



Sismolog

Analyse de sismogrammes et tectonique des plaques

Démarrer avec le logiciel	Traitements courants	Questions pratiques	Aller plus loin
<ul style="list-style-type: none">• Installation, configuration• Exécution	<ul style="list-style-type: none">• Cartographie• Télécharger des traces• Analyser des traces• Structure interne du globe	<ul style="list-style-type: none">• Fonction Zoom• Réglages des préférences	<ul style="list-style-type: none">• Vues en 3D• Faire des coupes• Hodochrones

Démarrer avec le logiciel

- **Installation, configuration**

Sismolog est un logiciel édité par la maison Chrysis, disponible dans sa dernière version sous Windows sur support CD-Rom.

- Sismolog Senior est disponible en version monoposte (145 €) ou version établissement (303 €), (75 € et 151 € pour les mises à jour des versions sousDOS)
- Sismolog Junior est une version allégée à destination des collègues
- Références : Langage et Informatique Tél: 05.61.15.53.15

8 avenue Edouard Serres B.P.11
31771 COLOMIERS CEDEX

Fax : 05.61.15.50.87
www.chrysis.com/langage.htm
langageinfo@compuserve.com



Installer Sismolog sur votre disque dur

La procédure d'installation se fait automatiquement à partir du CD-Rom.

L'ensemble du programme étant recopié sur le disque dur, le CD-Rom n'est plus nécessaire pour l'exécution du logiciel, mais cela nécessite une place importante (350 Mo minimum).

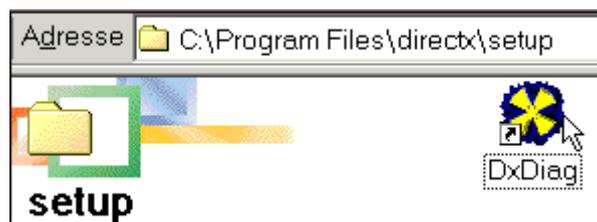
L'installation sur serveur est possible, une disquette de configuration des postes clients est fournie.



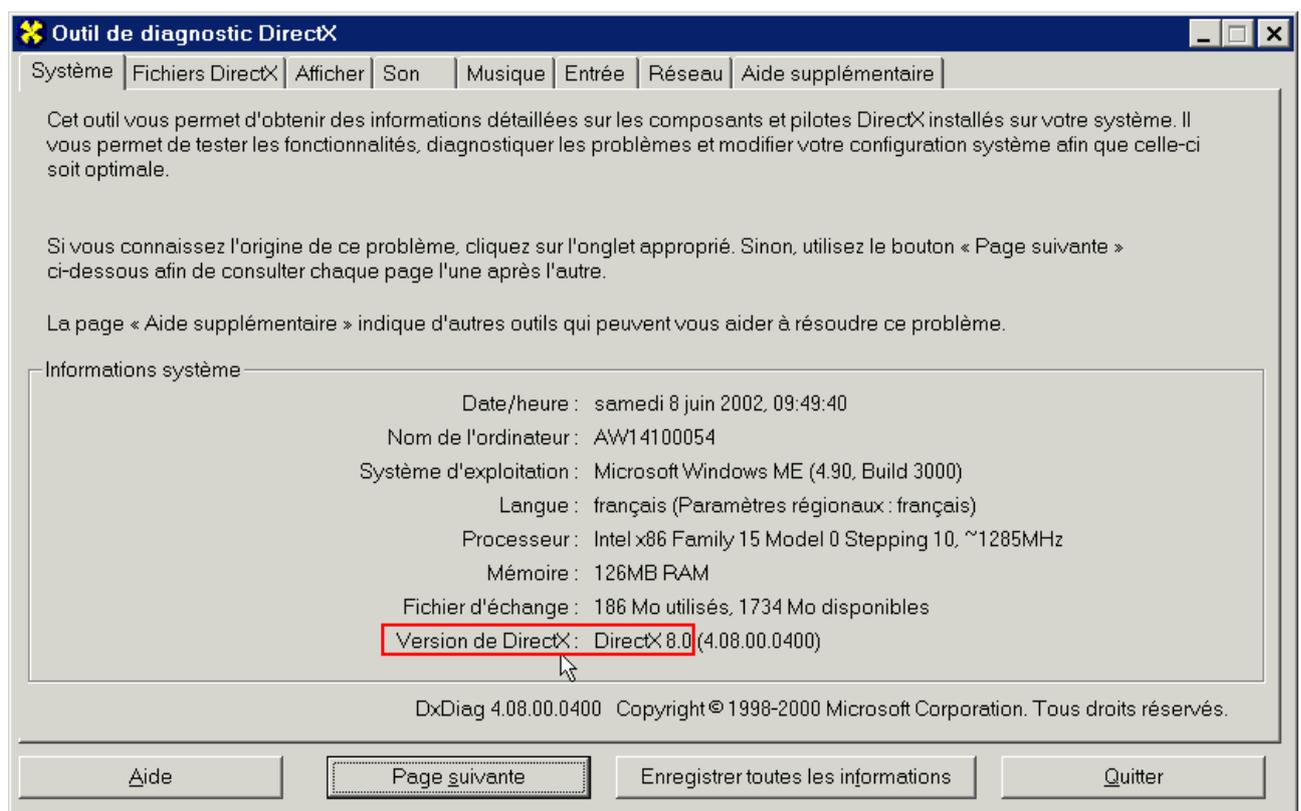
Installation de DirectX

A la fin de la procédure il est proposé d'installer le programme de gestion d'affichage des images vidéo **DirectX 7**. Cette version, ou supérieure, est indispensable pour obtenir les vues 3D.

Pour vérifier votre version DirectX, ouvrir l'explorateur Windows et aller dans le répertoire "Program Files" - "directx" - "setup" et ouvrir le fichier DxDiag :



On obtient alors l'affichage suivant indiquant entre autres la version de DirectX :





Configuration requise

La configuration minimale exige Pentium II 300 MHz

Mémoire vive de 64 Mo

Espace disque dur de 350 Mo minimum

Environnement Windows 95 minimum

DirectX version 7 minimum

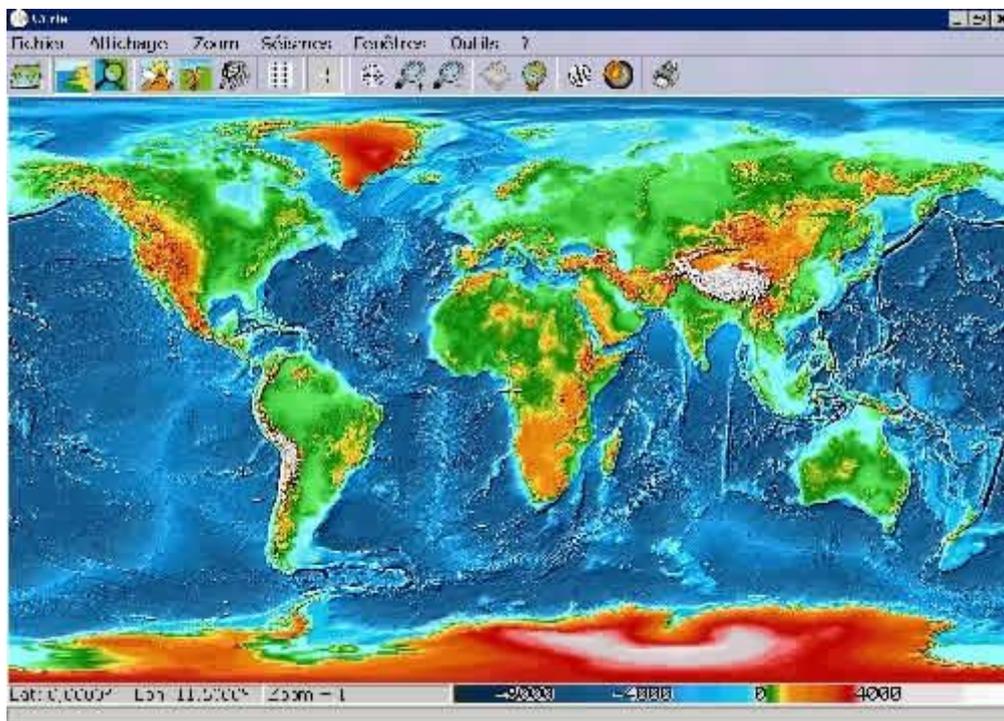
En fait, Sismolog ne fonctionnera correctement qu'avec des machines puissantes, à défaut de quoi l'affichage et la manipulation des images (3D en particulier : carte vidéo avec 8 Mo de RAM minimum) seront très lents et peu efficaces.

