



LA CÔTE D'AZUR : UNE REGION QUI BOUGE



La Côte d'Azur est soumise à des déplacements et des déformations modérées.

Les séismes et les mouvements du sous-sol mesurés par GPS en sont les indices principaux.

LA TECTONIQUE

L'Afrique se rapproche de l'Europe



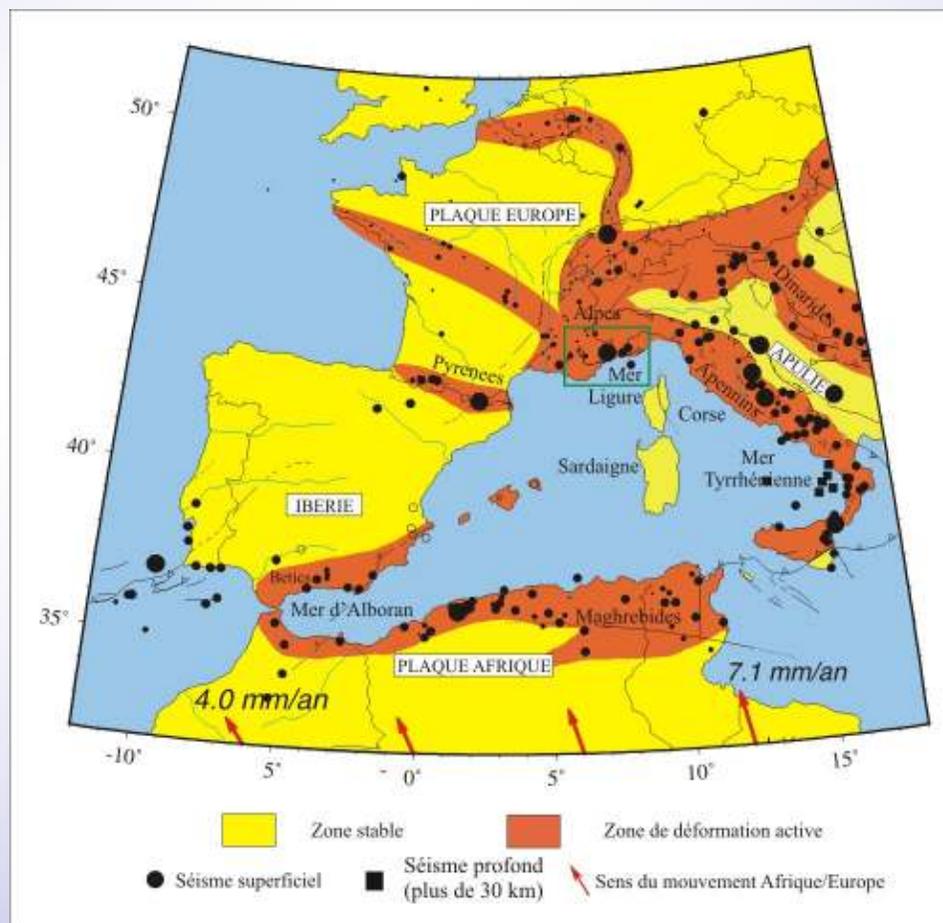
Dans les Alpes-Maritimes, les reliefs qui vont du Mercantour à la côte se sont formés depuis 15 millions d'années à la suite d'un raccourcissement horizontal provoquant l'épaississement de la croûte terrestre.

Ce serrage est une conséquence du rapprochement entre les plaques Afrique et Europe, qui dure depuis des dizaines de millions d'années.

De nos jours, le rapprochement se poursuit suivant une direction Sud-Est / Nord-Ouest, à une vitesse de 4 à 7 mm par an (flèches rouges).

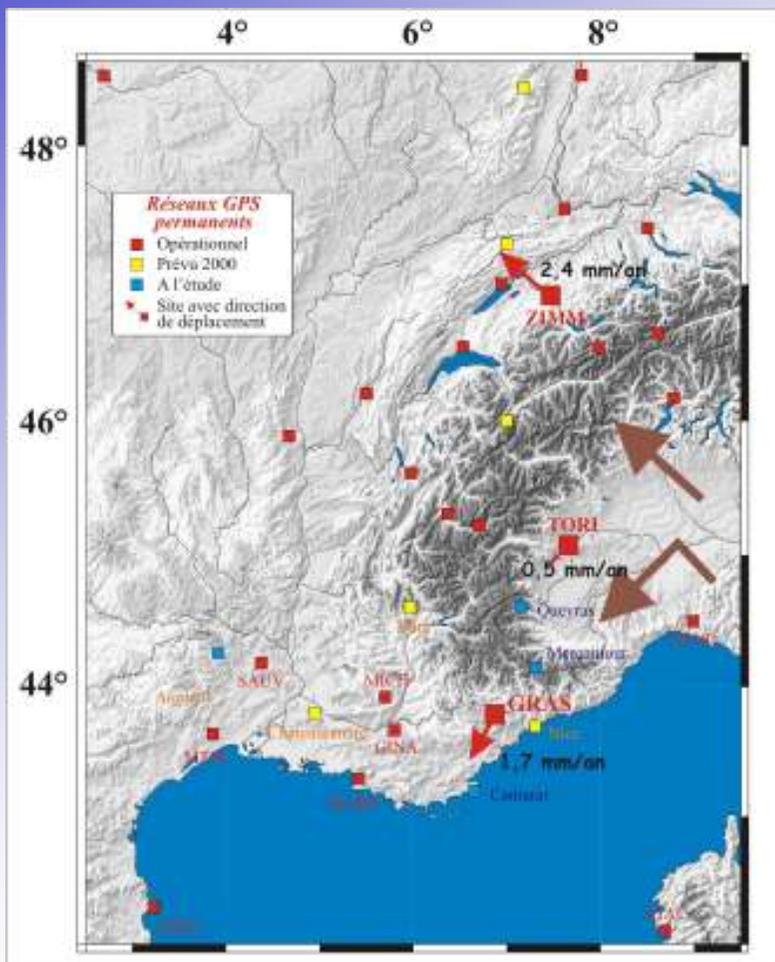
Les séismes témoignent de la déformation active.

La limite entre les deux plaques n'étant pas franche, le raccourcissement se distribue sur une large zone (orange sur la carte) dont la Côte d'Azur fait partie.



MISE EN EVIDENCE

Le serrage des Alpes entre l'Italie et la France



Un réseau de stations GPS permanentes a été mis en place autour de la chaîne des Alpes occidentales afin d'étudier les déformations actuelles.

Ainsi, des mesures géodésiques effectuées depuis 1996 ont montré que la station permanente de Calern (**GRAS**) a subi un déplacement vers le Sud-Ouest d'environ 1,7 mm par an par rapport au reste de France.

Carte de localisation des stations GPS installées autour des Alpes occidentales. La direction et la valeur de déplacement de 3 stations GPS (ZIMM, TORI, GRAS) sont représentées par une flèche rouge.

LA COMPLEXITE DE LA TECTONIQUE

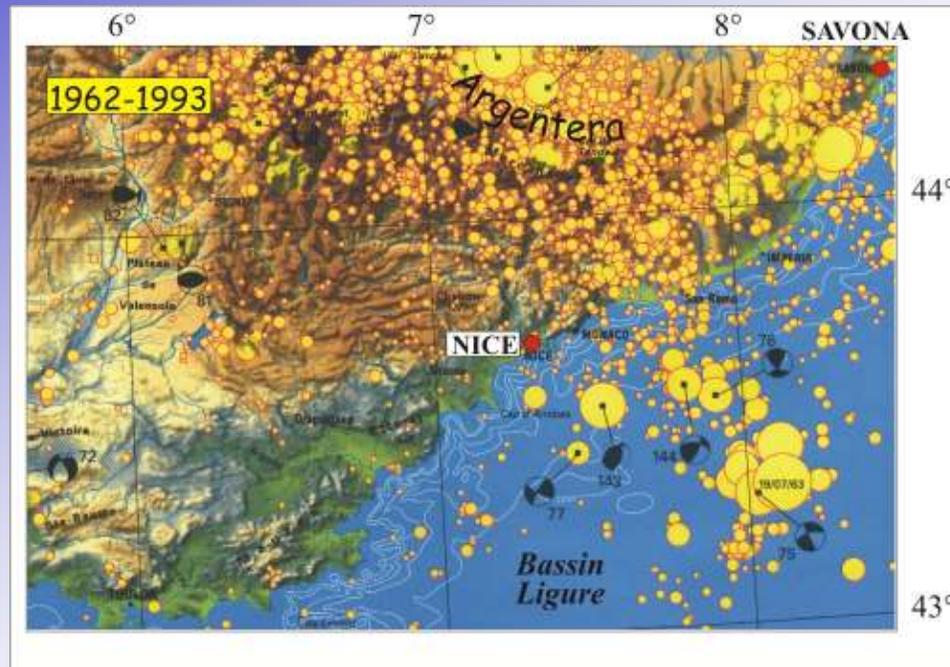


En fait, le raccourcissement dans les Alpes est une conséquence de la poussée de la « botte » italienne sur l'Europe, elle même poussée par l'Afrique.

