sorgente sismica, delle onde, delle conseguenze in superficie !



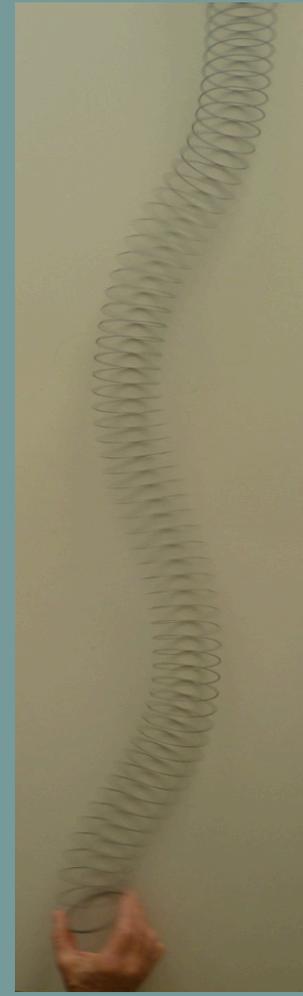
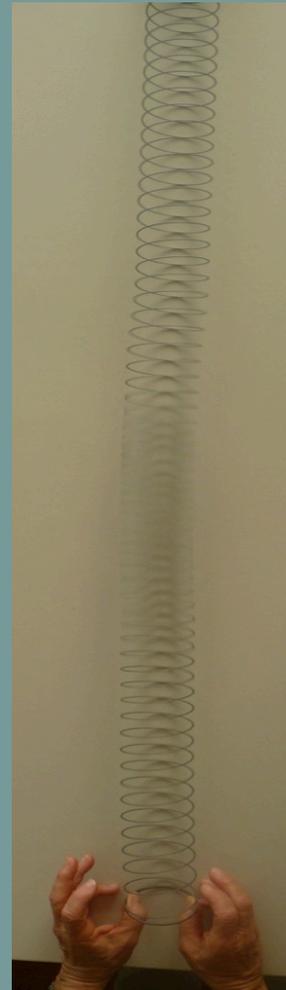
Una sorgente sismica, delle onde, delle conseguenze in superficie !



3) Terza dimostrazione degli strumenti :



« SISMO-MOLLA »
nella
« SEISMO-BOX »





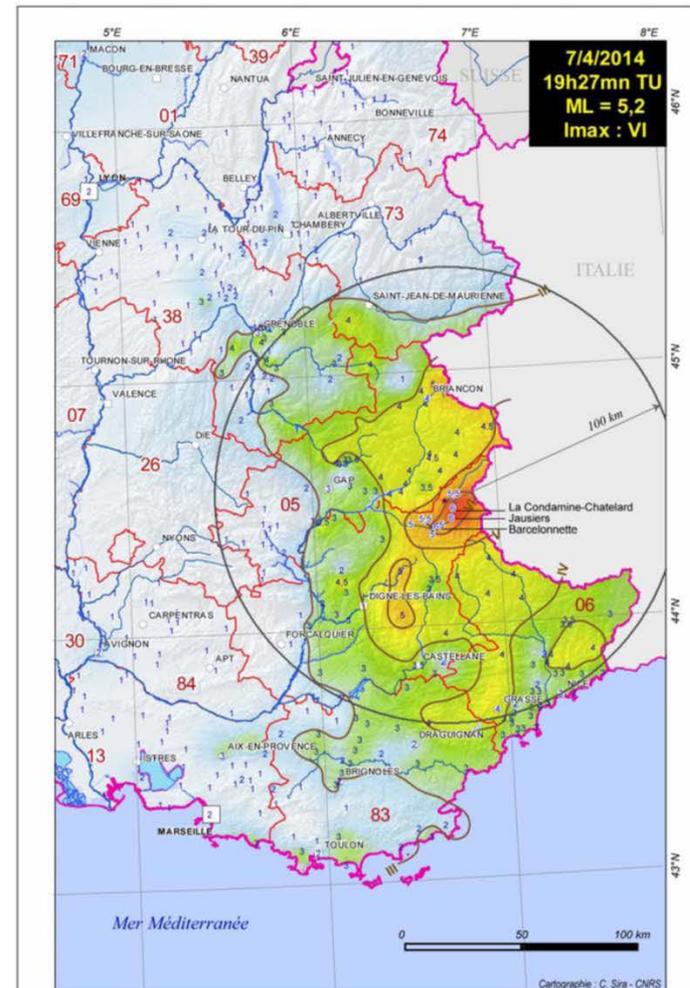
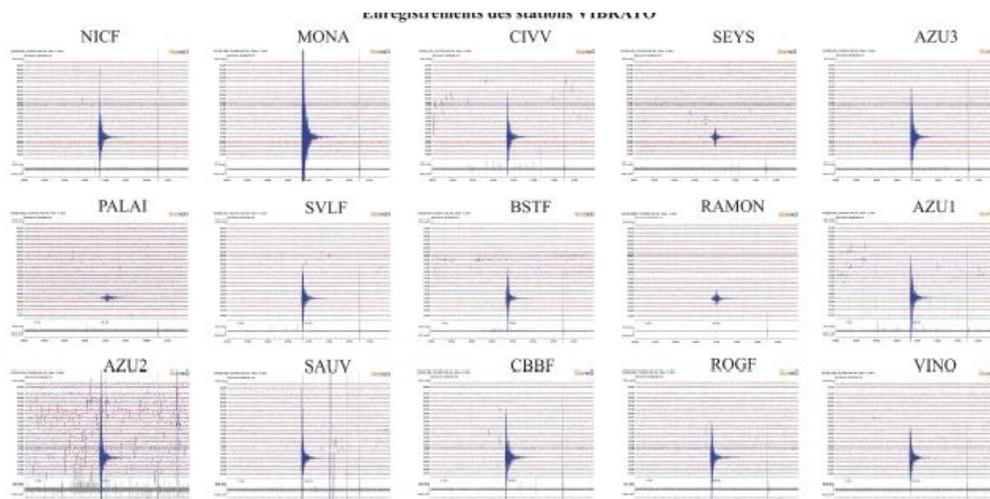
Amatrice 2016

Video del paese di Amatrice, prima e dopo la scossa

Les séismes



Barcelonnette,
7 avril 2014
Intensité max : VI
Magnitude : 5,2



intensités macrosismiques (EMS98)



isoseiste
isoseiste incertaine

épicentre instrumentel d'après
★ ReNaSS



Esempio di conseguenze di un sisma :



Faglia "*Chi-Chi*"
Sisma di Taiwan, 21 settembre 1999
Lo slittamento della faglia