- **Exécution**

Sismolog peut être démarré à partir de son icône de raccourci



Après chargement des données, agrandir en plein écran le premier affichage présenté :
LA CARTE MONDIALE, avec la barre de l'ensemble des menus.



Trois modes de travail directement accessibles à partir des icônes de la barre de menus :

- **Mode Cartographie** : à partir de la carte mondiale
- **Mode de séismes** : étude de séismes à partir de la banque de données
- **Mode Terre** : représentation interne de la Terre



Traitements courants

- **Cartographie**

Paramètres d'affichage :

> Le menu "Affichage" offre de nombreuses possibilités : Limites des plaques tectoniques, contours des continents ou des pays, fleuves, principales villes.

> Les stations d'enregistrement des séismes  sont toutes situées dans les Alpes françaises et la Corse.

> On peut obtenir une carte très simple, rendant plus lisible certaines indications, en décochant l'option "Accentuer le relief", puis en décochant l'option "En couleurs" ou l'icône  (océans en bleu et continents en vert).

> Deux autres options présentent un intérêt particulier :

"Palettes" modifie les couleurs de l'échelle d'altitude. La dernière palette fait particulièrement bien ressortir les reliefs sous-marins : chaîne dorsale, plateau continental.



"Vue satellite" donne une image très réaliste des continents vus de l'espace :

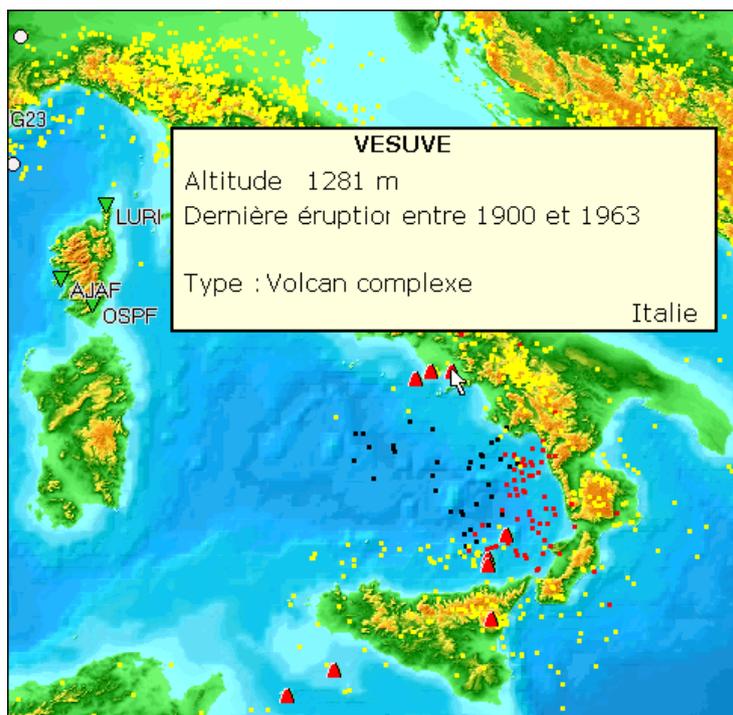


Affichage des volcans

La commande active ou désactive alternativement l'affichage  des volcans actifs depuis moins de 10.000 ans (Holocène).



Cette commande permet l'affichage automatique d'informations quand la souris pointe l'objet affiché : volcan, séisme de la base de donnée, station d'enregistrement. On peut obtenir la commande d'information, même désactivée, par un clic droit sur l'objet.





Affichage des séismes

La commande active ou désactive alternativement l'affichage de la sismicité mondiale de 1980 à 1997.

Le menu "Séismes" offre plusieurs options :

■ "Dessiner les magnitudes" transforme les points en cercles de diamètres proportionnels à la magnitude (l'option est inactive si "Dessiner les séismes" n'est pas coché).

■ "Magnitude" permet de limiter les séismes de magnitudes égales et supérieures à la valeur choisie.

■ "Profondeur" permet la sélection



des séismes superficiels (0 à 70 km) affichés en points jaunes



des séismes intermédiaires (70 à 300 km) affichés en points rouges



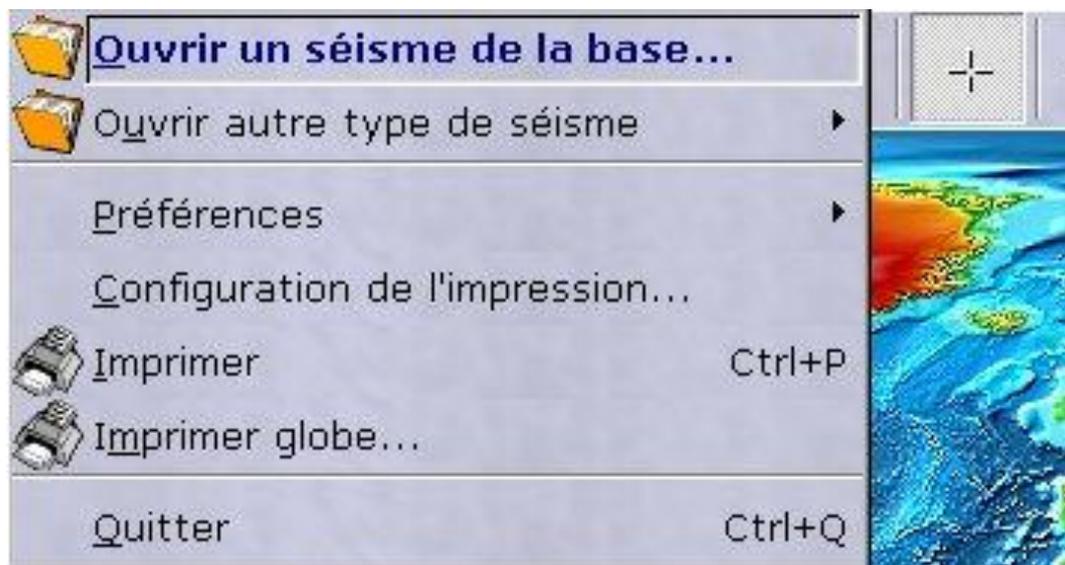
des séismes profonds (300 à 800 km) affichés en points noirs