Une confirmation de ce mouvement est apportée par la comparaison de mesures géodésiques faites en 1948 et en 1998 dans l'arrière-pays niçois. Le raccourcissement moyen des Alpes-Maritimes a dépassé 2 mm par an pendant cette période et se concentre spatialement au sud du Mercantour.

LES DEPLACEMENTS TECTONIQUES

Des mouvements qui génère des séismes



Carte de sismicité des Alpes Méridionales et du Bassin Ligure.
(Compilation effectuée par le L.D.G. en 1993).
La taille des cercles est proportionnelle à la magnitude des séismes.

Les Alpes-Maritimes sont parmi les zones les plus sismiques de la chaîne des Alpes. La sismicité est principalement concentrée sur le flanc nord du massif du Mercantour (Argentera) et sur la marge nord du bassin Ligure, près du rivage, jusqu'à mi-chemin entre la Corse et le continent.

La carte ci-contre montre que, dans les 30 dernières années, les séismes sous la mer sont souvent de magnitudes plus importantes qu'à terre (grands cercles jaunes).

LA CÔTE D'AZUR UNE TERRE DE CONTRASTE



Ce sont ces séismes qui constituent le danger principal dans notre région. Un séisme sous-marin peut en effet engendrer non seulement des ébranlements, mais aussi des avalanches sous-marines et des raz-de-marée.

Des glissements de terrain, provoqués ou non par des séismes, peuvent aussi se produire à terre, là où les pentes sont fortes, comme à la Clapière près de Saint-Etienne de Tinée ou à Roquebilière.

LA DEFORMATION ACTUELLE

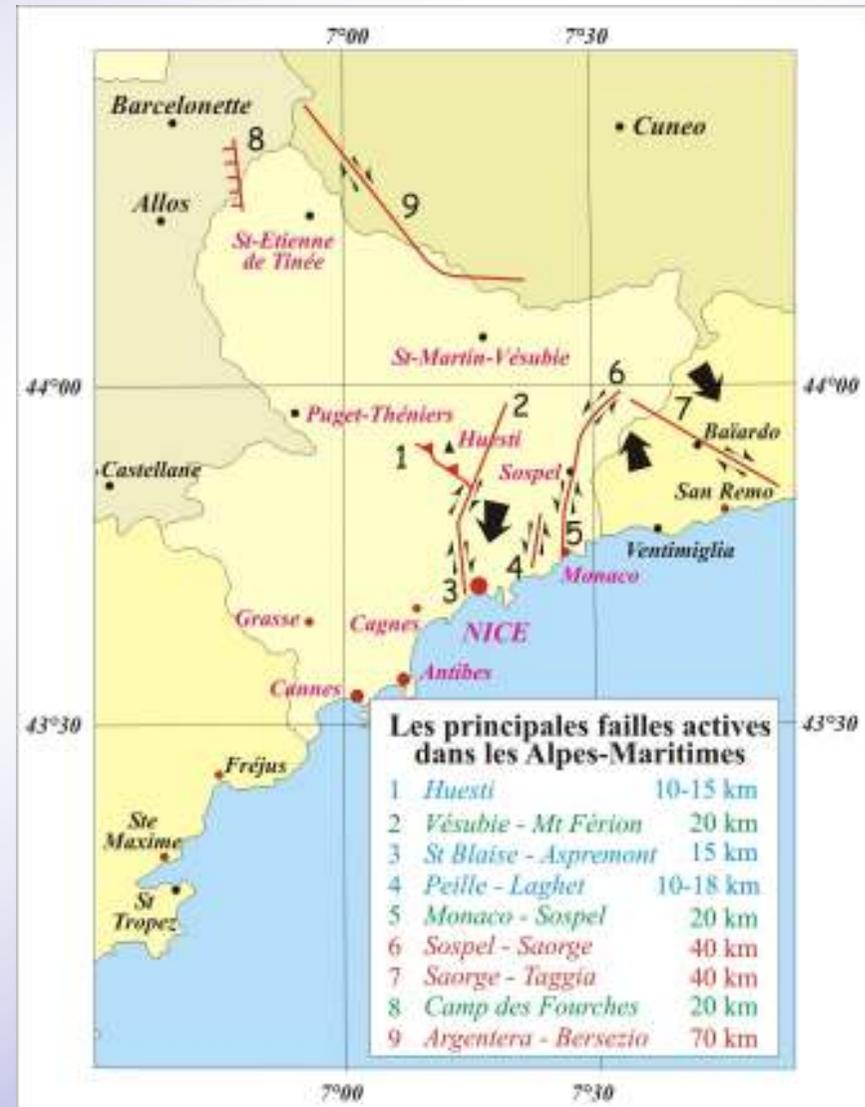
Les indices géologiques d'une déformation récente

Lorsqu'une faille affecte des sédiments de l'époque Quaternaire (moins de 2 millions d'années), elle est considérée comme active.

Dans les Alpes-Maritimes, ces sédiments sont rares. Aussi, **9 failles actives** seulement ont pu être identifiées par les géologues.

En mer, de nombreuses failles affectent les sédiments quaternaires au pied de la marge continentale et sont actives elles aussi.

Les flèches indiquent le mouvement relatif des blocs séparés par les failles actives. Les longueurs de ces failles sont indiquées.



LES FAILLES ACTIVES

Parce que les concrétions calcaires souterraines sont récentes, la fracturation et le décalage de stalactites et de stalagmites dans une grotte sont des indices d'une faille et d'une déformation active.

C'est le cas pour cette grotte située près de l'accident Vésubie-Mont Férion (faille n°1 sur la carte). Sur la photo, le déplacement de part et d'autre de la faille (en jaune) est de 10 cm environ.

Le séisme responsable du mouvement de cette faille est probablement très récent (moins de 15 000 ans).





QUEL NIVEAU DE RISQUE SISMIQUE SUR LA COTE D'AZUR



Comme dans toute région sismique, l'histoire des séismes qui ont affecté la Côte d'Azur et son arrière-pays est importante à connaître pour prévoir les effets des séismes futurs. Cependant, prédire l'heure et le lieu du prochain séisme reste impossible.

LES SEISMES HISTORIQUES I



Les séismes historiques sur la Côte d'Azur

Deux séismes majeurs ont frappé notre région au cours du dernier millénaire : en **1564** et en **1887**. Pour ce dernier séisme, la magnitude a été estimée à 6,2-6,4.

Par ailleurs, selon des sources nissardes, italiennes ou françaises plus ou moins fiables, 13 autres séismes ont été durement ressentis par la population depuis les temps historiques.

Séisme	Année	Mois/Jour	Latitude	Longitude
1	-321	?	***	***
2	-216	juin	***	***
3	625	?	***	***
4	1348	25-juin	***	***
5	1494	13-juin	43°41'	7°15'
6	1564	20-juil	44°00'	7°19'
7	1612	31-janv	44°08'	8°15'
8	1618	14 et 16-juin	43°32'	7°10'
9	1644	15-févr	44°00'	7°18'
10	1818	23-févr	43°27'	8°00'
11	1831	26-mai	43°51'	7°50'
12	1854	29-déc	43°40'	7°45'
13	1887	23-févr	43°52'	8°07'
14	1896	16-oct	43°46'	7°59'
15	1963	19-juil	43°17'	8°10'

Depuis le XIV^{ème} siècle, l'intervalle de temps moyen qui sépare ces séismes majeurs est d'environ 60 ans. Mais les foyers (les lieux de rupture) sont situés à des distances variables de notre région (voir carte et tableau ci-contre), ce qui interdit de savoir quelle sera la prochaine zone frappée, à terre ou en mer.

LES SEISMES HISTORIQUES II

Les séismes en Provence et Haute-Provence



Les séismes historiques de la Côte d'azur ont leurs foyers situés dans le Bassin Ligure, la région de Savona ou l'arrière-pays niçois. Mais la Provence voisine a aussi connu des séismes majeurs, comme celui de Lambesc en 1909, qui ont été fortement ressentis dans notre région. La vallée de la Durance, la région de Castellane et la vallée de l'Ubaye sont les secteurs sismiquement les plus actifs.