Un altro esempio di slittamento di una faglia : Turchia



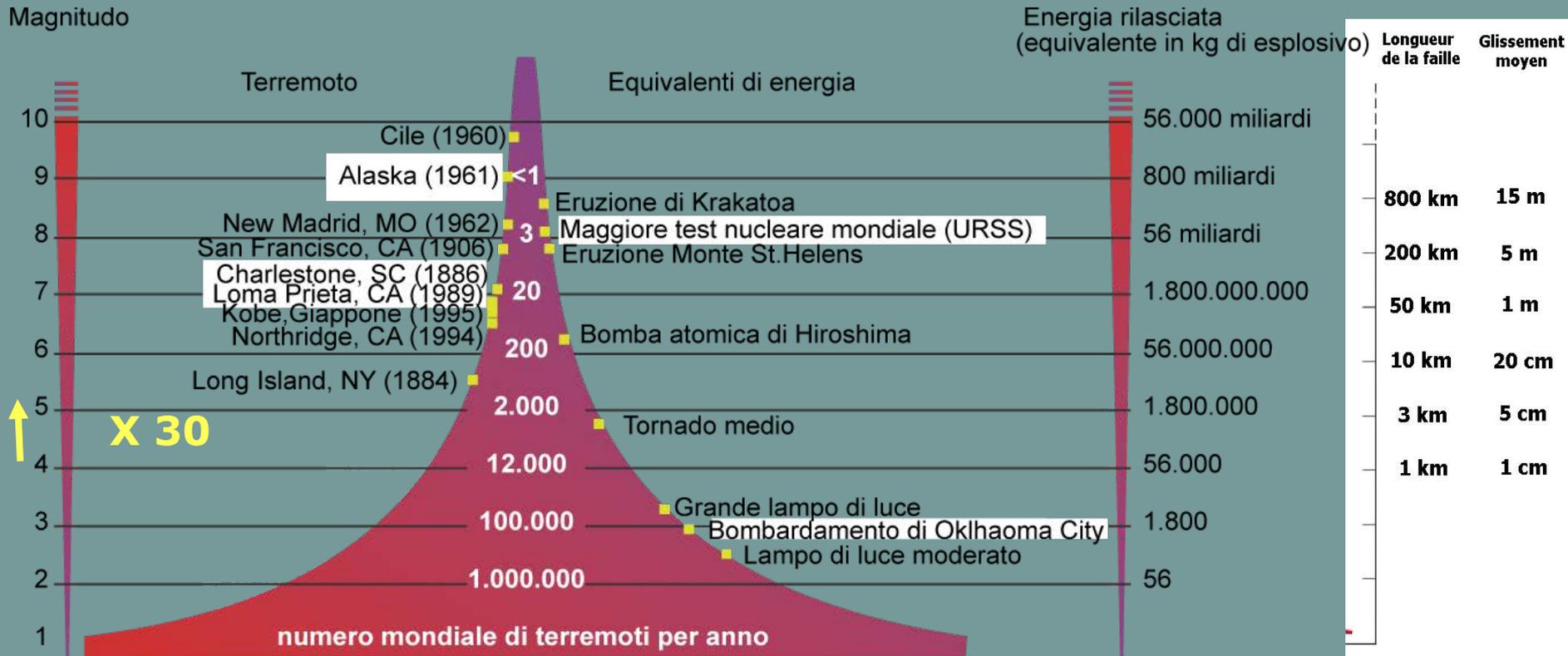
Sisma di Izmit, Turchia 1999

Un altro modo singolare di constatare le conseguenze dei sismi ...



Le colonne di Marco Aurelio in centro a Roma hanno «registrato» 2000 anni di storia sismica

L'energia sprigionata dai terremoti si quantifica attraverso la magnitudo



Scala Richter (1935) : una scala logaritmica

Quantificare i sismi attraverso la magnitudo :

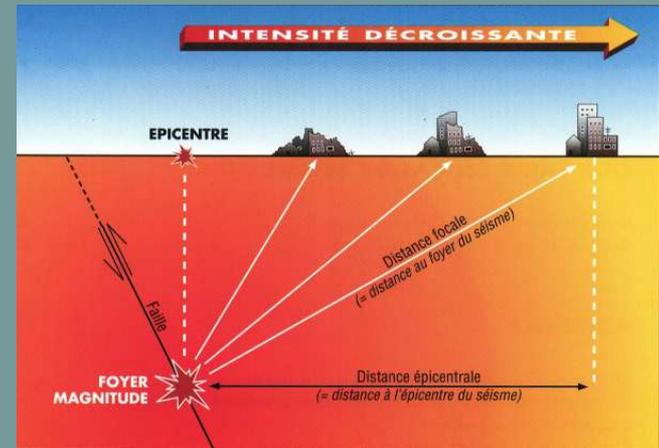
Izmit, 1999



Esempio dello slittamento della faglia che ha provocato la rottura delle canalizzazione di una fogna.

Intensità: Scala Mercalli (MCS)

- Misura gli effetti su :
 - persone
 - cose
 - manufatti
- Dipende del luogo di osservazione
- Scala con un limite superiore
- Espressa in numeri Romani (I à XII)
- Basata sulla testimonianza della gente :
<http://www.haisentitoilterremoto.it>



SCALA MERCALLI		
I	- Strumentale	Avvertita solo dagli strumenti
II	- Debole	Avvertita solo da poche persone sensibili in condizioni particolari
III	- Leggera	Avvertita da poche persone
IV	- Moderata	Avvertita da molte persone; tremiti di infissi e cristalli; oscillazione di oggetti sospesi
V	- Piuttosto forte	Avvertita da molte persone, anche addormentate; caduta di oggetti
VI	- Forte	Qualche lesione agli edifici
VII	- Molto forte	Caduta di comignoli; lesione agli edifici
VIII	- Distruttiva	Rovina parziale di alcuni edifici; vittime isolate
IX	- Rovinosa	Rovina totale di alcuni edifici; molte vittime; crepacci nel suolo
X	- Disastrosa	Crollo di parecchi edifici; numerose vittime; crepacci evidenti nel terreno
XI	- Molto disastrosa	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci; frane; maremoto
XII	- Catastrofica	Danneggiamento totale; distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto

<http://www.haisentitoilterremoto.it>



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia



haisentitoilterremoto ?



Mappe degli effetti



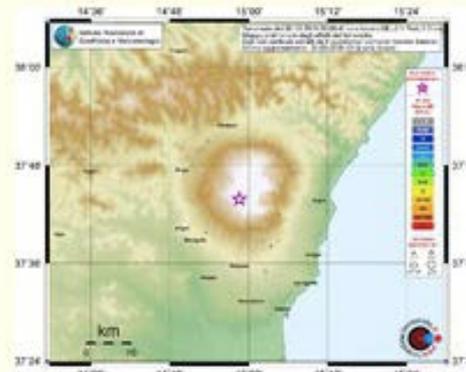
Quali effetti hai avvertito?