> "Base de données" affiche par  les séismes présents dans la base de données

• Analyser des traces

Analyse d'un sismogramme

Ouvrir un séisme

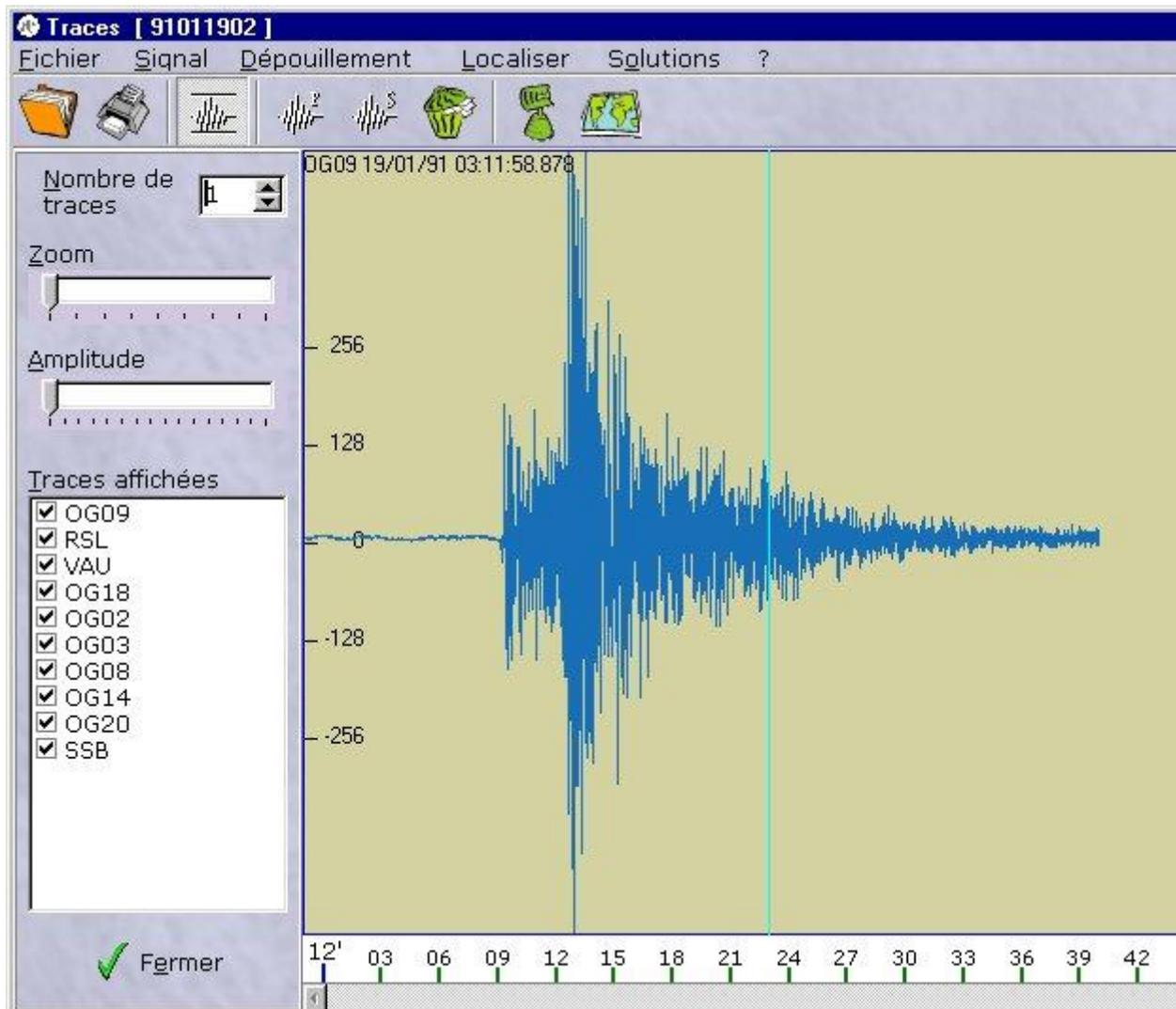


Détermination des ondes P et S

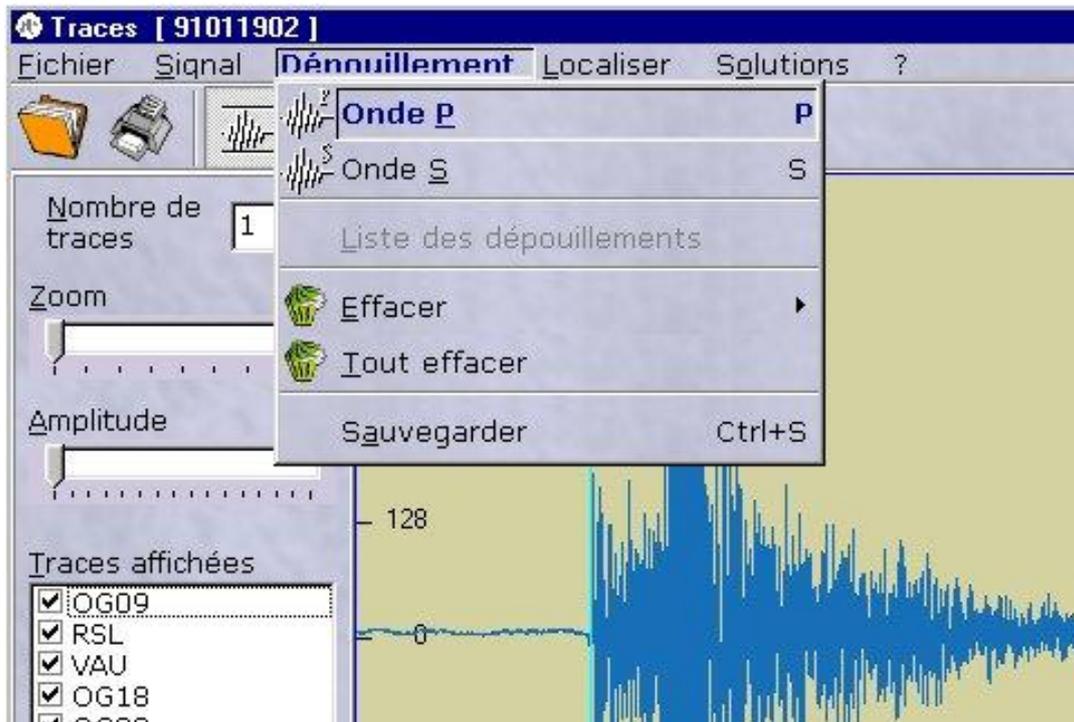
Choisir par exemple le séisme du 19/01/91

Station (OGO9) :

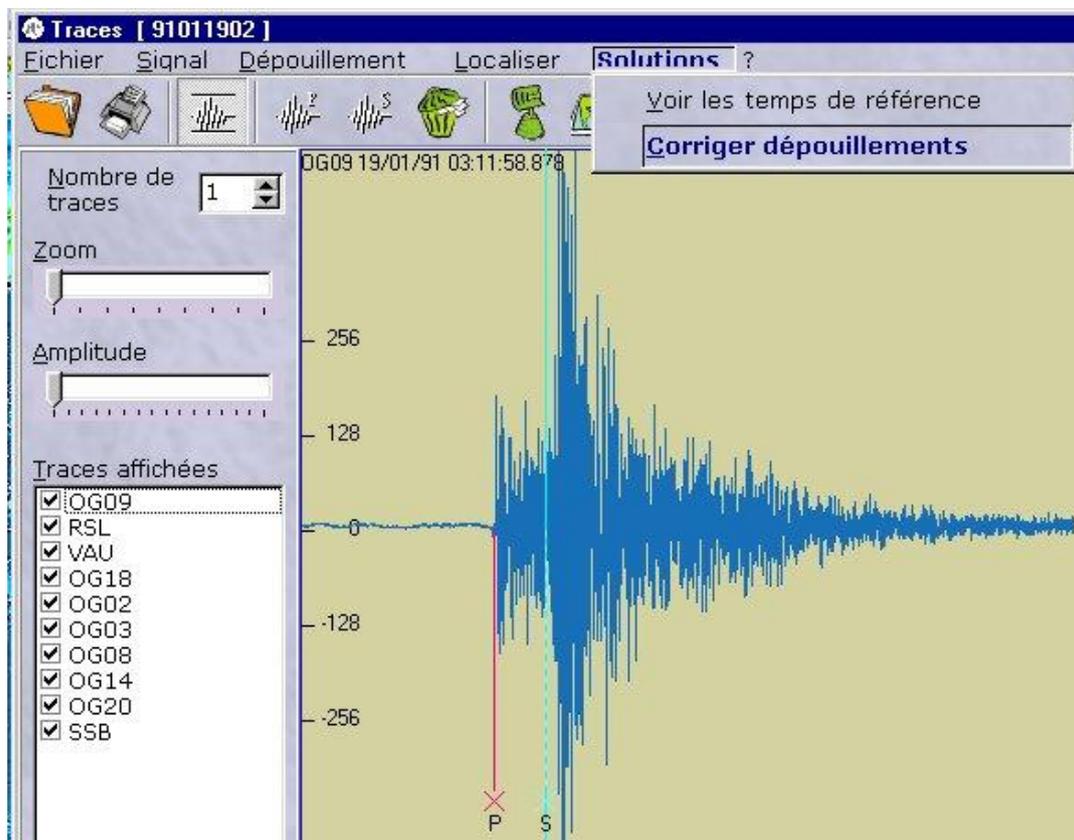
- ⇒ Il est possible d'identifier les divers "trains" d'ondes P (ondes premières), ondes S (ondes secondes), bruit de fond.