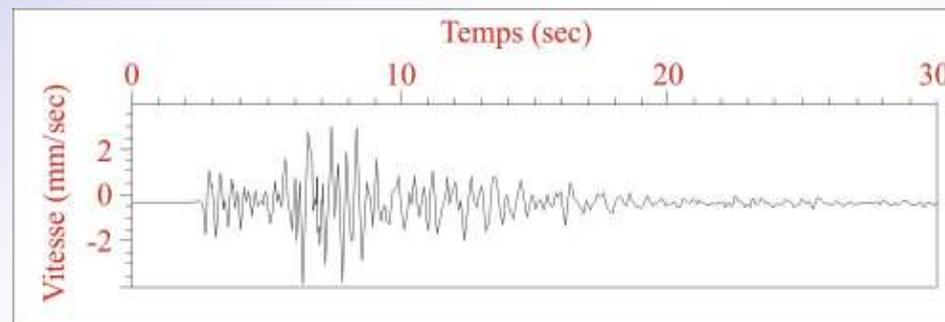
Séisme	Année	Mois/Jour	Latitude	Longitude
1	1509	13-déc	43°50'	5°47'
2	1678	02-sept	***	***
3	1708	14 et 20-Août	43°49'	5°46'
4	1812	20 et 26-mars	43°45'	5°42'
5	1855	23-nov	43°51'	6°31'
6	1855	12-déc	43°51'	6°26'
7	1863	09-juin	43°59'	6°13'
8	1866	19-mai	44°21'	6°02'
9	1909	11-juin	43°39'	5°19'
10	1913	14-mai	43°53'	5°51'
11	1951	30-nov	43°49'	6°25'



Les séismes récents

Depuis les années 1960, tous les séismes sont enregistrés par les stations sismologiques locales. Le séisme le plus fort a été enregistré en 1963 (magnitude 5,9). Il a eu lieu dans le Bassin Ligure. Depuis, seuls des séismes de magnitude inférieure à 5,0 ont été enregistrés.

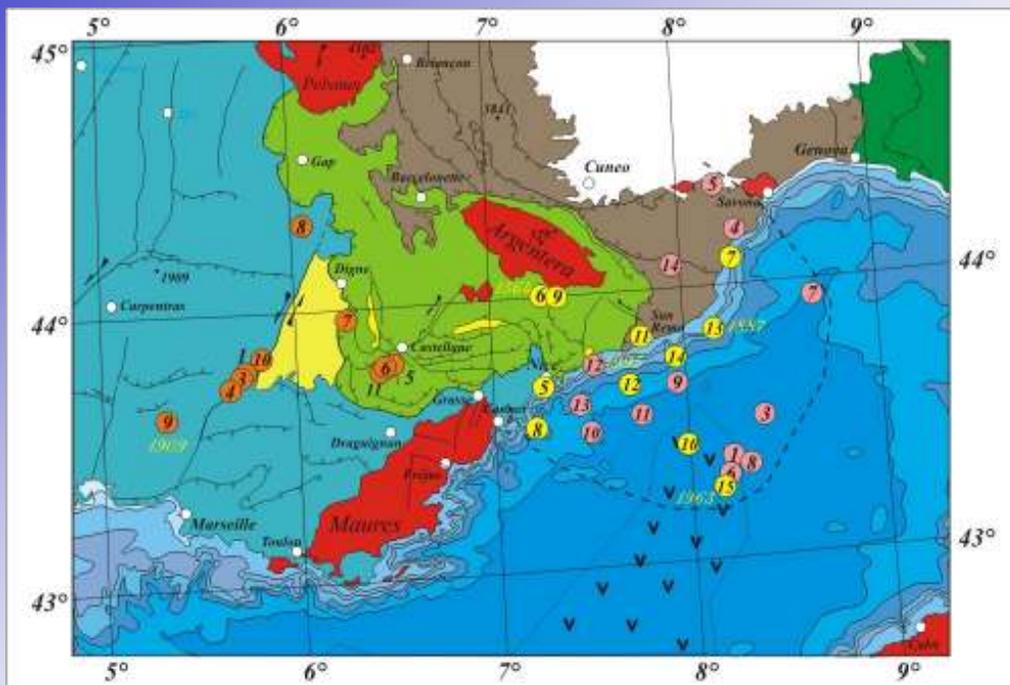
Certains ont été fortement ressentis par la population, notamment en 1989 et en 1995.



Enregistrement du mouvement vertical à la station de Saorge lors du séisme du 21 avril 1995

L'intervalle de temps moyen qui sépare deux séismes de magnitude supérieure à 4,0 est d'environ 3 ans. Des séismes de faible magnitude se produisent donc de façon quasi-continue dans notre région.

LA DISTRIBUTION DES SEISMES



Séisme	Année	Mois/Jour	Latitude	Longitude
1	-321	?	***	***
2	-216	juin	***	***
3	625	?	***	***
4	1348	25-juin	***	***
5	1494	13-juin	43°41'	7°15'
6	1564	20-juil	44°00'	7°19'
7	1612	31-janv	44°08'	8°15'
8	1618	14 et 16-juin	43°32'	7°10'
9	1644	15-févr	44°00'	7°18'
10	1818	23-févr	43°27'	8°00'
11	1831	26-mai	43°51'	7°50'
12	1854	29-déc	43°40'	7°45'
13	1887	23-févr	43°52'	8°07'
14	1896	16-oct	43°46'	7°59'
15	1963	19-juil	43°17'	8°10'

Les numéros et couleurs des tableaux renvoient à l'emplacement des séismes situés sur la carte ci dessus

Séisme	Année	Mois/Jour	Latitude	Longitude	Magnitude
1	1963	19-juil	43°24'	8°12'	5,6
2	1963	19-juil	43°18'	8°06'	5,9
3	1963	27-juil	43°30'	8°24'	5,1
4	1968	18-avr	44°12'	8°18'	4,1
5	1970	30-déc	44°21'	8°10'	4,0
6	1974	14-sept	43°20'	8°10'	4,1
7	1977	22-avr	43°57'	8°40'	4,8
8	1981	22-avr	43°22'	8°14'	4,7
9	1985	04-oct	43°37'	7°59'	4,0
10	1989	26-déc	43°28'	7°31'	4,6
11	1990	15-avr	43°34'	7°47'	4,3
12	1995	21-avr	43°46'	7°33'	4,8
13	1995	24-avr	43°36'	7°27'	4,0
14	1997	08-nov	44°07'	7°57'	4,1

Séisme	Année	Mois/Jour	Latitude	Longitude
1	1509	13-déc	43°50'	5°47'
2	1678	02-sept	***	***
3	1708	14 et 20-Août	43°49'	5°46'
4	1812	20 et 26-mars	43°45'	5°42'
5	1855	23-nov	43°51'	6°31'
6	1855	12-déc	43°51'	6°26'
7	1863	09-juin	43°59'	6°13'
8	1866	19-mai	44°21'	6°02'
9	1909	11-juin	43°39'	5°19'
10	1913	14-mai	43°53'	5°51'
11	1951	30-nov	43°49'	6°25'

LE SEISME LIGURE

Un séisme de référence : le séisme ligure du 23 février 1887



C'était le lendemain du Mardi-Gras et de la fin du Carnaval à Nice. La population, épuisée, dormait profondément. A partir de 6h22, trois fortes secousses ébranlèrent la Côte de Cannes à Gênes.

En Italie, les destructions les plus sévères et les victimes les plus nombreuses (640 morts et plusieurs milliers de blessés en Ligurie) furent déplorées à Diano Marina et Diano Castello près d'Imperia, Castellaro, Bussana Vecchia et Baiardo près de San Remo.

Les effets de site ont affecté surtout les villages de Baiardo (effet topographique), Bussana Vecchia, Castellaro et Pompeiana (effet sédimentaire).