Servizio Info-Terremoti

Inchiesta macrosismica
sul sito della INGV

12 Km N Ragalna (CT)



Compila per questo evento

Data e ora locale

30 mar 2018 20:09:41

Latitudine

37° 43' 52.320" (37.731)

Longitudine

14° 58' 32.880" (14.976)

Zona

12 Km N Ragalna (CT)

Magnitudo

2.1 ML

Profondità

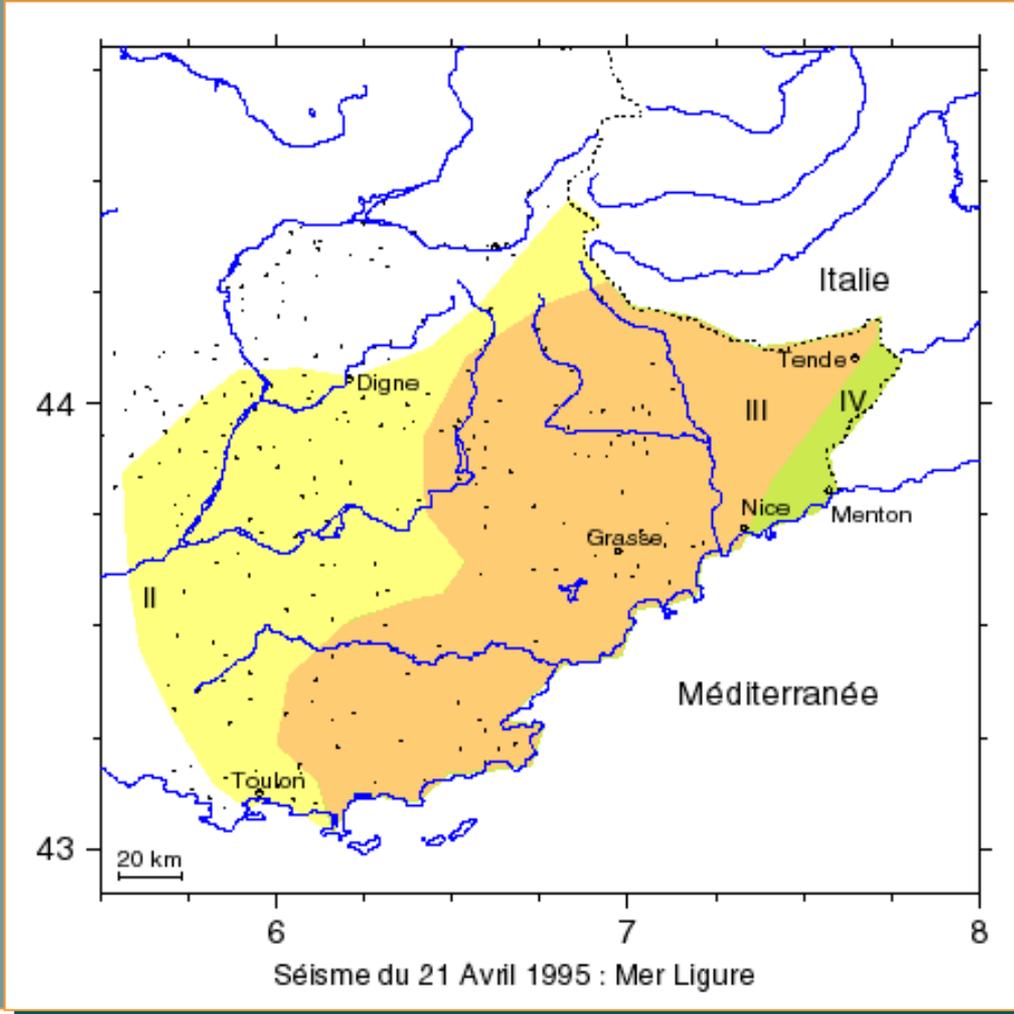
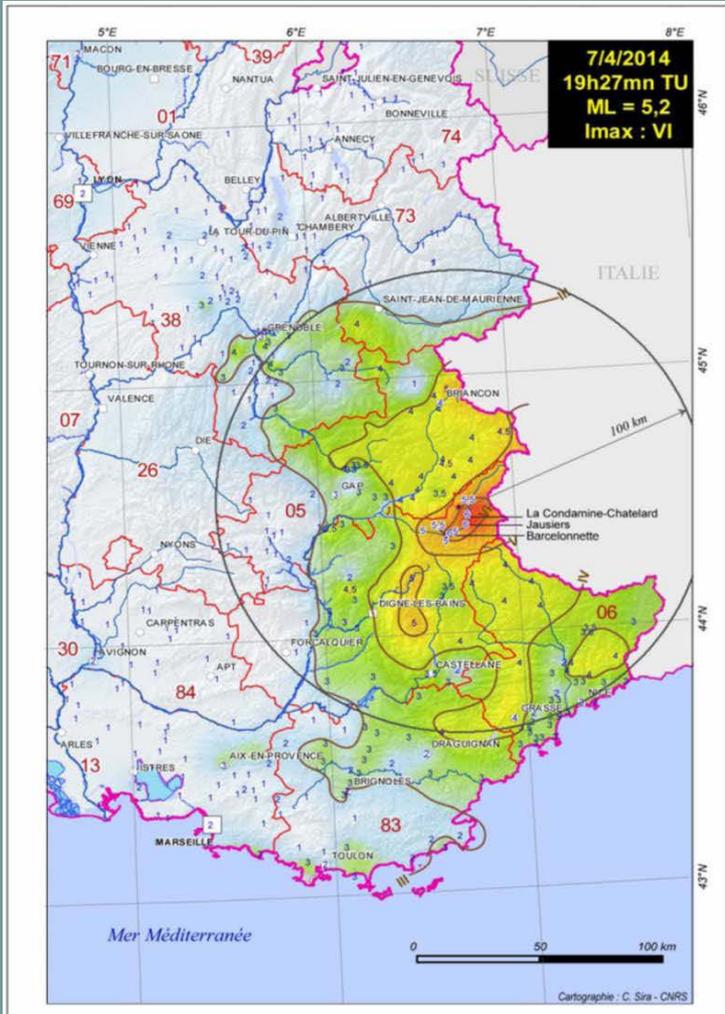
9.300 Km

Questionari

6 utilizzati su 7

[VAI AI DETTAGLI DELL'EVENTO](#)