Déplacer le curseur bleu puis faire dépouillement onde P ou

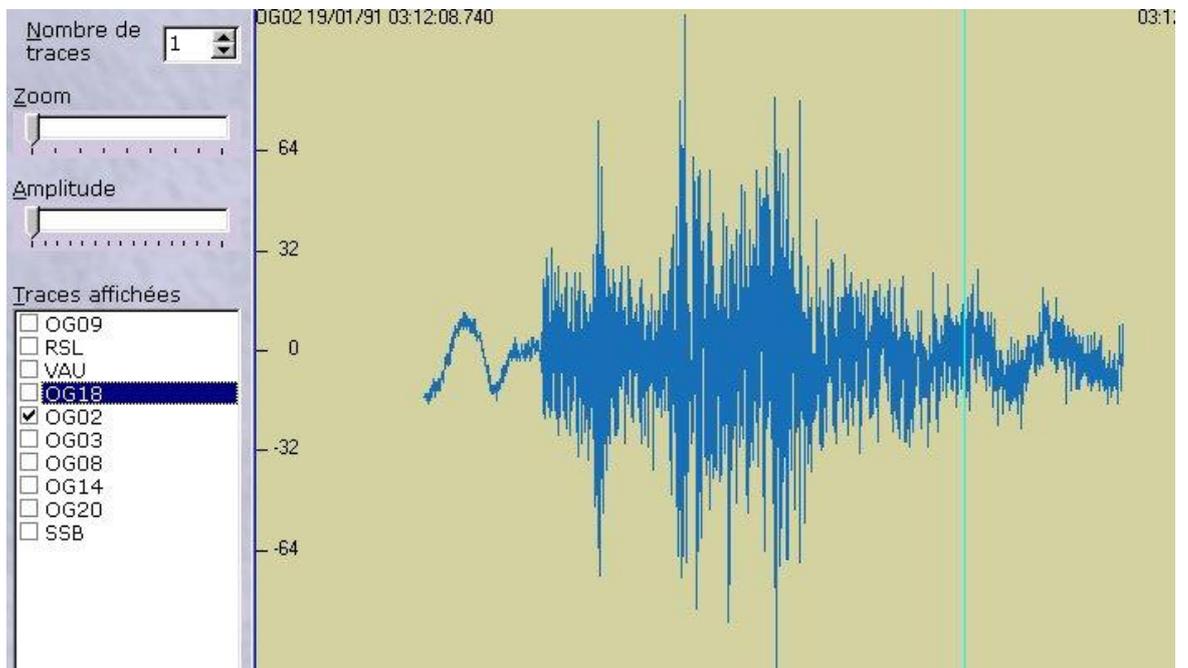


Il est possible de vérifier les dépouillements par "voir les temps de références", ces temps qui s'affichent au-dessus de vos déterminations ou "corriger dépouillement" qui modifie alors vos déterminations.

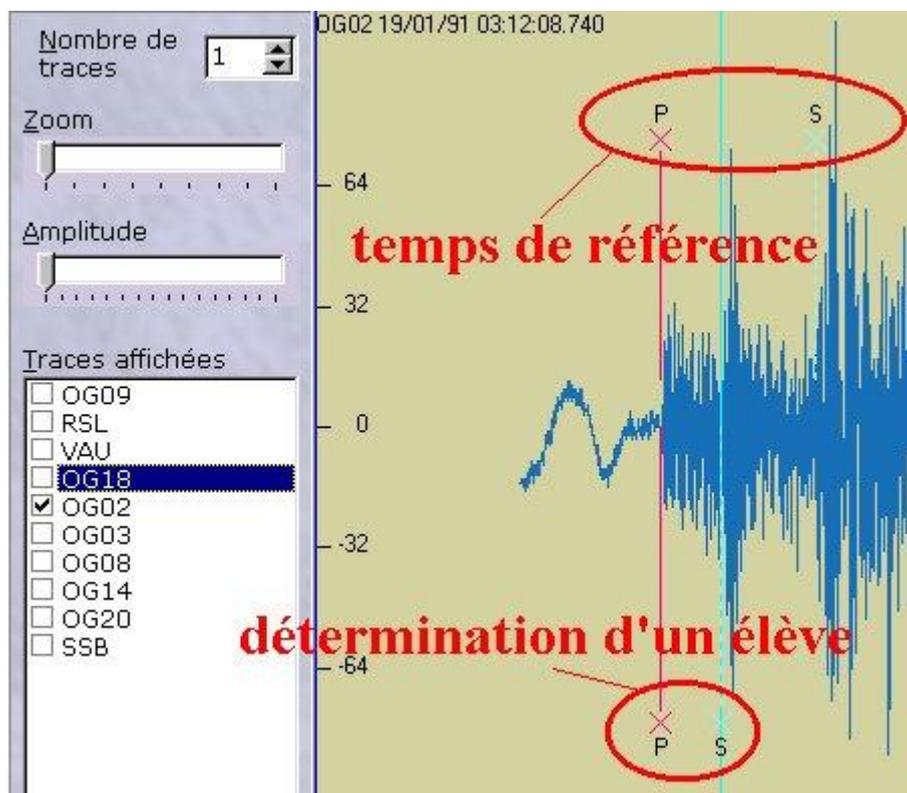


Détermination d'ondes P indirectes

Stations (OG02) :



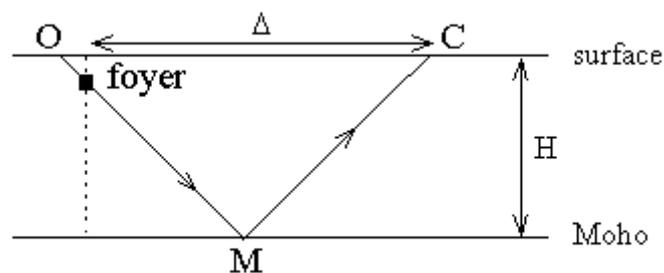
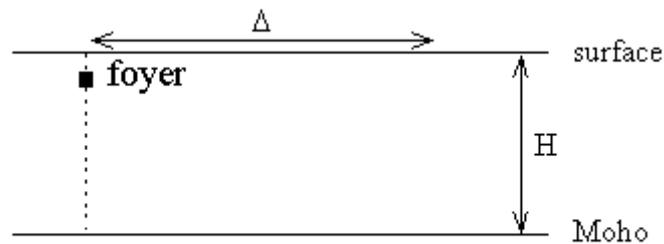
A partir de cet enregistrement faire déterminer aux élèves l'arrivée des ondes P et l'arrivée des S, puis faire corriger par le logiciel "voir temps de référence". Il y a trois arrivées de train d'ondes :



Le second train d'ondes correspond non à des ondes S mais à des ondes P "indirectes" qui se sont réfléchies sur la discontinuité croûte manteau.

Sur un schéma tel que celui ci-dessous, faire représenter le trajet suivi par les ondes P et P réfléchies (sachant que la propagation des ondes sismiques est comparable à la propagation des ondes lumineuses). En supposant la vitesse des ondes P connue et constante dans la croûte, il est possible de faire calculer l'épaisseur de la croûte dans la région du séisme.

(OGO2) est située respectivement à : 63,3 Km de l'épicentre.



- Télécharger des traces

Voici un exemple en image de la récupération et de l'ouverture d'un évènement qui n'est pas dans la banque de données de Sismolog

- Choisir une banque de données accessible par Internet par exemple Renass : <http://renass.u-strasbg.fr/>



Puis :

- Premièrement choisir "derniers séismes localisés"
- Deuxièmement demander le moteur de recherche

DERNIERS SEISMES ENREGISTRES PAR LI

Vous avez ressenti un séisme ?
 Moteur de recherche
 Données FTP

Date	Heure	Origine (TU)	Lat	Long	Prof	Mag	Lo
20040331	16:15:15.00		43.14 N	0.66 W	2	2.1	EN
20040331	16:56:37.17		42.48 N	1.97 E	2	2.3	SS
20040401	21:27:12.80	(SURF)					PA
20040402	03:37:10.36		44.44 N	6.81 E	5	1.9	EN
20040402	09:00:17.54		43.12 N	1.57 W	10	2.2	SS

- Puis faire votre demande dans le moteur de recherche, le plus important est de faire une demande précise sur le lieu géographique, (France métropolitaine, corse, monde) puis dans le temps.

Sélection des critères de recherche

Choix de la région : France métropolitaine

Choix de la banque : [ReNaSS] Courte Période

Date initiale : 30 Mars 2004 Heure initiale : 00 : 00

Date finale : 2 Avril 2004 Heure finale : 23 : 59

Latitude : 42.0 à 51.0 Longitude : -6.0 à 10.0 Profondeur : 0 à 6500

Magnitude : 0 à 10 Type de magnitude : ALL

Réseaux Sismologiques : ALL Liste de Stations Sismologiques : *

LANCER REQUETE
Retour aux valeurs initiales

- Les résultats de la requête s'affiche, noter qu'il est possible d'avoir un dépouillement des ondes P a l'extrémité du tableau :

1 STATION(S) : *

- Page n°1/1 -

N°	Selection	Sismogramme	Date/Heure	Localisation	Latitude	Longitude	Profondeur (km)	Magnitude	Fichier depouillement
1.	<input checked="" type="checkbox"/>		30/03/2004 08:48	ENE BARCELONNETTE (04)	44.43°	6.80°	5	2.2 MI	GLOB200403300848
2.	<input type="checkbox"/>		31/03/2004 06:48	W SAINT-DIE(88)	48.33°	6.66°	10	2.3 MI	FOSR200403310648
3.	<input type="checkbox"/>		31/03/2004 08:12	WNW SAINT-DIE (88)	48.34°	6.68°	10	2.6 MI	FOSR200403310812

- Sélectionner l'enregistrement qui vous convient
- Enfin au-dessus du tableau de résultats cliquer sur Recup Data, noter le format dans lequel il va vous être donné.