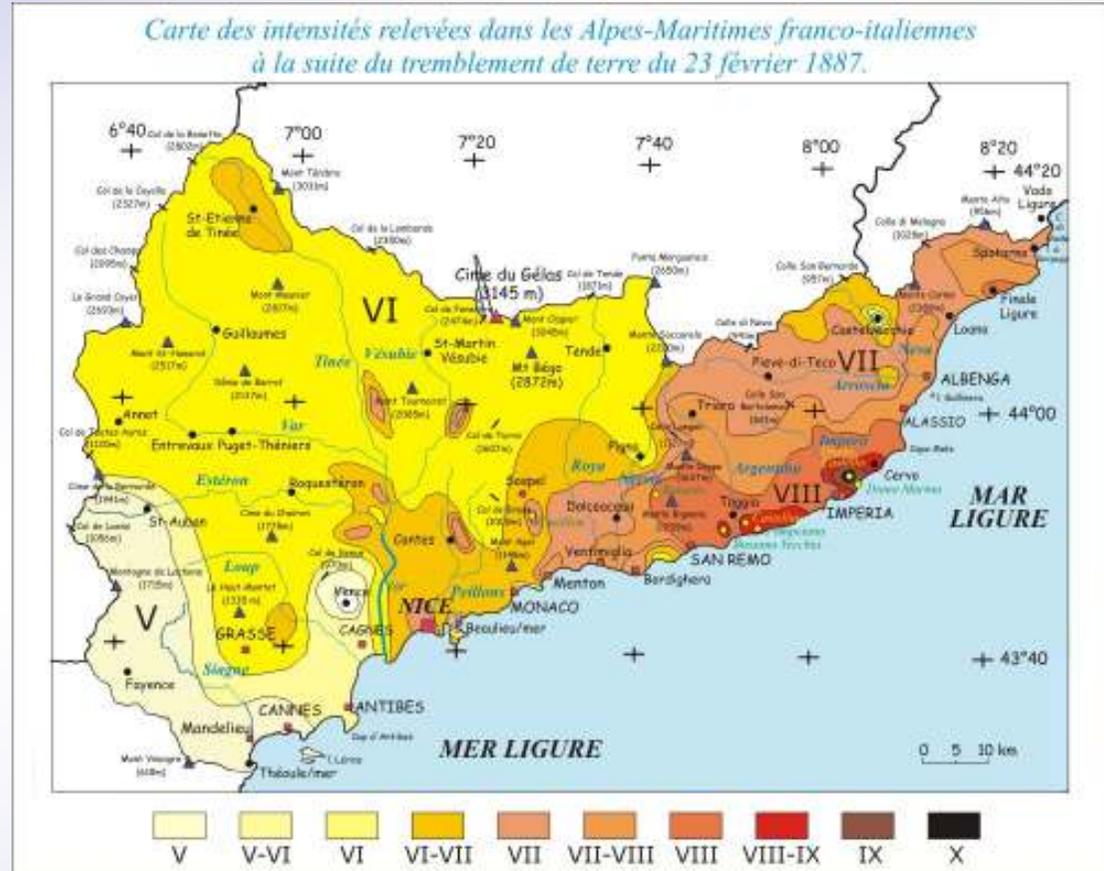


LES EFFETS DU SEISME LIGURE I



Un phénomène de **liquéfaction du sol** a été observé à Vado Ligure (nord-est de la carte). La liquéfaction du sol se produit au passage des ondes sismiques qui modifient la structure des sédiments. Ceux-ci se comportent alors un peu comme des sables mouvants.

En France, 10 morts et environ 60 blessés furent dénombrés. Les villes et villages les plus touchés furent Castillon (qui a du être abandonnée après le séisme), le Bar-sur-Loup, la Bollène-Vésubie, Menton et Nice.



LES EFFETS DU SEISME LIGURE II



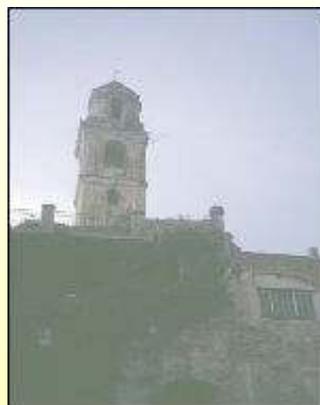
A Menton et Nice, des phénomènes de liquéfaction du sol furent aussi observés, provoquant des destructions près des rivières. Ce fut le cas à Menton dans le vallon du Careï, et à Nice dans le quartier de la gare et près des boulevards Gambetta et Victor Hugo.

Le séisme de 1887 semble être le seul en l'espace de 1000 ans à avoir entraîné des destructions dans la ville de Nice.





LA COTE D'AZUR SOUS SURVEILLANCE SISMIQUE



La localisation des séismes, l'analyse de la propagation des ondes et des « effets de site » sont des étapes fondamentales du travail de prévention.

Ce travail se base sur les enregistrements du mouvement du sol fournis par les réseaux sismologiques régionaux.



Les réseaux régionaux de surveillance et d'observation sismique

Les données provenant de quatre réseaux sismologiques permanents sont collectées par le laboratoire Géosciences Azur (CNRS/UNSA:UPMC:IRD) à Sophia-Antipolis. Ces réseaux sont financés par le CNRS, l'université de Nice, le conseil général des Alpes Maritimes, le conseil régional P.A.C.A. et le ministère de l'Équipement. D'autres réseaux sismologiques sont gérés par l'université de Grenoble (SISMALP), l'université de Genova (DISTER) ou le Commissariat à l'énergie atomique (LDG).

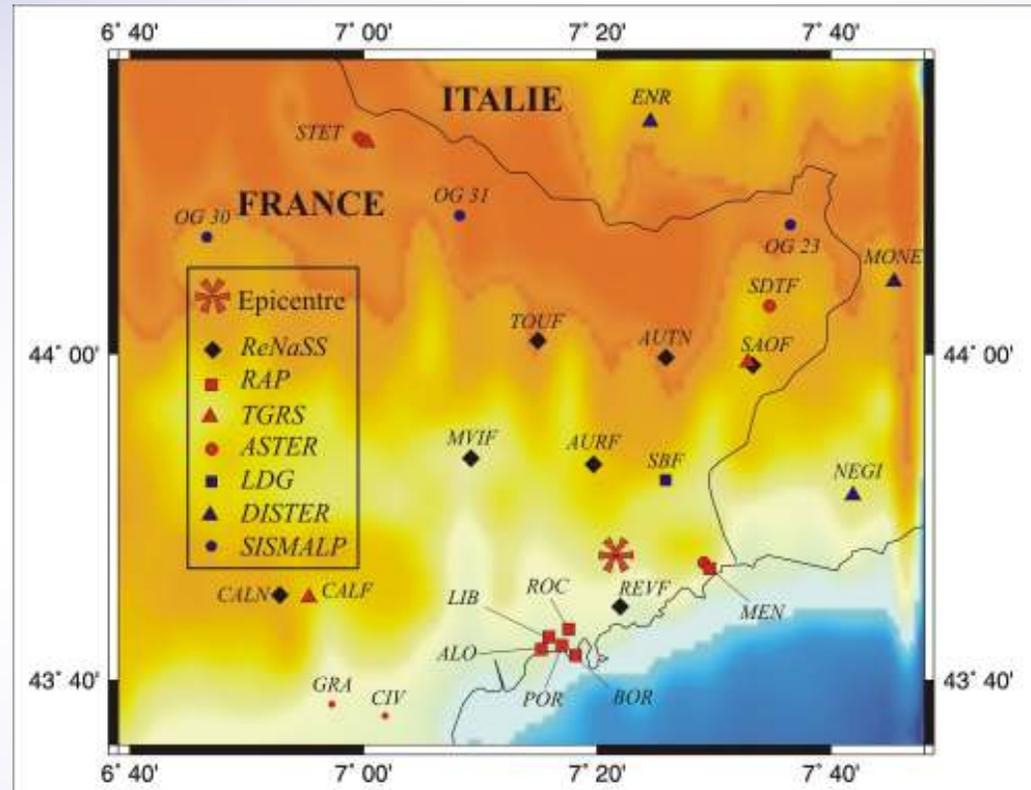
Capteurs sismiques de la station de St-Etienne-de-Tinée (réseau TGRS). Sur cette photo, le plus gros capteur mesure les mouvements du sol (sismomètre), le plus petit l'accélération du sol (accéléromètre).



UN RESEAU D'OBSERVATION

▲ LE RESEAU TGRS

Le réseau TGRS (Très Grande Résolution Sismologique) enregistre en continu, avec une grande sensibilité, le mouvement du sol en trois points des Alpes-Maritimes (Calern, Saorge, St-Etienne de Tinée). C'est un réseau de recherche qui permet, en particulier, de mieux connaître les structures profondes de la Terre sous les 3 stations.