L'intensità percepita dalla popolazione non é « concentrica » : Effetti di sito

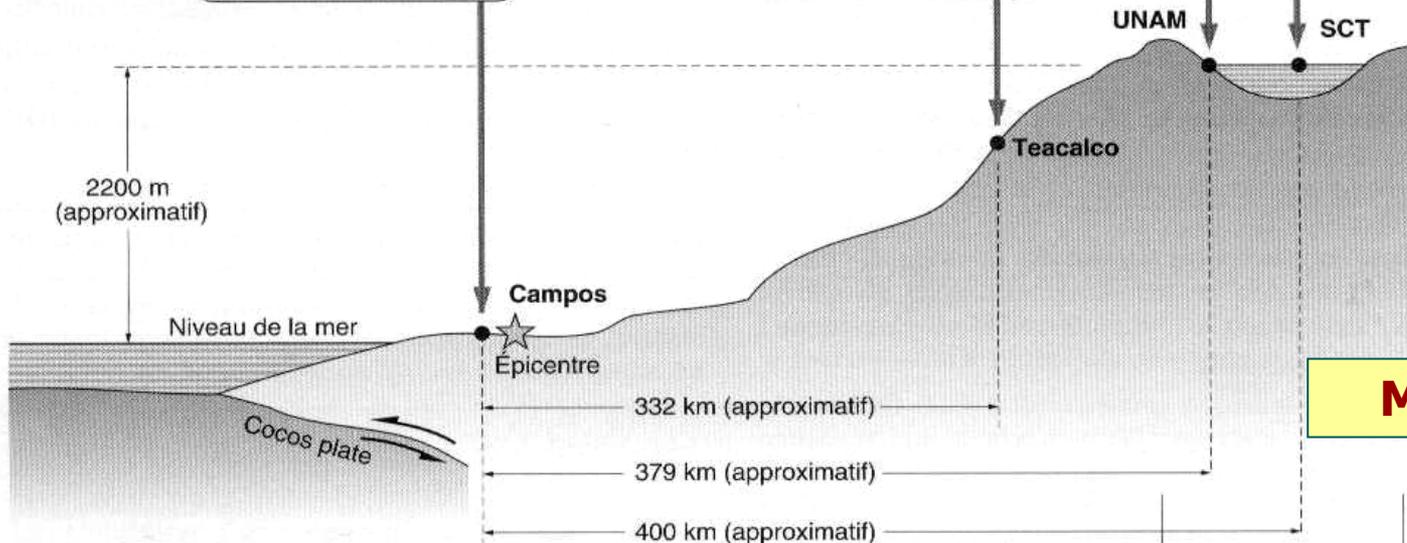
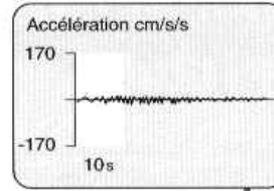
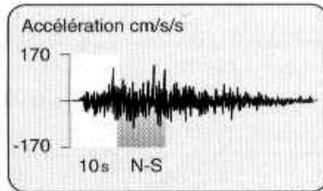
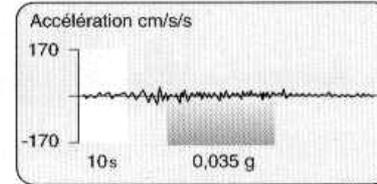
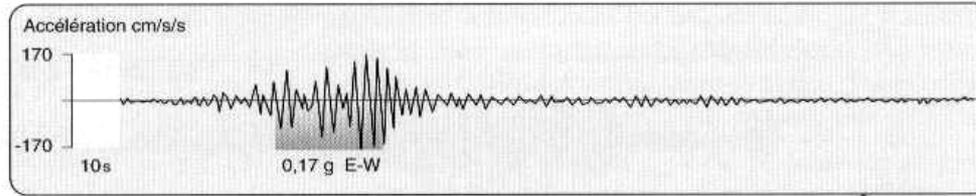


Perception Humaine	non ressenti	très faible	faible	légère	modérée	forte
Dégâts Probables	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	légers
Accélérations (mg)	< 2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50	50 - 100
Intensités MSK	I	II	III	IV	V	VI

(*) mg = 'milli gé' est une unité d'accélération correspondant au millième de la pesanteur terrestre

Effetti di sito :

**Da non sottovalutare :
Amplificazione degli effetti**



Mexico - 1985

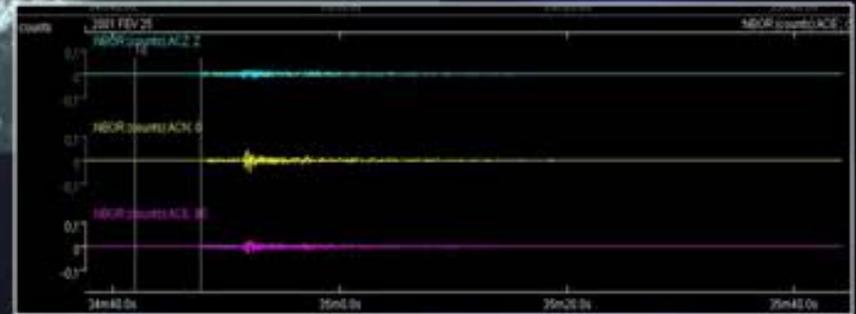
Registrazione di una scossa sismica a Nizza

NALS e NBOR : 2 stazioni sismiche nizzarde

NALS NBOR

NALS : Nice Alsace Lorraine

NBOR : Nice Mont Boron



Amplificazione degli effetti

+ épicentre

Image NASA

séisme : 25 février 2001 – 18h34m42s – M = 4,6

lat 43.638967° long 7.321789°

élev. 0 m

Altitude 34.5

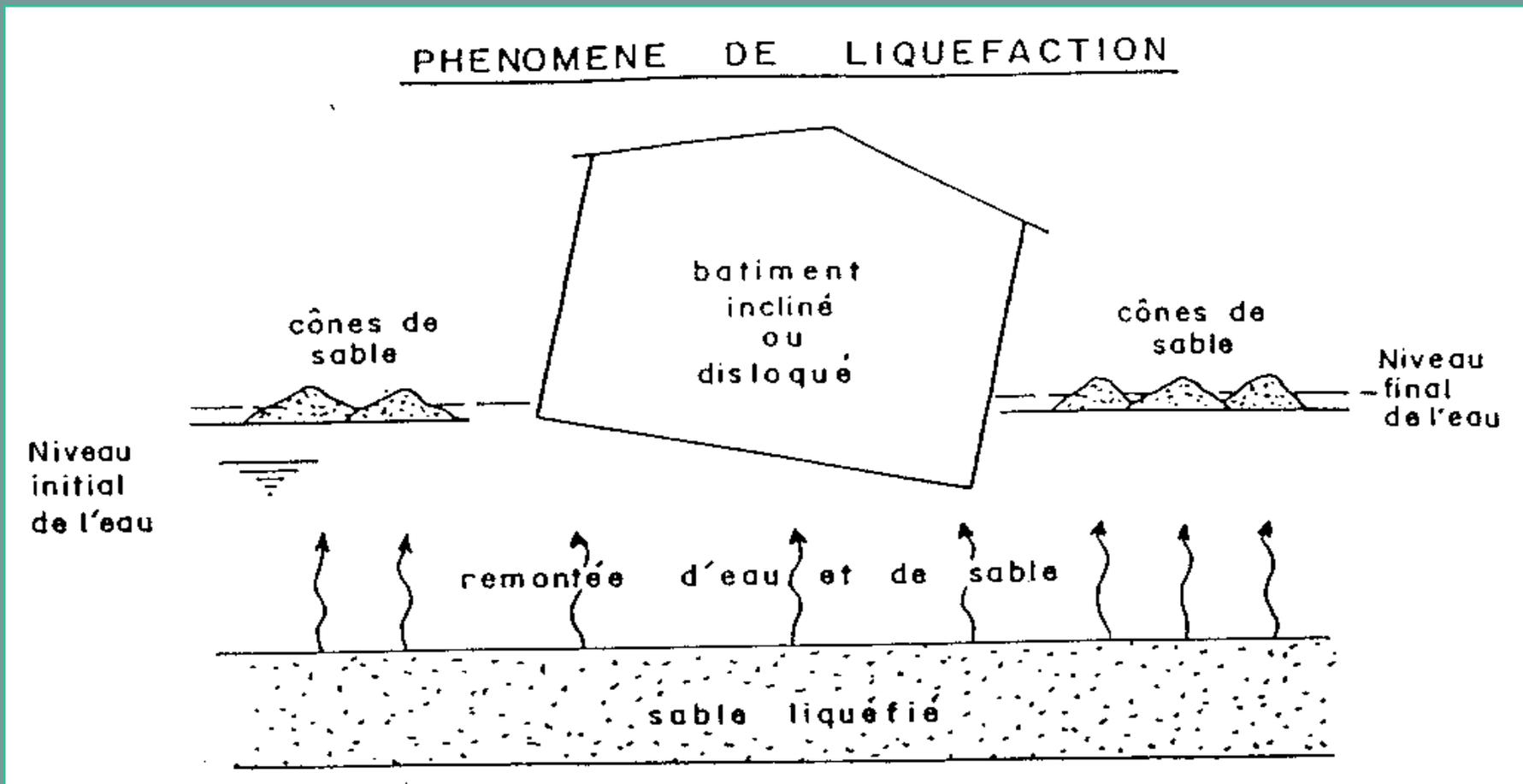
4) Quarta dimostrazione degli strumenti :