Format des données :

- Données format ReNaSS
- Données au format **GSE2.0 CM6**
- Données au format SAC
 - Little Endian (INTEL)
 - Big Endian (SUN, HP)

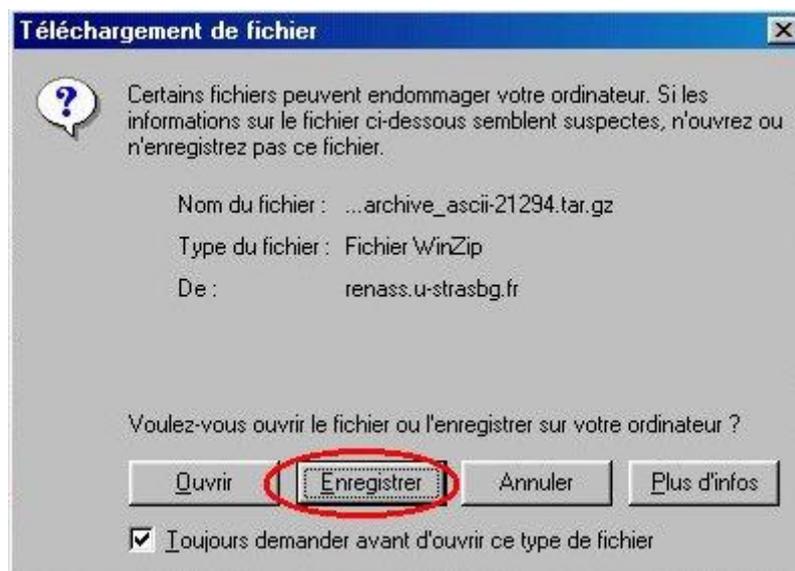
Tout sélectionner
 Tout désélectionner
Recup Data

1 STATION(S) : *

- Page n°1/1 -

N°	Selection	Sismogramme	Date/Heure	Localisation	Latitude	Longitude	Profondeur (km)	Magnitude	Fichier depouille
1.	<input checked="" type="checkbox"/>		30/03/2004 08:48	ENE BARCELONNETTE (04)	44.43°	6.80°	5	2.2 Ml	GLOB200403300

Télécharger



Les fichiers sont compressés il vous faudra les enregistrer et les décompresser dans un fichier bien déterminé, par exemple dans le fichier séismes



Puis dans Sismolog choisir fichier, ouvrir un autre type de séisme, et sélectionner le format dans lequel vous avez enregistré votre évènement (dans l'exemple Gse), puis rechercher le fichier dans lequel vous avez récupéré puis extrait votre fichier.



Avec la commande enregistrer vous pouvez sauvegarder sous n'importe quel format de fichier excepté au format (Seed)

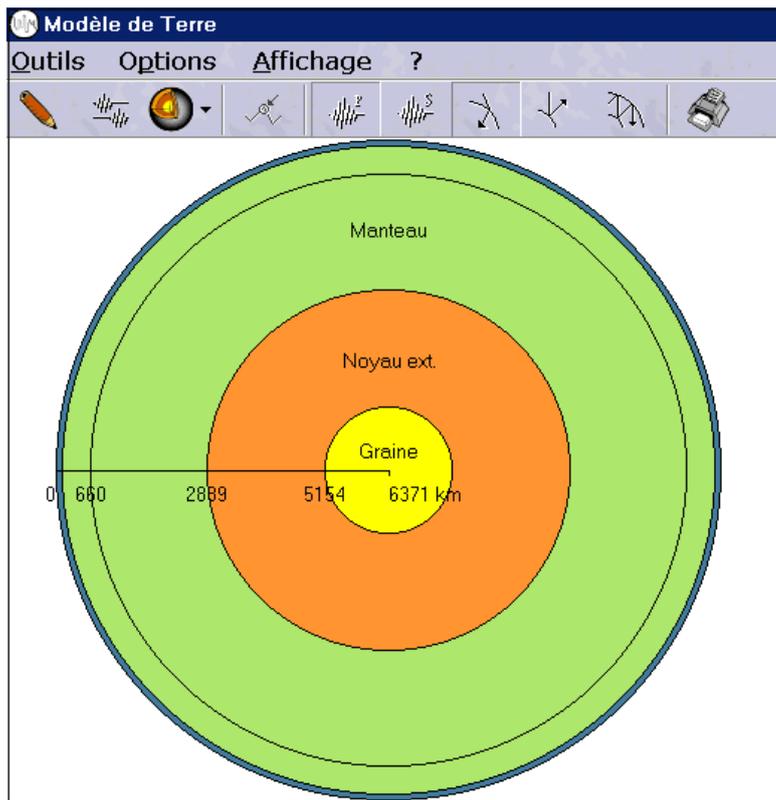
- **Structure interne du globe**



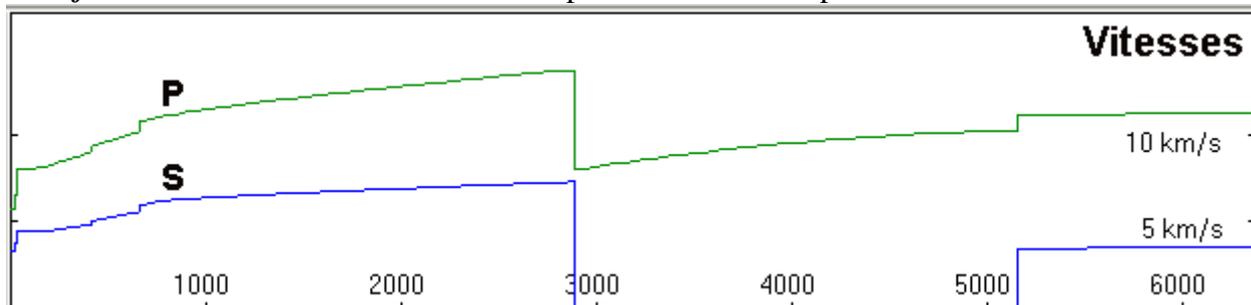
donne accès au "**Modèle de Terre**"

La page affichée comprend trois fenêtres, qu'on peut sélectionner indépendamment par la commande "Affichage" :

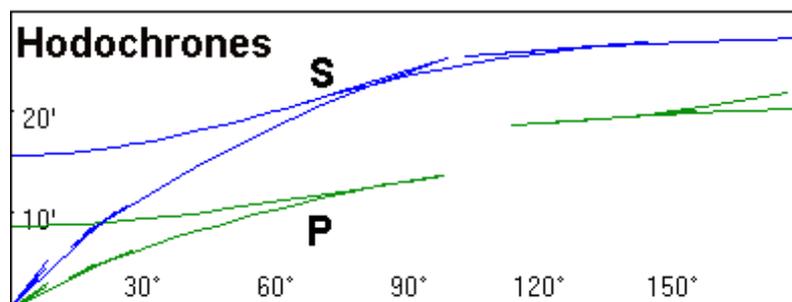
- **une fenêtre principale** avec un modèle de la Terre vue en coupe :



■ *une fenêtre des vitesses* en fonction de la profondeur atteinte par l'onde :



■ *une fenêtre des hodochrones* : courbe des temps de propagation des ondes en fonction de la distance à l'épicentre, indiquée en degrés ($1^\circ = 111,2 \text{ km}$) :



Commandes du module Structure interne du globe



démarre le tracé des rais des ondes P (en vert) et S (en bleu), avec trois options possibles :

- "Normal" avec un affichage instantané
- "Temps réel (x500)", avec un affichage continu accéléré 500 fois par rapport à la réalité.
- "Pas à pas", avec un affichage progressif en laissant la touche Entrée enfoncée.

C'est de loin le mode le plus pratique, permettant de figer l'affichage dès qu'on relâche la touche Entrée, et de le reprendre ensuite.



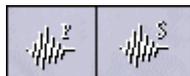
ouvre une fenêtre présentant un assemblage de 32 tracés obtenus dans différentes stations à partir de différents séismes, choisis pour reconstituer le temps de propagation des ondes P en fonction de la distance à l'épicentre : hodochrone.



permet de choisir le type de modèle terrestre : "Modèle vrai", "Une couche", "Deux couches" ou "Deux couches + saut".



permet de modifier l'évolution des vitesses en fonction de la profondeur dans la fenêtre "Vitesse" pour les modèles "Une couche", "Deux couches" ou "Deux couches + saut".