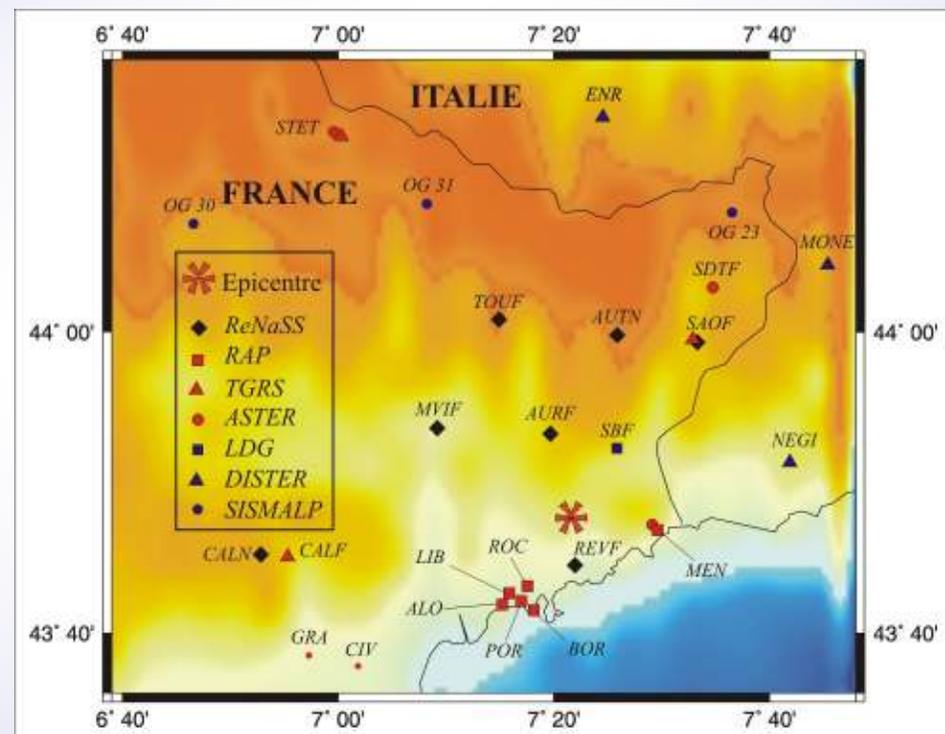


UN RESEAU D'ALERTE

◆ LE RESEAU RéNass

Le réseau RéNass (Réseau National de Surveillance Sismique) est une fédération de réseaux sismologiques régionaux. Dans la région niçoise, un ensemble de 7 stations est en fonctionnement depuis 1978.

Le réseau permet de suivre, presque en temps réel, l'activité sismique de la région avec une grande sensibilité et une bonne précision. En cas de séisme important, une alerte est lancée. Le centre national de Strasbourg informe alors les préfetures et les scientifiques concernés de la localisation et de la magnitude du séisme.

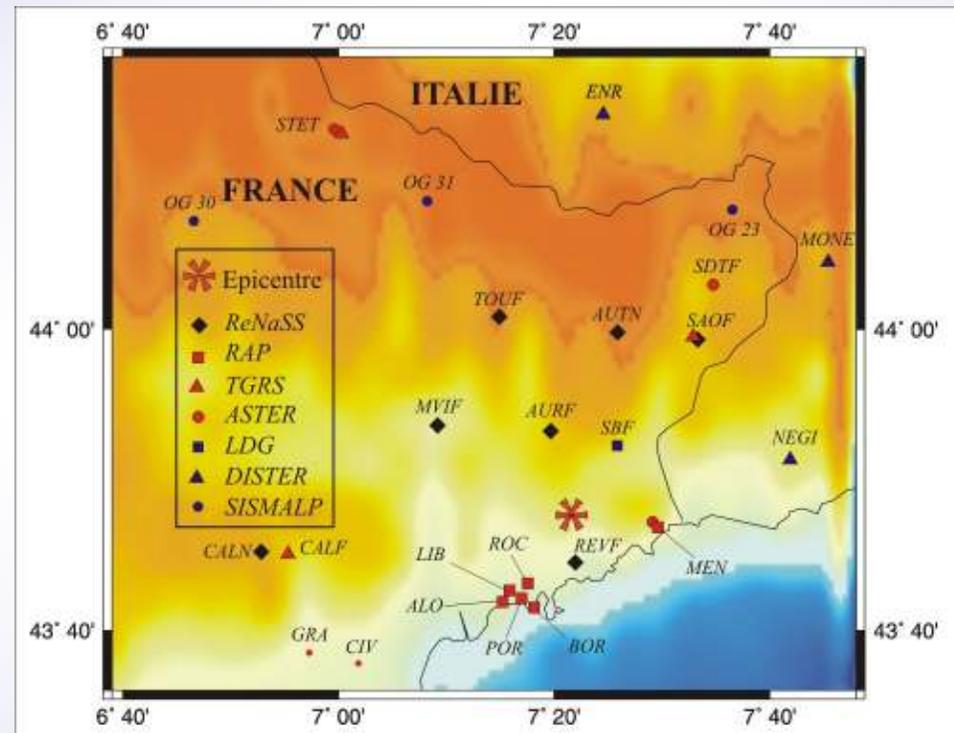


UN RESEAU POUR MOUVEMENT FORT



■ LE RESEAU RAP

Le réseau RAP (Réseau Accélérométrique Permanent ; Ministère de l'Équipement, CNRS et Universités) enregistre l'accélération du sol en fonction du temps lors de séismes importants (de magnitude supérieure à 3). Ces données permettent la quantification des effets de site. C'est un outil fondamental pour les études dans le domaine de la prévention sismique et de l'aménagement du territoire.

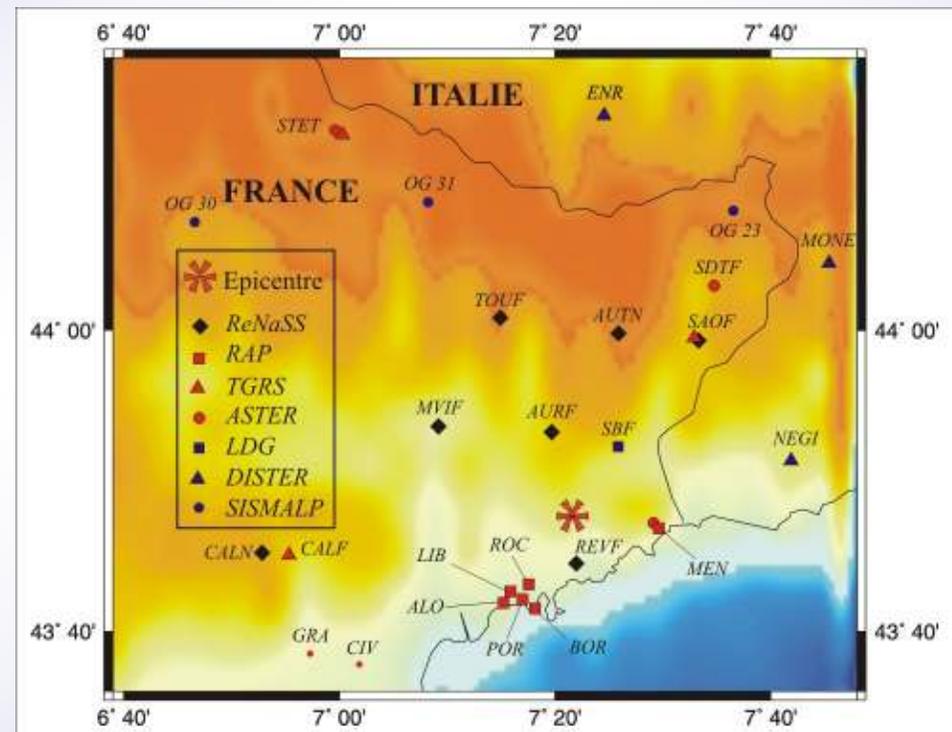


UN RESEAU POUR LA SENSIBILISATION

● RESEAU ASTER AZUR

Le réseau ASTER (ou sismo des écoles) est implanté dans un ensemble d'établissements scolaires où sont installés des sismomètres. Ce réseau vise à sensibiliser les écoliers au risque sismique, à alimenter une base de données sur les séismes et à promouvoir les activités scientifiques dans les écoles.

Dans les Alpes-Maritimes, six collèges participent au projet (Valbonne, St-Etienne de Tinée, St-Dalmas de Tende, St Jeannet, St Vallier, Nice).





Mise en place d'un OBS en mer Ligure.

L'OBSERVATION EN MER

Des campagnes sismologiques en mer sont régulièrement organisées afin de mieux localiser les séismes dans le Bassin Ligure. L'enregistrement des séismes en mer est réalisée grâce à des capteurs sous-marins appelés OBS (Ocean Bottom Seismometer).

Les OBS sont mis en œuvre par Géosciences Azur à l'Observatoire Océanologique de Villefranche/Mer.