**« EFFETTI DI SITO »
nella
« SISMO-BOX »**

+ Esperimento con gelatina per marmellate

E anche ... la liquefazione del suolo





Liquefazione del suolo

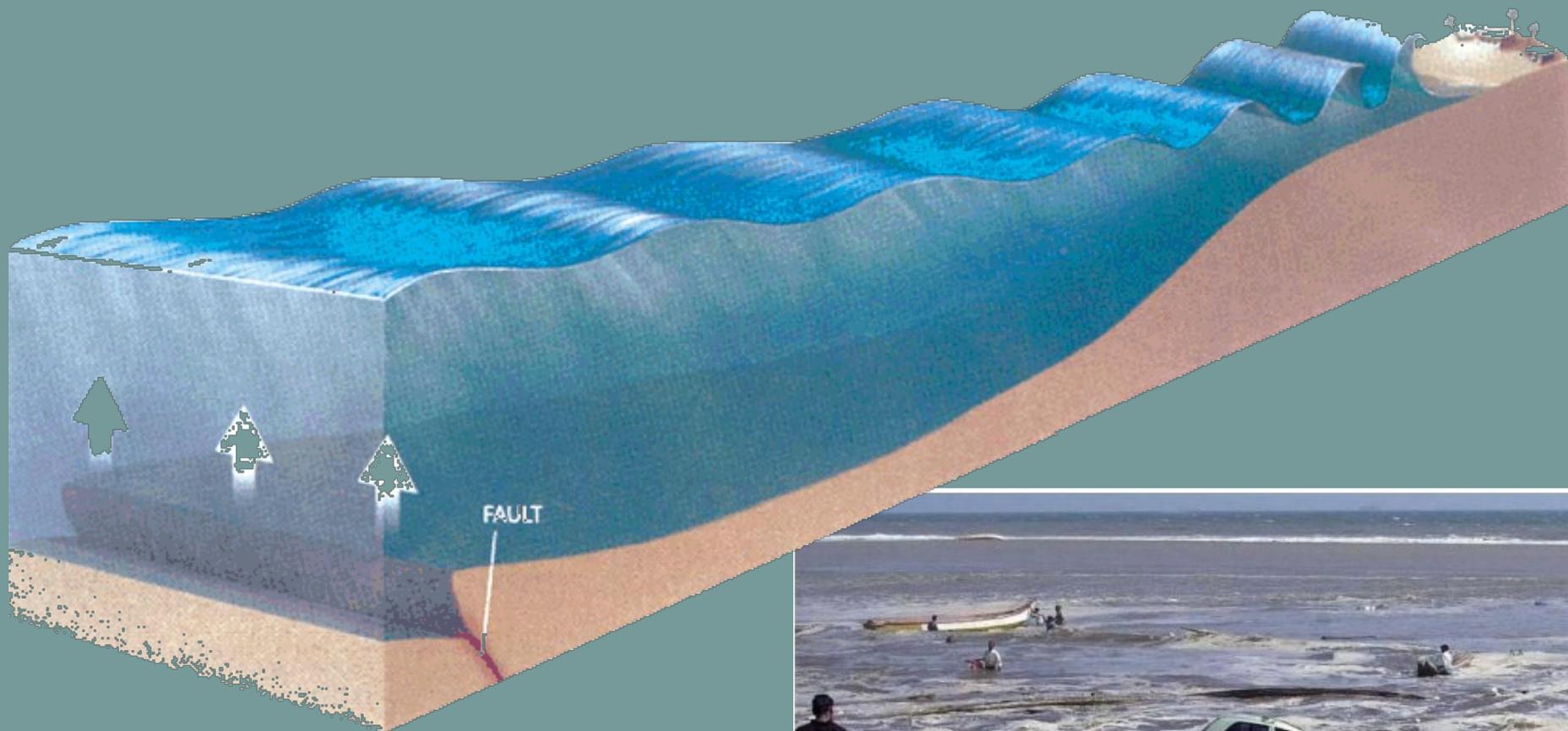
Adapazari (Turchia) - 1999

Adapazari (Turchia) - 1999



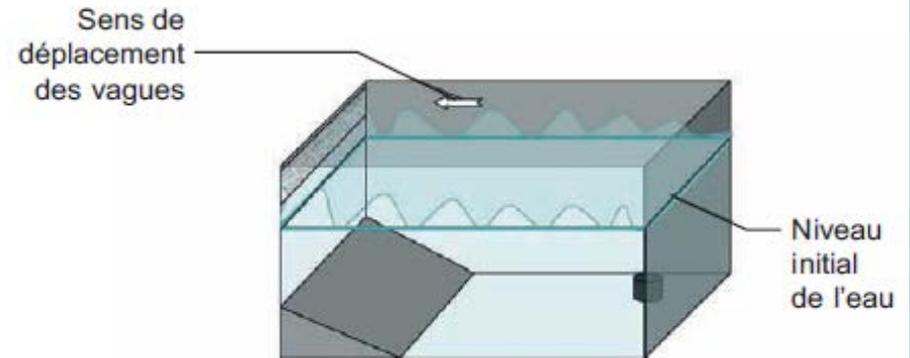
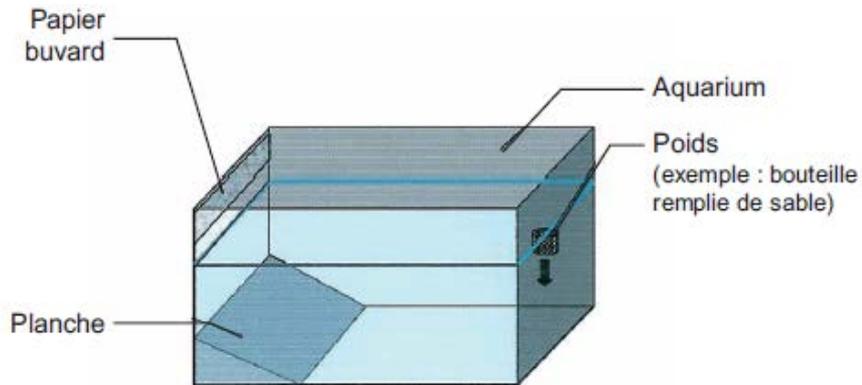
Liquefazione del suolo

Effetti indotti: sismi in mare e tsunami



Osservare e misurare per comprendere ...