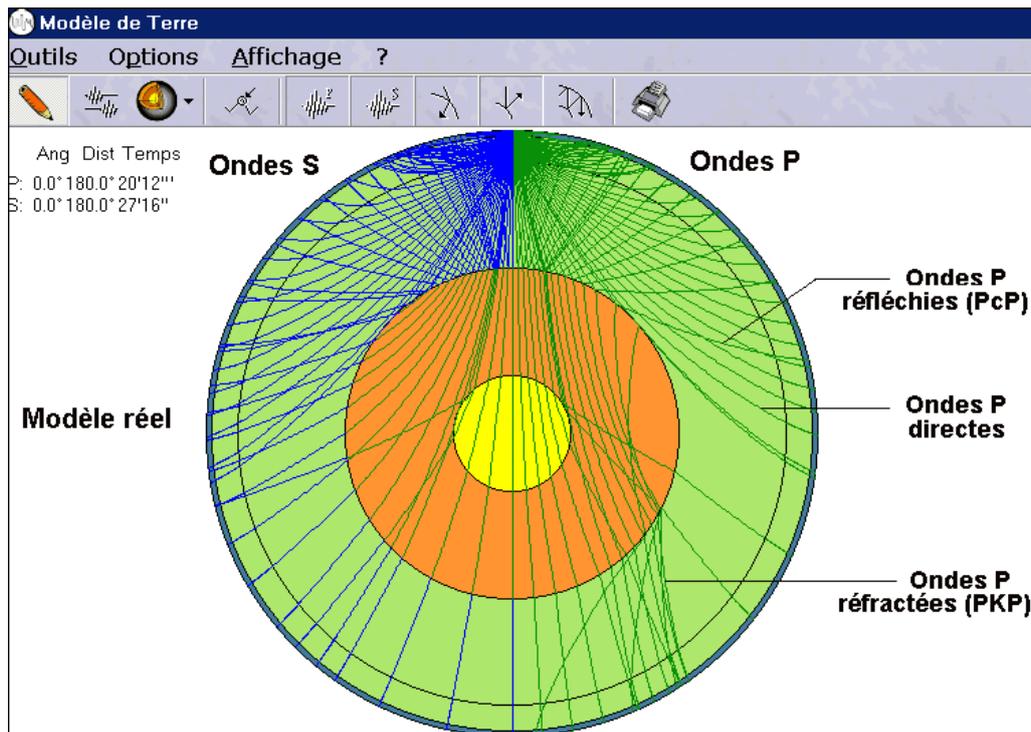


permettent de choisir les rais des ondes P ou/et S.



permettent de tracer, séparément ou ensemble, les rais correspondants

- aux ondes **réfractées** P dans le noyau (PKP) (les ondes S ne sont pas propagées dans le noyau externe liquide : transformées en ondes P : rais bleus)
- aux ondes **réfléchies** P et/ou S sur le noyau (PcP et ScS)
- aux ondes **multiples** P et/ou S réfléchies sur la surface terrestre (PP et SS)



"Ang" désigne l'angle d'incidence de l'onde par rapport à la verticale
 "Dist" est la distance en degrés parcourue par l'onde depuis l'épicentre jusqu'à la station
 "Temps" est le temps en mn mis pour effectuer ce parcours

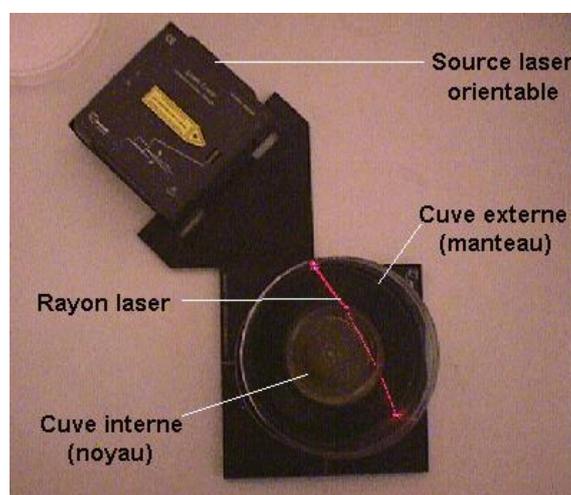
On obtient finalement des systèmes très complexes.

Une première approche permet une compréhension plus simple, en collège comme en lycée, de la structure interne de la Terre et de sa modélisation.

Après la maîtrise des commandes, une première approche permet une compréhension plus simple, en collège comme en lycée, de la structure interne de la Terre et de sa modélisation.

De plus on peut avantageusement coupler Sismolog avec les modèles expérimentaux proposés par plusieurs fournisseurs.

Les images d'expériences ont été réalisées avec le modèle d'ondes sismiques de Jeulin.

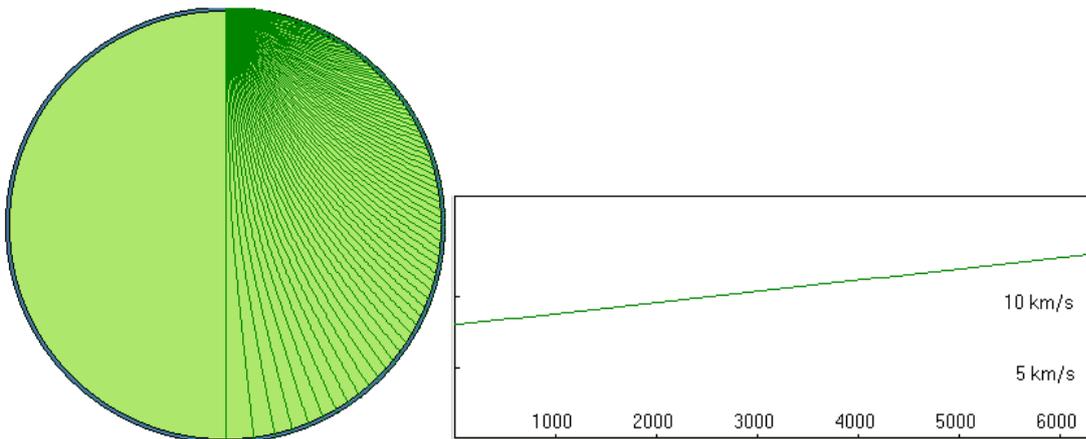


Choisir les Options "Ondes P" - "Réfractées" - "Pas à pas"
Choisir les Affichages "Globe" et "Vitesses"

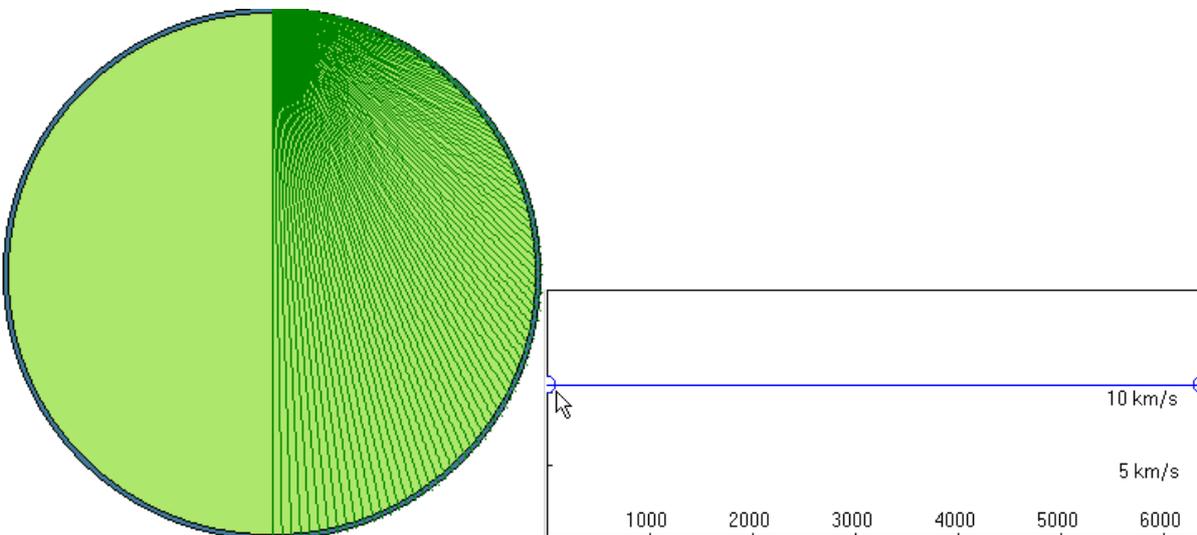


Modèle une couche

Le modèle "Une couche" présente une sphère homogène mais où la vitesse des ondes augmente proportionnellement avec la profondeur, les rais sont incurvés :



permet de modifier le modèle en réglant la vitesse à une valeur constante (ici 10 km/s) en modifiant avec la souris la position des ronds bleus. On obtient alors un modèle où les rais sont droits :