L'utilisation des réseaux de surveillance sismique et d'observation sismologique

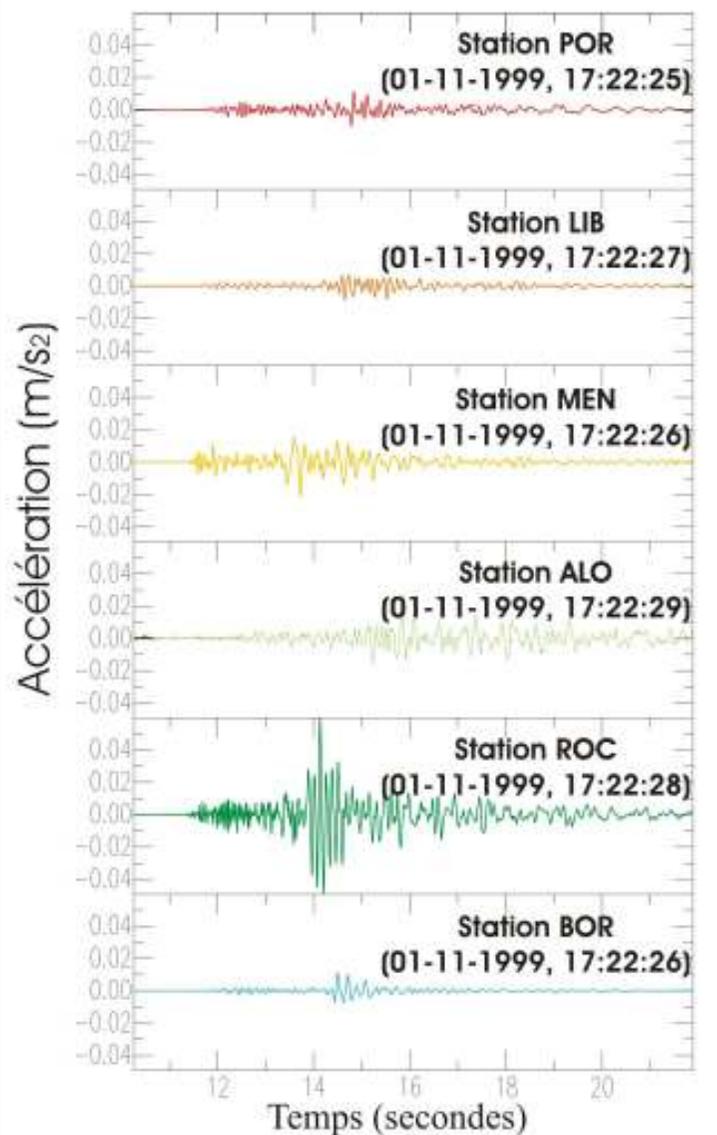
Application au séisme de Peille (01-11-1999, M = 3,3)

Le 1er novembre 1999, un séisme de **magnitude 3,3** a été enregistré par l'ensemble des stations sismologiques de l'arrière-pays niçois.

Les sismogrammes et les accélérogrammes ont été transmis par radio à Sophia-Antipolis.



La détermination des effets de site



Les accéléromètres du réseau RAP enregistrent la réponse du sol au passage des ondes sismiques dans différents quartiers de Nice et à Menton. Les données issues du séisme de Peille (tableau ci-dessus) sont en cours de traitement. L'objectif de ces études est de mieux prévoir, quartier par quartier, les effets de séismes plus importants.

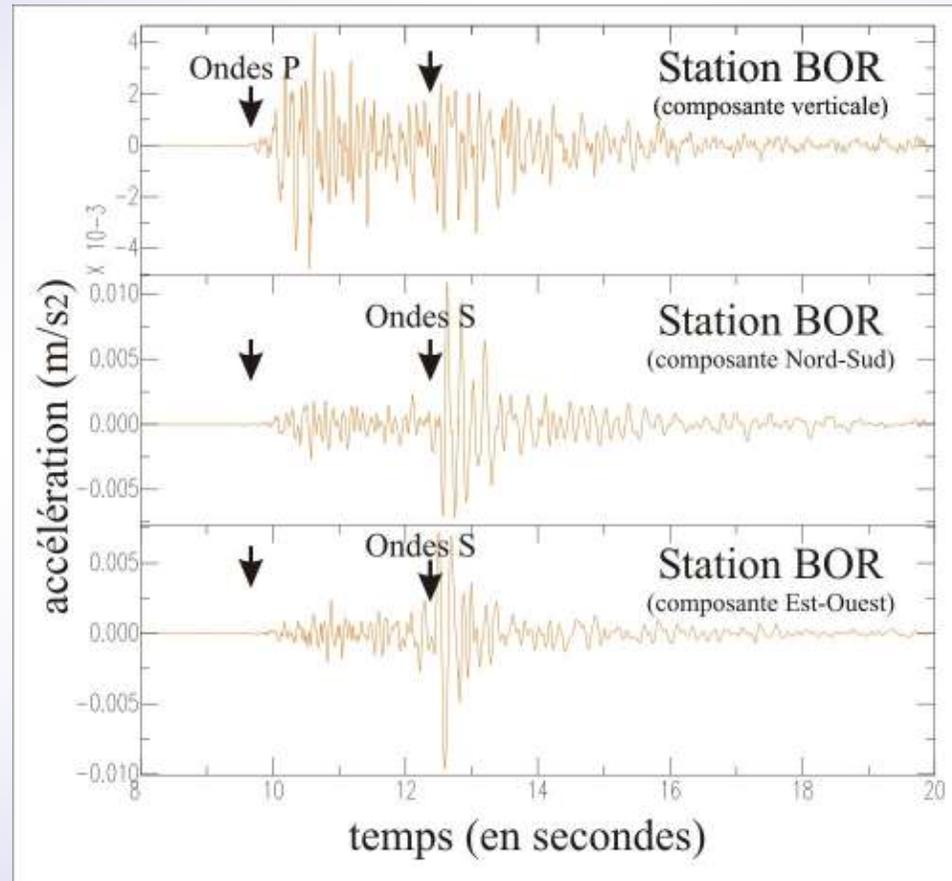
Composante Nord-Sud des accélérogrammes obtenus par les 6 stations du réseau RAP le 1er novembre 1999, à 17h22'. L'un des sites enregistré le séisme avec une plus forte amplitude que les autres (effet de site).

LA LOCALISATION DU SEISME

Parmi les nombreuses ondes sismiques enregistrées par les capteurs sismiques, les plus caractéristiques sont l'onde P, qui arrive en premier (la plus rapide), et l'onde S qui suit quelques secondes après.

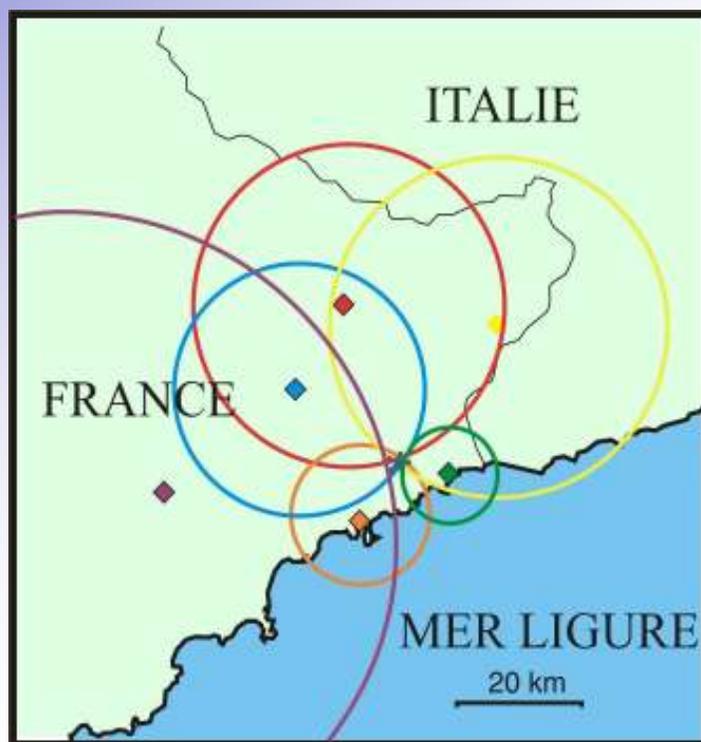
L'ébranlement se produisant en profondeur et se propageant vers la surface, l'onde P est bien repérée sur les composantes verticales du sismogramme et l'onde S sur les composantes horizontales (voir ci-contre la station BOR – Mont Boron).

La localisation du séisme

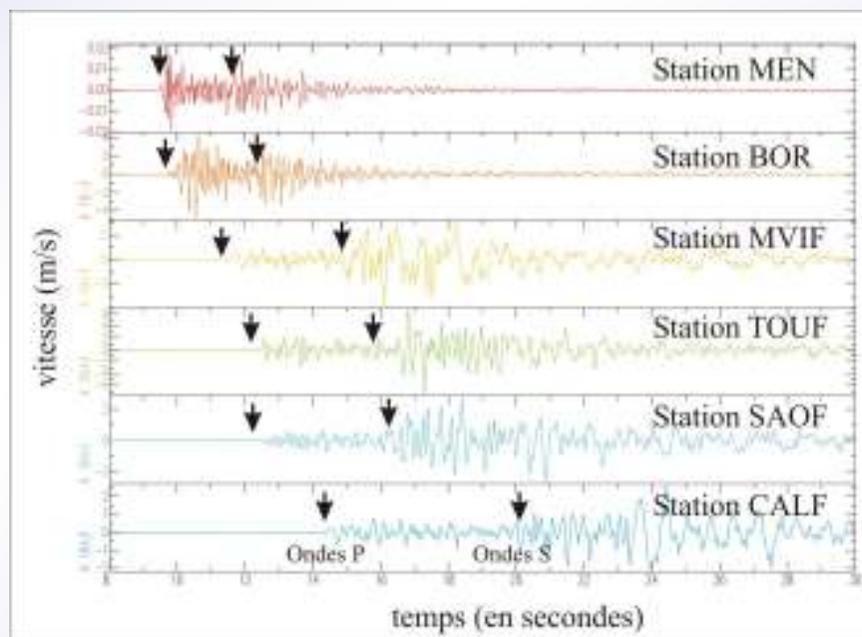


LE PRINCIPE DES ABAQUES

Pour chaque station, la différence de temps d'arrivée entre les ondes P et les ondes S ($T_s - T_p$) nous renseignent sur la distance entre cette station et le site du séisme.