5) Quinta dimostrazione degli strumenti :



**« SISMO-TSUNAMI » nella
« SISMO-BOX »**

4 / Dalla pericolosità sismica al rischio sismico

Port au Prince, Haïti

VULNERABILITÀ



**PERICOLOSITÀ
(ALEA)**

5 km

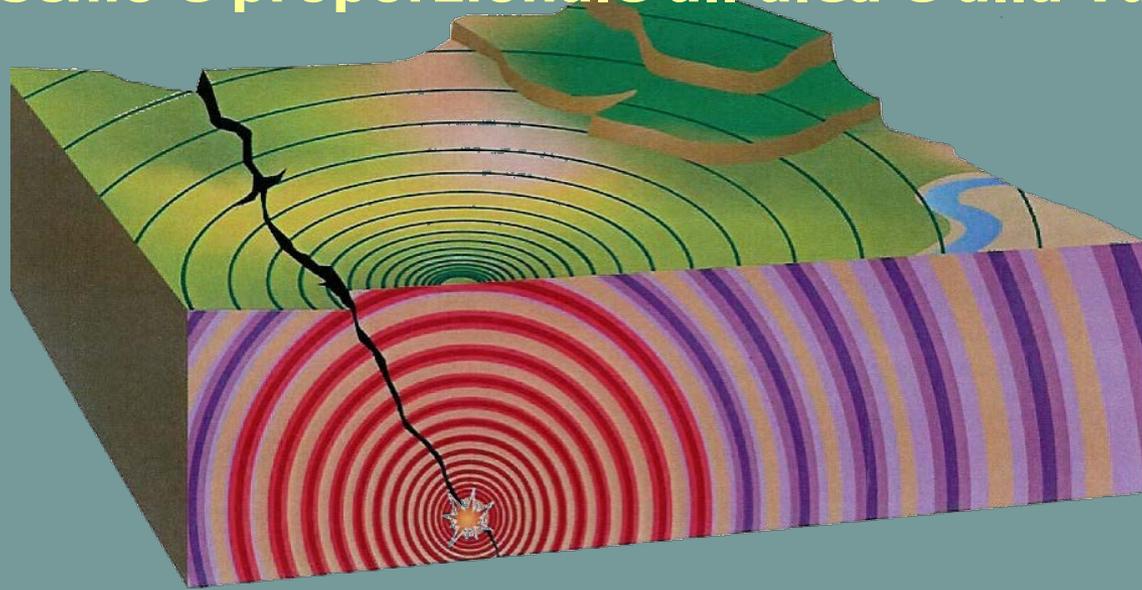


4 / Dalla pericolosità sismica al rischio sismico

Pericolosità (Alea): Propensione di un'area geografica ad essere **soggetta** ad un terremoto

Vulnerabilità: é la suscettibilità di un'area geografica ad essere **danneggiata** da un terremoto.

Il rischio é proporzionale all'alea e alla vulnerabilità locale.

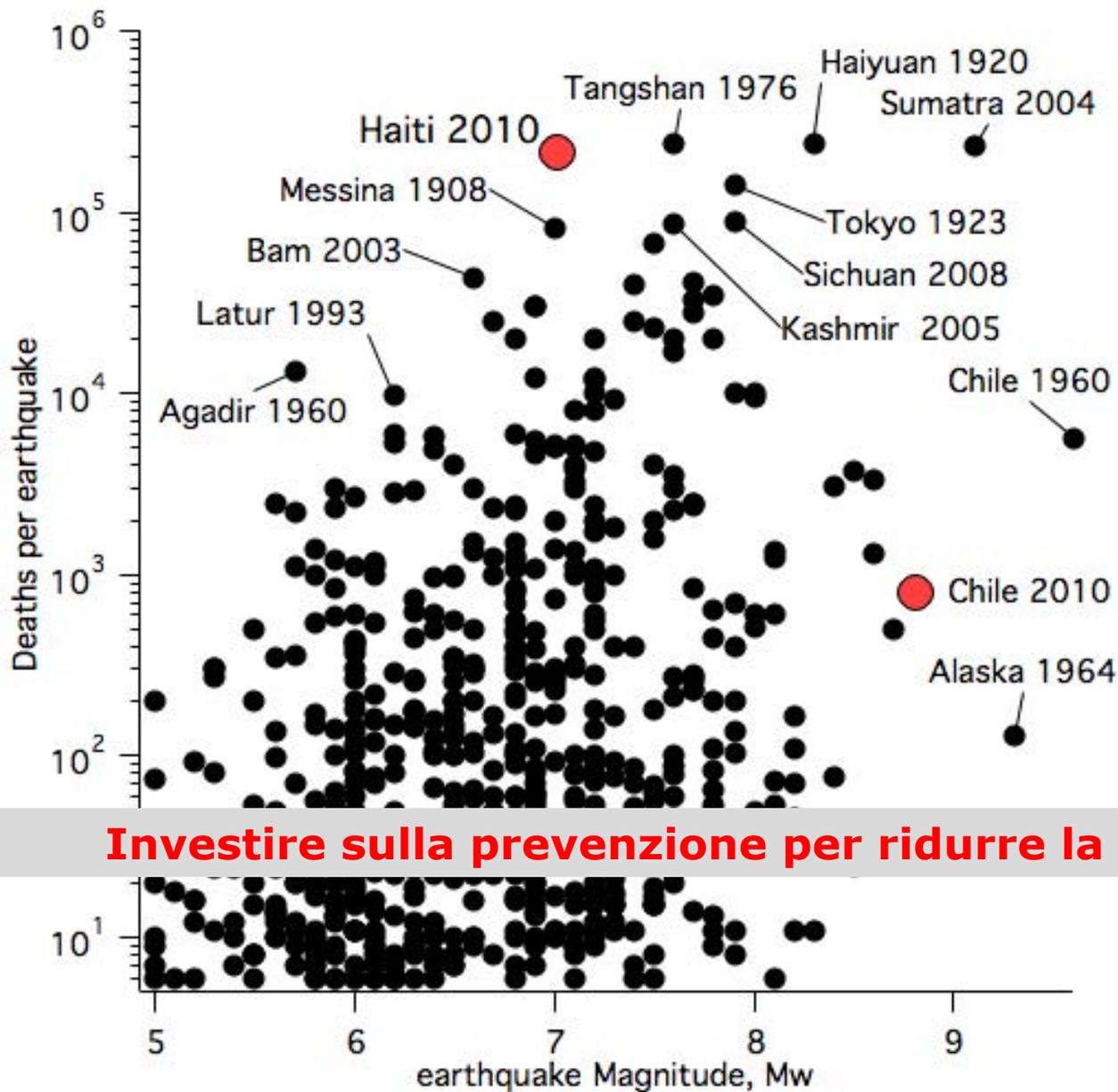


La pericolosità
sismica (alea)