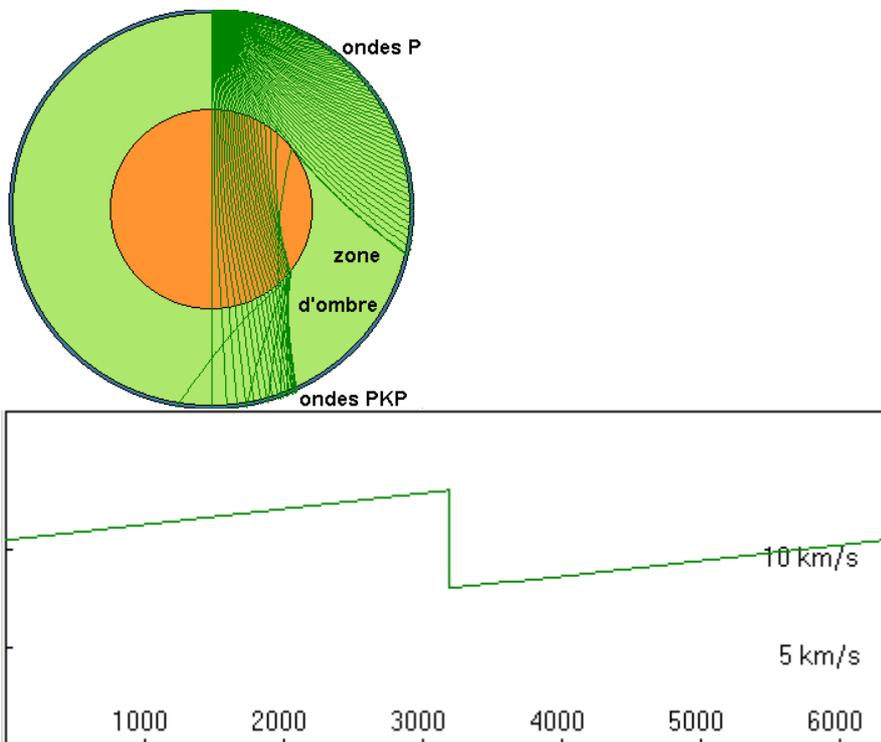
C'est aussi ce qu'on observe avec le modèle expérimental, si les deux cuves sont remplies d'un même liquide : de l'eau additionnée de quelques gouttes de lait pour rendre le rayon laser plus visible :



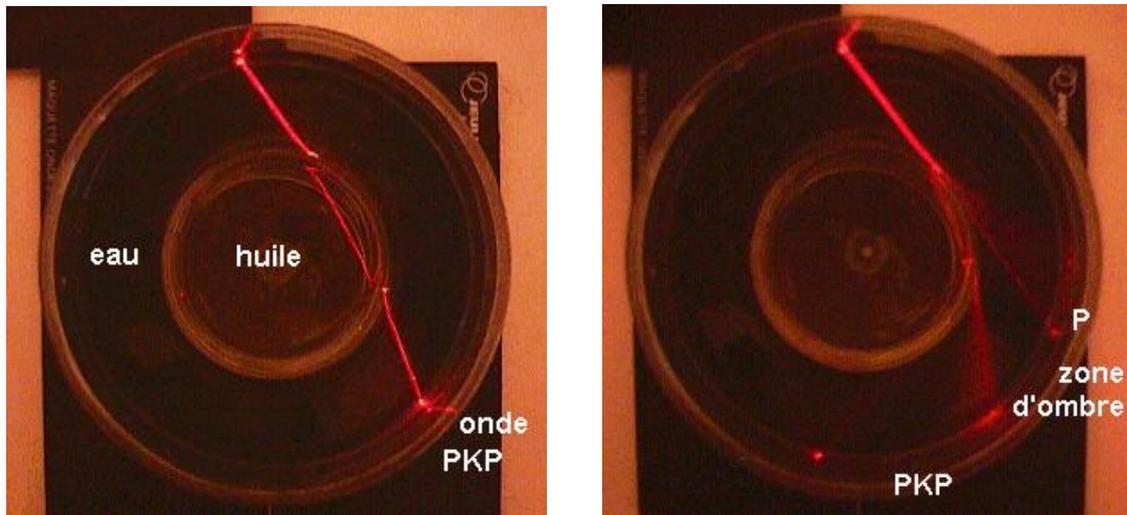
Modèle deux couches avec saut

Le modèle "Deux couches avec saut" présente une sphère hétérogène, avec le manteau traversé par les ondes P, et le noyau traversé par les ondes PKP où elles subissent une réfraction :

- la fenêtre Modèle montre une zone d'ombre entre 120 et 150°
- la fenêtre Vitesse montre une chute importante de la vitesse des ondes P vers 3000 km de profondeur, à leur entrée dans le noyau.



Le modèle expérimental permet une bonne observation des ondes P réfractées dans le noyau : cuve externe (manteau) avec de l'eau et quelques gouttes de lait, cuve interne (noyau) avec de l'huile d'olive :



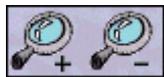
Si l'angle d'incidence est placé juste à la limite manteau-noyau, on peut mettre en évidence la zone d'ombre.

Questions pratiques

- **Fonction Zoom**



place le curseur par un clic gauche sur la zone à étudier.



permettent d'augmenter ou diminuer le zoom de 1 à 1024, en multipliant (ou divisant) par 2 à chaque pas. Le facteur de zoom est indiqué en bas de l'écran.

On peut régler le pas du facteur de zoom (et non le zoom lui-même) dans la commande "Zoom" - "Facteur de zoom" :

- soit parmi les pas proposés (de 2 à 20)
- soit en le réglant soi-même par "Définir", sans oublier de valider la fenêtre.



permet de recentrer la zone sur l'écran, en particulier après avoir déplacé le curseur manuellement par les flèches du clavier .

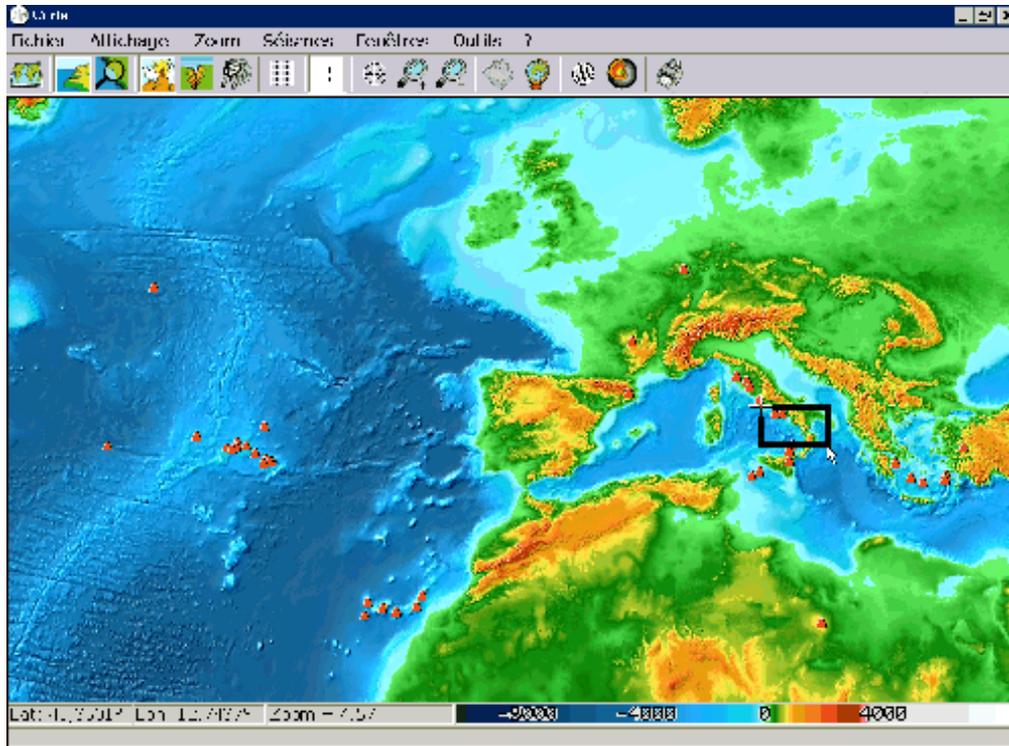
La combinaison des touches SHIFT + Flèches horizontale/verticale permet un déplacement latéral/haut-bas rapide tout en gardant le curseur en position centrale.