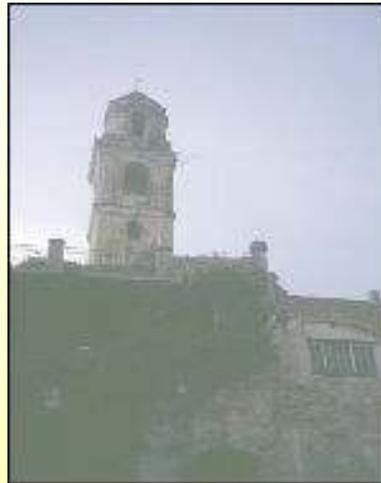


Composante verticale des sismogrammes relevés sur 6 stations de différents réseaux (RéNaSS : MVIE, TOUF; TGRS : SAOF, CALF; RAP : MEN, BOR) lors du séisme de Peille.



Localisation de l'épicentre du séisme de Peille (étoile). Les cercles de couleurs centrés sur une station représentent la distance station-séisme, obtenue à partir des différences de temps d'arrivée ($T_s - T_p$). Elles ont été mesurées pour 6 stations sismologiques (cercles). Les couleurs des cercles sont les mêmes que le site de la station et le sismogramme correspondant.

QUELS RISQUES DE TSUNAMIS SUR LA CÔTE D'AZUR ?



Dans les temps historiques, la Côte d'Azur a rarement été affectée par des raz-de-marée (tsunamis). A l'exception de l'événement de 1979 (vague associée à un glissement sous-marin près de l'aéroport), les dégâts furent d'ampleur limitée. Le risque de tsunami semble donc faible sur le littoral azuréen.

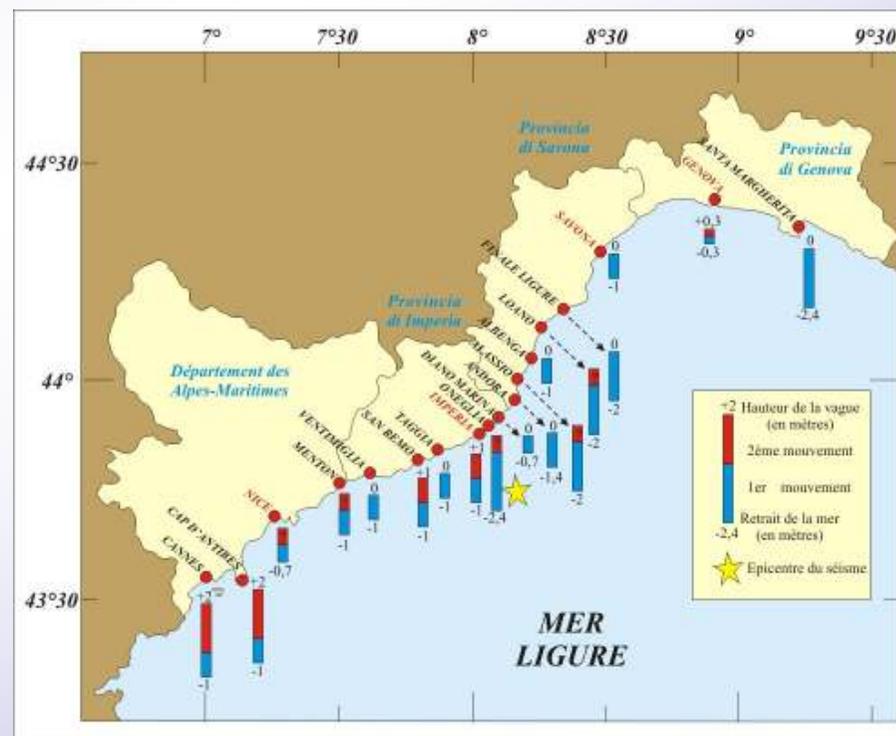
LE TSUNAMI



Les tsunamis, conséquences de séismes en mer

Des mouvements anormaux de la mer sur la côte ligurienne et le littoral azurien ont été observés après certains séismes historiques majeurs, comme ceux de 1564, 1818 et surtout 1887. Pour ce dernier séisme, les variations du niveau marin ont été reconstituées, à partir de témoignages, en 18 points du littoral des Alpes-Maritimes et de la Ligurie.

Les variations du niveau de la mer estimées sur 18 sites autour du Bassin Ligurien après le séisme du 23/02/1887.



L'EVALUATION DE LA VAGUE



Les variations absolues du niveau marin ont atteint 3 mètres à Antibes et à Cannes. Elles ont été moins importantes ailleurs. Le premier mouvement de la mer a été un retrait. Ce retrait a été observé à Gênes 24 minutes après le séisme, et à Nice 4 minutes plus tard. Il fut suivi d'une remontée du niveau de la mer plus ou moins importante selon les sites, mais sans vague déferlante.

Dans certains sites, comme à Loano et Imperia, l'abaissement du niveau de la mer est devenu permanent, tandis que des variations provisoires dans la largeur des plages ont été signalées le long de la côte entre San Remo et Imperia.

Ce raz-de-marée ne causa pas de dégâts importants ni de victime sur l'ensemble du littoral concerné. Or, le séisme responsable fut le plus violent des 1000 dernières années. Le risque d'un tsunami meurtrier sur le littoral azuréen est donc faible.

Il reste qu'un déferlement de la vague provoquée par un séisme est toujours possible.

LE GLISSEMENT DE 1979 I

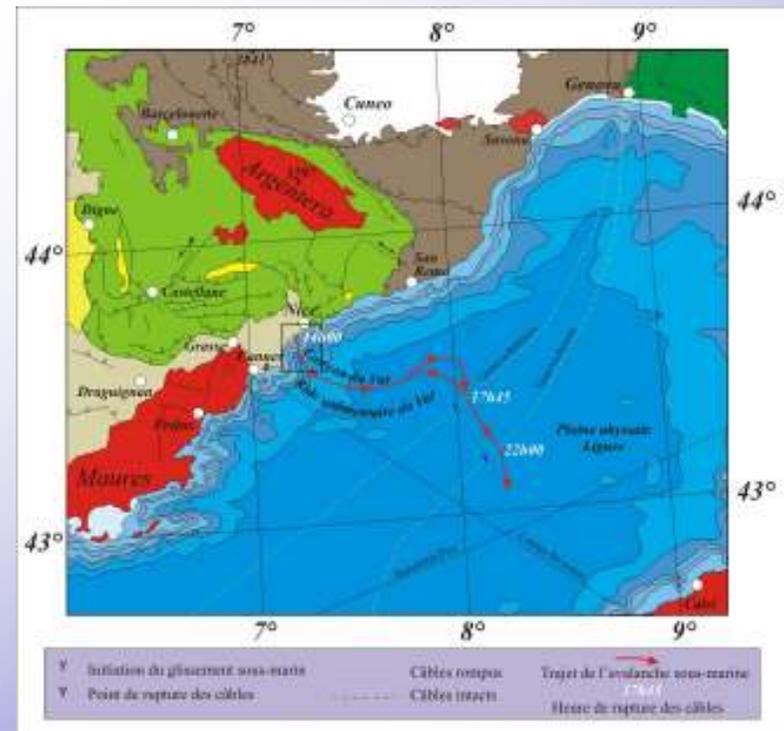
Les tsunamis, conséquences de glissements sous-marin : le glissement sous-marin de l'aéroport de Nice (1979)



Le 16 octobre 1979, à 13h54, la mer se retire brusquement de plusieurs mètres sur une portion de côte de 60 km environ, entre Cannes et Menton. Ce retrait est suivi à 13h58 par l'effondrement sous la mer d'une partie du chantier du nouveau port de Nice, emportant les personnes présentes au moment de l'accident et le matériel situé sur la digue en construction.

A 14h02, le niveau de la mer remonte et provoque des dégâts, notamment à Antibes. La vague la plus importante dépasse 3m de hauteur au port de la Salis, à 2km au sud d'Antibes. Ce n'est qu'à minuit que le niveau de la mer redevient normal.