La vulnerabilità

RISCHIO = PERICOLOSITÀ + VULNERABILITÀ



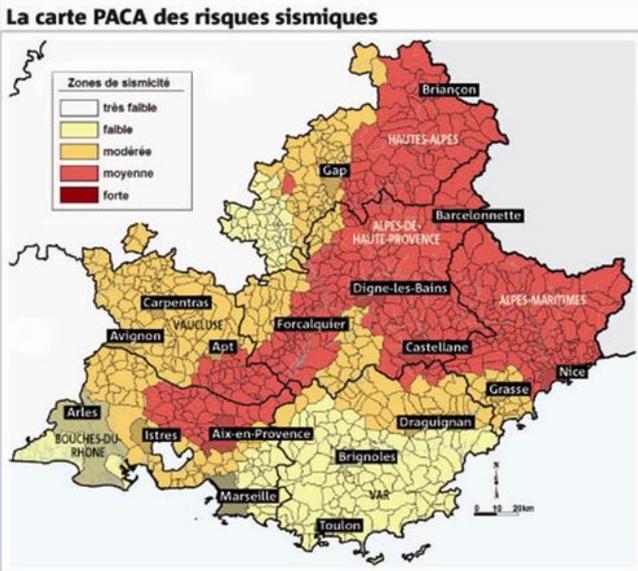
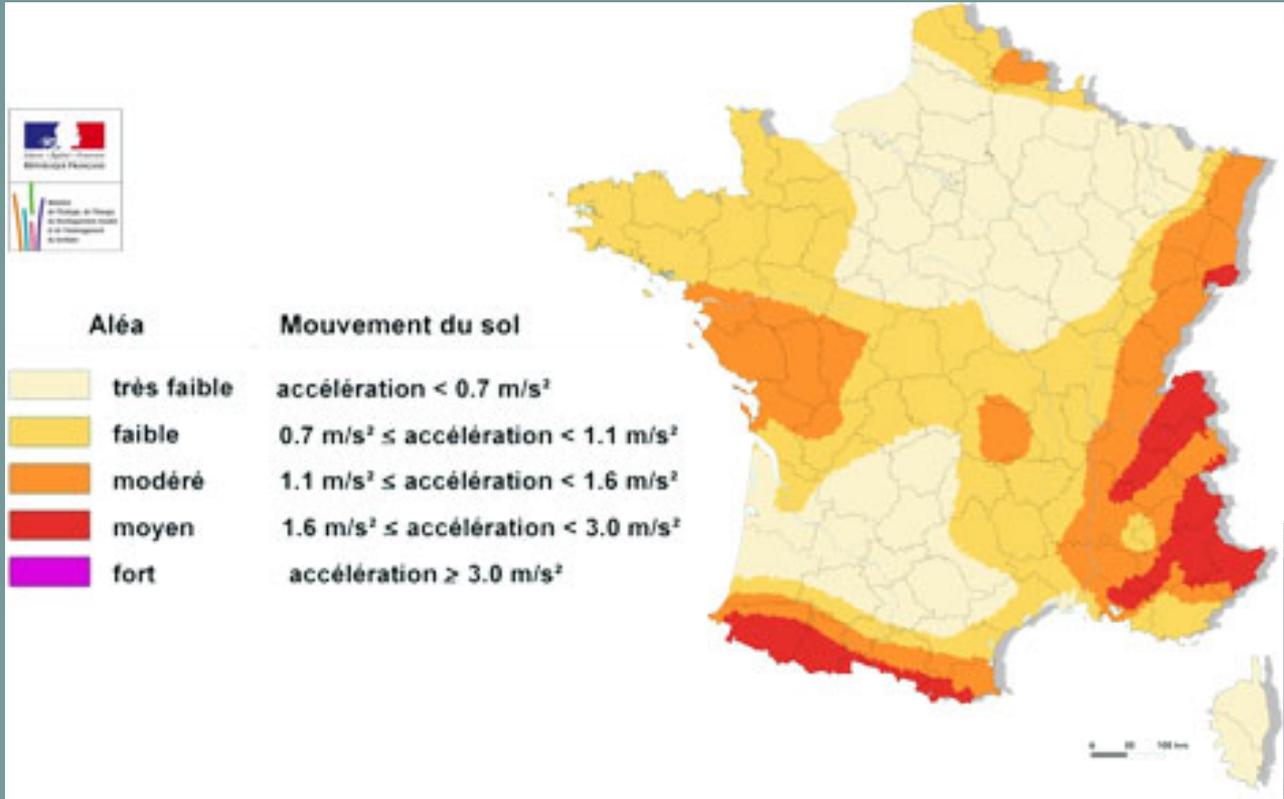
Investire sulla prevenzione per ridurre la vulnerabilità

La pericolosità, la vulnerabilità, il rischio



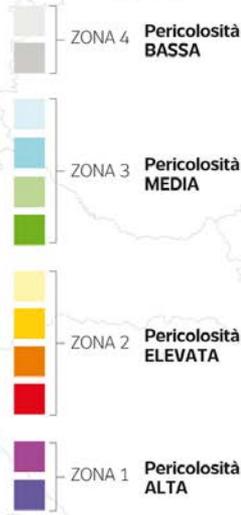
Come valutare la pericolosità sismica ?