Carte montrant le trajet suivi par le glissement sous-marin du 16 octobre 1979, qui mobilisa au total 100 millions de m³ de sédiments le long de son parcours. Ce matériel, en glissant vers la plaine abyssale, suivit le trajet du canyon du Var et provoqua la rupture de deux câbles de téléphones sous-marins.



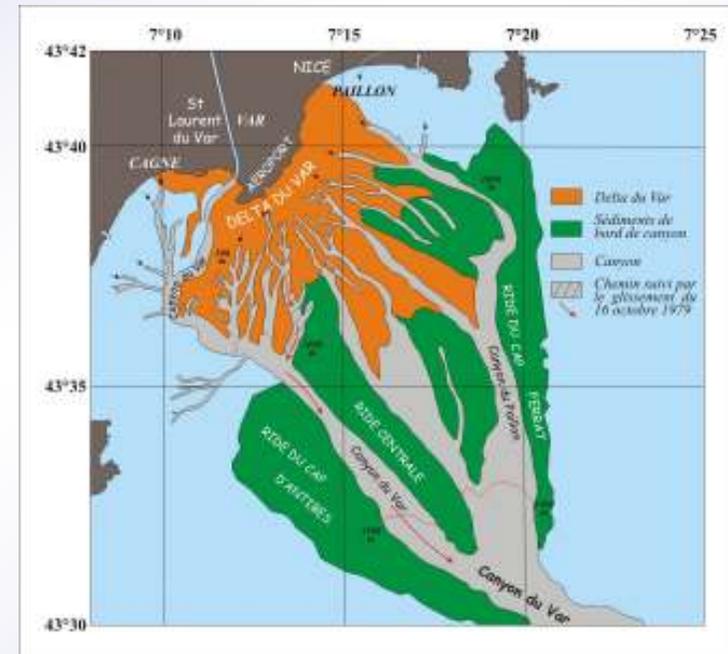
LE GLISSEMENT DE 1979 II

QUE S'EST-IL PASSE ?



Au large de l'aéroport, la plate-forme sous-marine est constituée, entre 5 et 20 m de profondeur, d'une accumulation de sédiments apportés par le Var (en orange sur la carte). Ces sédiments, peu consolidés (vases, sables), sont entaillés par plusieurs ravins (en gris) qui rejoignent le **canyon sous-marin du Var** vers 1000 mètres de profondeur.

Carte de la répartition des sédiments (delta sous-marin du Var et rides sédimentaires associées) et des canyons sous-marins au large de l'aéroport de Nice.



Le 16 octobre, à quelques dizaines de mètres du rivage, un **glissement sous-marin** mobilisa ces sédiments meubles sur une épaisseur d'environ 50 m. Aujourd'hui, on considère que l'effondrement initial concerna environ 10 millions de m³. Il provoqua un abaissement local de 3 m du niveau de la mer. L'émergence qui en résulta entraîna la déstabilisation de la partie la moins profonde de la plate-forme et la rupture de la digue en construction.



UN TEL PHENOMENE PEUT-IL SE REPRODUIRE ?

Oui, mais il n'est pas fréquent. Un raz-de-marée, probablement associé à un glissement sous-marin, a été observé le 25 janvier 1576. Plusieurs galères s'écrasèrent alors sur les rochers de Villefranche et de Monaco tandis que la mer s'engouffrait dans la cité même de Villefranche.

Aujourd'hui, ce risque est évolué par des études en mer (surveillance au large de l'aéroport, inventaire des zones sédimentaires instables) et en laboratoire (modélisation analogique et numérique des glissements sous-marins et des tsunamis associés).



Réalisation scientifique

Laurent Olivier (Post-doctorant à Géosciences Azur)

Gilbert Boillot (Professeur Université Pierre et Marie Curie, Paris)

Mise en forme graphique

Véronique Pisot (Infographiste Université de Nice-Sophia Antipolis)

Aide scientifique

Jean Virieux (Professeur Université de Nice-Sophia Antipolis)

CREDITS PHOTOGRAPHIQUES

- Images de Kobe et d'Indonésie : NOAA – site web <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/fliers/se-0801.shtml#eqslides>; Cliché du Monts-St-Michel : site web désactivé; Cliché des falaises d'Etretat : site web <http://www.etretat.com>; Cliché de Pillow-lavas : NOAA photo library – site web <http://www.photolib.noaa.gov>; Cliché de Péridotite : ODP.Tamu.edu; Cliché du Mercantour : Olivier Sardou, Géosciences Azur – site web <http://www.photolib.noaa.gov>; Carte du Bassin Ligure : Jacques Déverchère, Géosciences Azur; Clichés du Mont-St Hélens : USGS-Cascades Volcano Observatory – site web <http://www.photolib.noaa.gov>; Carte du Bassin Ligure : Jacques Déverchère, Géosciences Azur; Photos satellites du Rift Est-Africain et de la Mer Rouge : NASA Photo Gallery; Coupe et carte du Bassin Ligure : Nadège Rollet, Géosciences Azur; Carte en relief de la Terre : NOAA – site web <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/topo/globe.shtml>; Photo satellite d'Izmit : EURIMAGE – site web fourni par Nicole Béthoux, Géosciences Azur; Clichés de la Cypress Highway : USGS – site web <http://wrgis.wr.usgs.gov>; Cliché du Nord –Chili : Tony Monfret, Géosciences Azur; Cliché d'El-Asnam : fourni par Nicole Béthoux, Géosciences Azur. Clichés de la cypress Highway : USGS – site web <http://wrgis.wr.usgs.gov>; Clichés de Bañardo : Olivier Laurent, Géosciences Azur; Cliché de Santorin : site web <http://www.geo.aau.dk/palstrat/tom>; Gravure de Lisbonne : Earthquake engineering Earthquake Center, University of California, Berkeley – site web <http://www.eerc.berkeley.edu/kozak>; Clichés de tsunami à Hawaï : NOAA – site web <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/fliers/se-0801.shtml#eqslides>. Schéma GPS, cliché d'un GPS et carte de Californie du Sud : Eric Calais, Géosciences Azur; Données GPS (station WIDC) : Southern California Intergrating GPS Network – site web <http://www-social.wr.usgs.gov/scign/Analysis>; Cliché de Nouvelle-Zélande : I.G.N.S. – Nouvelle Zélande; Cliché du Mont Huesti : Olivier Laurent, Géosciences Azur; Cliché du Canada : Commission Géologique du Canada – site web http://sts.gsc.rucan.ca/tsdsvr/landf_new.asp; Carte d'Alexandrie : Fondation HILTI – site web <http://www.hilti.com/foundation/images/961.jpg>; Catres de L'Europe et des Alpes : Eric Calais, Géosciences Azur; Carte des séismes en PACA : Laboratoire de Géodynamique (LDG); Schéma structural des Alpes-Maritimes : Christophe Larroque, Géosciences Azur; Cliché des concrétions : Eric Gilli, Centre d'Etudes du Karst; Clichés de Diano Marina et Menton : André Laurenti; Cliché des capteurs sismique : Jean Virieux, Géosciences Azur; Cliché d'un OBS : Jacques Deverchère, Géosciences Azur; Carte de localisation des stations : Christophe Larroque, Géosciences Azur; Sismogrammes et accélérogrammes : Françoise Courboux, Géosciences Azur; Clichés de Données marégraphiques : The Global Sea Level Observing System – Site web <http://www.pol.ac.uk/psmsl/gloss.info.html>; Données Topex-Poseidon : CNES – site web http://sirius-ci.cst.cnes.fr:8090/HTML/information/frames/news/image_du_moisfr.html; Données de température : Climatic Research Unit – site web <http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/research/wwfscenarios.html>; Données de gaz carbonique : Carbon Dioxide Information Analyse Center – site web <http://www.cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>; Gravure du Glacier d'Argentière : fourni par Olivia Lesne, Géosciences Azur; Cliché du glacier d'Argentières : Madame Fiagro, N°17113, 21/08/1999 – Clichés des puits de pétrole du Koweït : Pentagon – site web <http://web.patcafe.b.net/Pentagon/1012/leaf9.html>; Image satellite d'Utique : NASA Photo Gallery; Cliché de la digue d'Asfsluitdijk : site web <http://www.drf.nl/images/diversen>; Clichés de Biarritz et de la plage de Nice : Andrée Dagome, laboratoire ESPACE; Cliché de la côte des Basques : site web désactivé; Cliché de la Falaise Aval : site web <http://www.earthshots.com>; Clichés des îles barrières : USGS – site web <http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/research/wwfscenarios.html>; Cliché de Tuvalu : site web <http://members.xoom.com/XMCM/tuvaluonline/ww2-index.htm>; Cliché de la Grande Motte : Andrée Dagorne, laboratoire ESPACE; Cartes du champ d'inondation de la Siagne et du PPR de la commune de Mandelieu : fournis par Andrée Dagorne, laboratoire ESPACE.