Mappa di pericolosità sismica (alea) del territorio nazionale francese





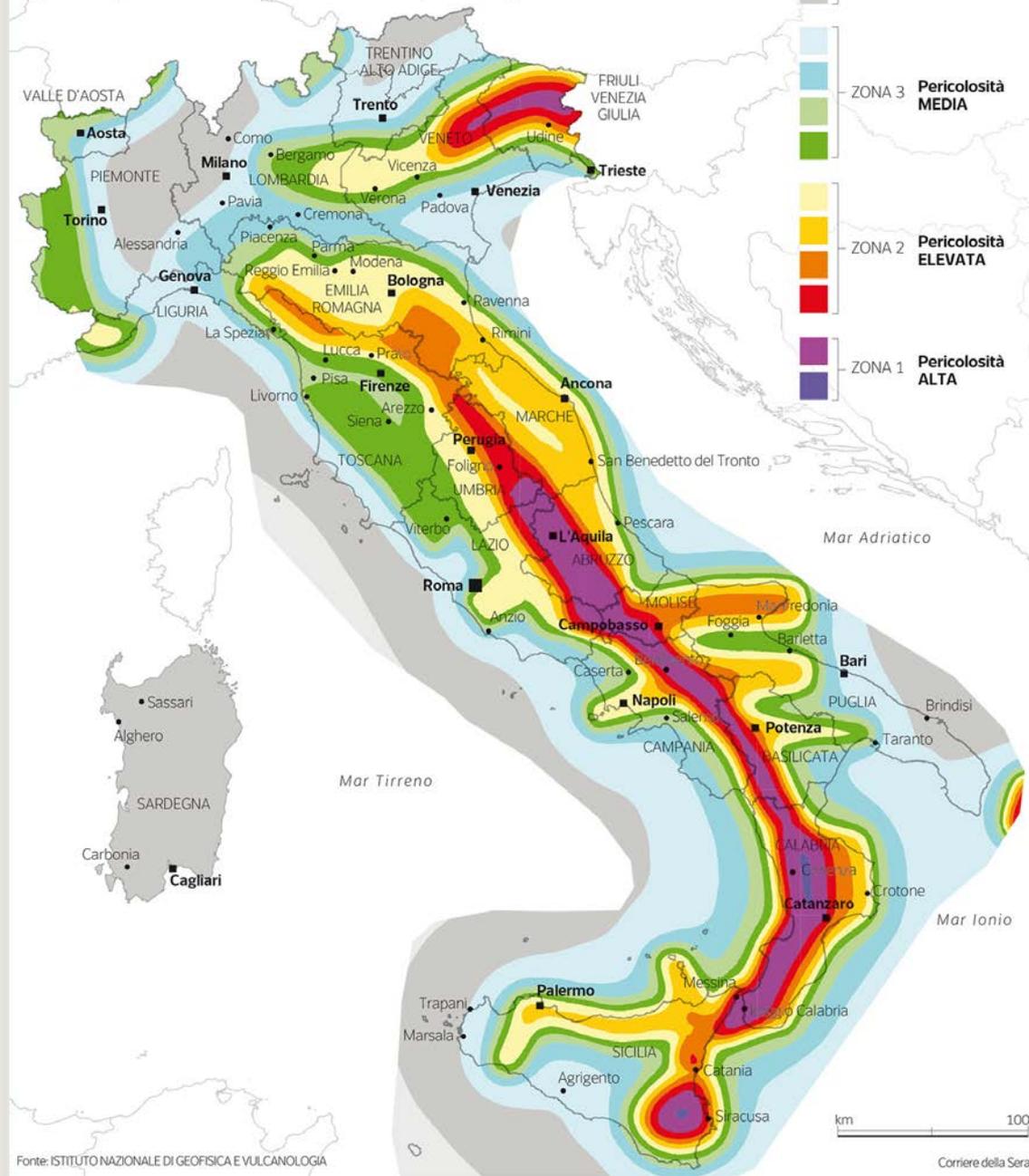
LEGENDA



Osservare e misurare per comprendere ...

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale italiano

Espressa in termini di accelerazione massima del suolo riferita a suoli rigidi (utilizzando le onde S)

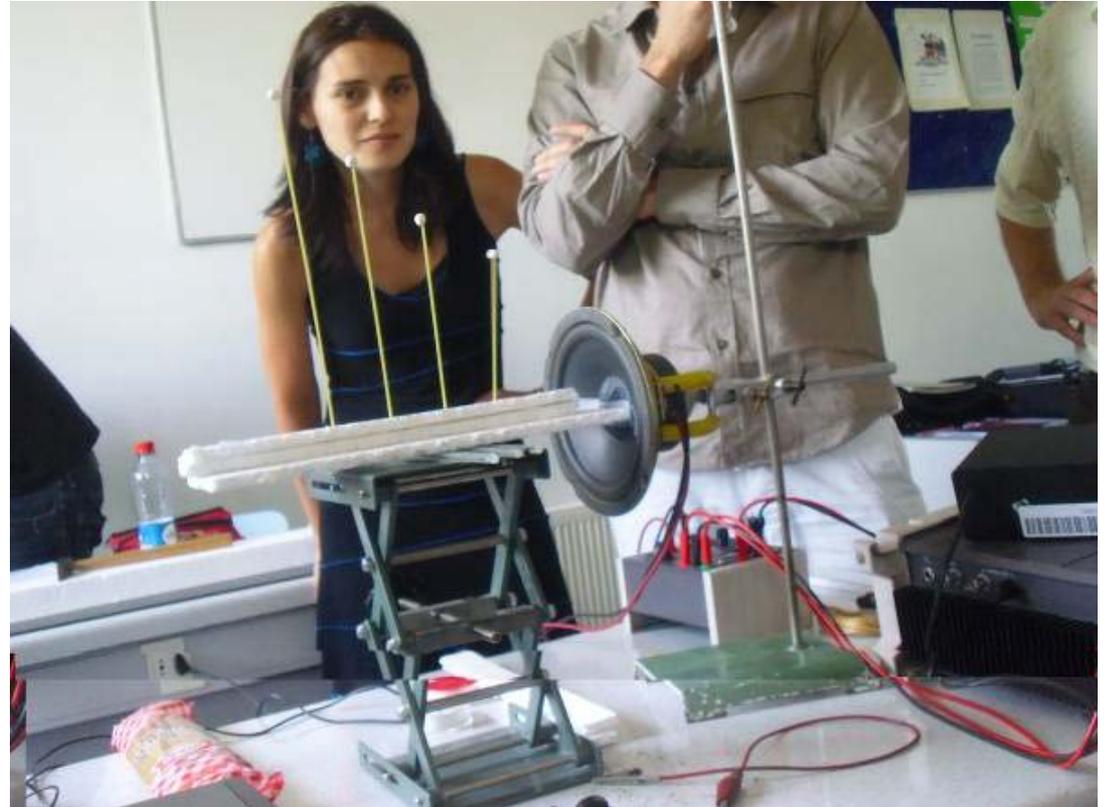


L'arrivo delle onde di superficie: la Terra trema... e noi con lei



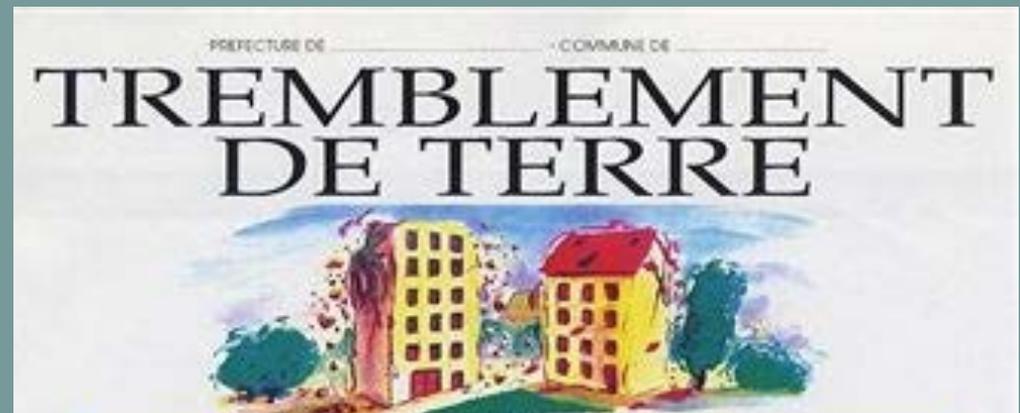
Osservare e misurare per comprendere ...

6) Sesta dimostrazione
degli strumenti :



« SISMO-BOARD » nella « SISMO-BOX »

Prevenzione del rischio sismico



« Non prevedere é già gemere »
« Ne pas prévoir ... c'est déjà gémir »
« Do not anticipate is already to moan »
Leonardo da Vinci, 1452 (Anchiano) - 1519 (Amboise)

7) Settimana dimostrazione degli strumenti :

Osservare e misurare per comprendere ...



L'informazione di prevenzione e l'educazione



« SISMO-RIFLESSO » nella « SISMO-BOX »

Dove rifugiarsi durante un sisma ?

Dove rifugiarsi dopo un sisma ?



« SISMO-RIFLESSO »



Osservare e misurare per comprendere ...



UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR



académie
Nice

Région académique
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

... comprendre per meglio agire

Francesca Cifelli, Jean-Luc Berenguer, Diane Carrer

Insegnaci Etna 2018



Grazie per l'attenzione !