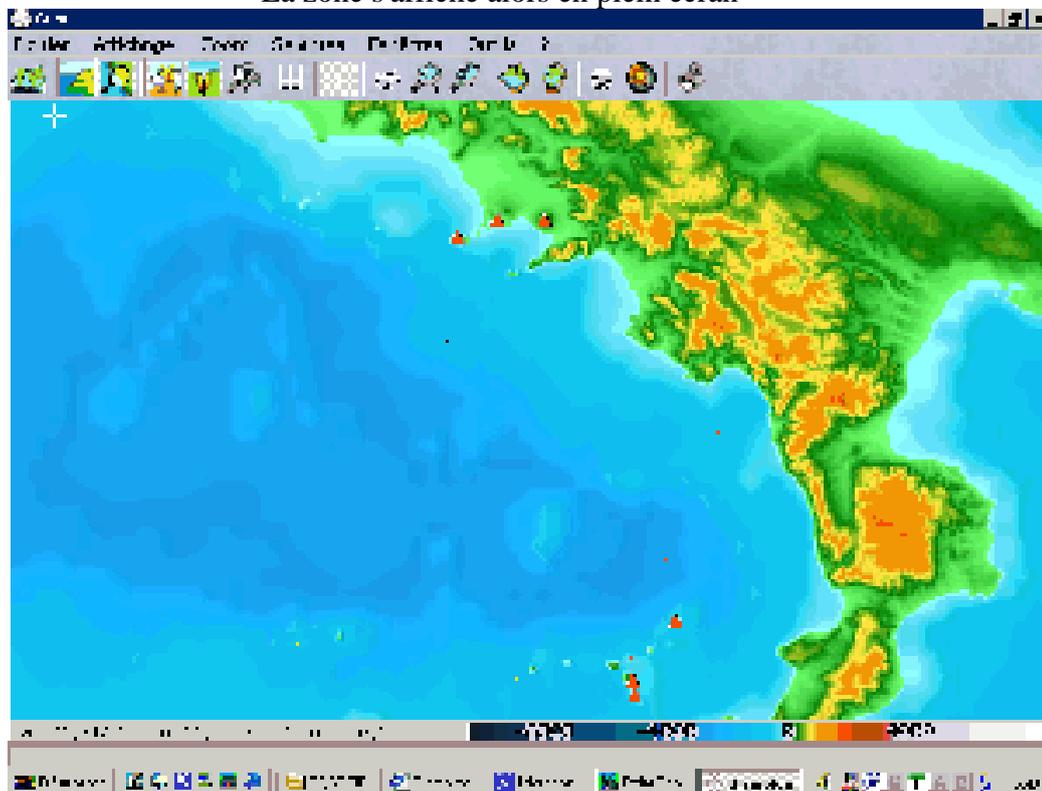
fait revenir directement au zoom 1 de la carte générale.

Un moyen d'agrandir directement un territoire :

Délimiter la zone à étudier en faisant glisser la souris avec le bouton gauche enfoncé :



La zone s'affiche alors en plein écran



• Réglages des préférences

Préférences au démarrage

Choisir le Menu "Fichier", "Préférences", Options générales"



> La validation du tableau "Cartes" provoquera au démarrage l'affichage des options cochées dans les cases, ainsi que la palette de couleur des altitudes choisie.



> La "longitude de départ 11,5 " donnée par défaut centre la carte au démarrage à l'équateur près du golfe de Guinée.



affiche les repères en longitudes et latitudes.

■ Dessin haute résolution

> Le curseur permet de choisir le coefficient de zoom (8 par défaut) à partir duquel l'affichage de la carte passe automatiquement en haute résolution.

A partir de cette valeur, l'option "Dessin précis" ne peut plus être désactivée.

> La position "jamais" présente deux intérêts :

- l'affichage est plus rapide, surtout pour des ordinateurs peu puissants

- on peut alors toujours passer en haute résolution par l'icône



Aller plus loin

- Vues en 3D

Attention : ces options nécessitent le programme de gestion d'affichage **DirectX 7 et une mémoire vidéo suffisante.**

D'autre part, si votre ordinateur n'est pas assez puissant le chargement et l'affichage des vues 3D seront très lents, voire impossibles.

■ Globe en 3 D



ouvre une nouvelle fenêtre avec la représentation du globe terrestre en 3 dimensions.

Toutes les options choisies à l'affichage de la carte (volcans, séismes, plaques tectoniques, continents, relief accentué, palette,...) s'affichent automatiquement.

Elles peuvent être activées ou désactivées par les boutons de commandes de la page "Globe 3D".

La rotation du globe se fait par les flèches (de l'écran ou du clavier) ou par glissé de la souris avec le bouton gauche enfoncé.

Un glissé de la souris avec le bouton droit enfoncé donne une rotation du globe autour d'un axe perpendiculaire à l'écran.

■ Vue relief en 3 D



ouvre une nouvelle fenêtre avec la représentation en 3 dimensions de la zone correspondante sur la carte, avec ses paramètres d'affichage (volcans, séismes, plaques tectoniques, continents, relief accentué, palette,...).

Attention : La commande n'est active qu'à partir d'un facteur de zoom 8



indique que la commande n'est pas disponible (zoom inférieur à 8)

Outre son aspect spectaculaire, la vue en relief permet de visualiser les zones tectoniques importantes (rifts, fosses océaniques, montagnes) associées aux séismes selon leur profondeurs.

Commandes :

- Img/S indique la vitesse d'affichage de l'animation, elle dépend de la puissance de l'ordinateur

- F1 permet d'arrêter instantanément la rotation, à utiliser en premier

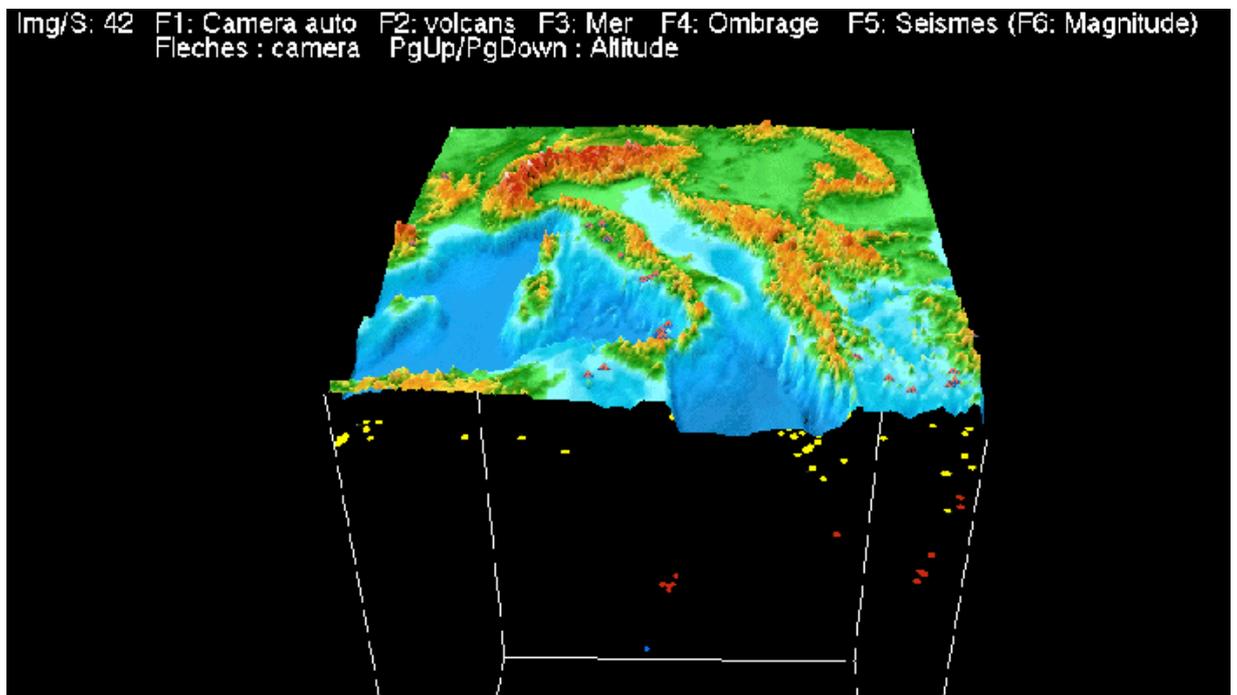
- F2 permet de visualiser le niveau de la mer

- F3 affiche les volcans de la zone

- F5 affiche les séismes de la zone

La touche F6 permet d'afficher les séismes alternativement en points (leurs localisations) ou en cercles (leurs magnitudes).

La touche F7 permet d'afficher les séismes alternativement selon leur profondeur (hypocentres) ou leur projection en surface (épïcètres).



Orientations :

Une fois l'image fixée par F1, les flèches du clavier permettent l'orientation de la vue 3D

- rotation droite - gauche par les flèches horizontales

- avancée ou recul de l'image par les flèches verticales

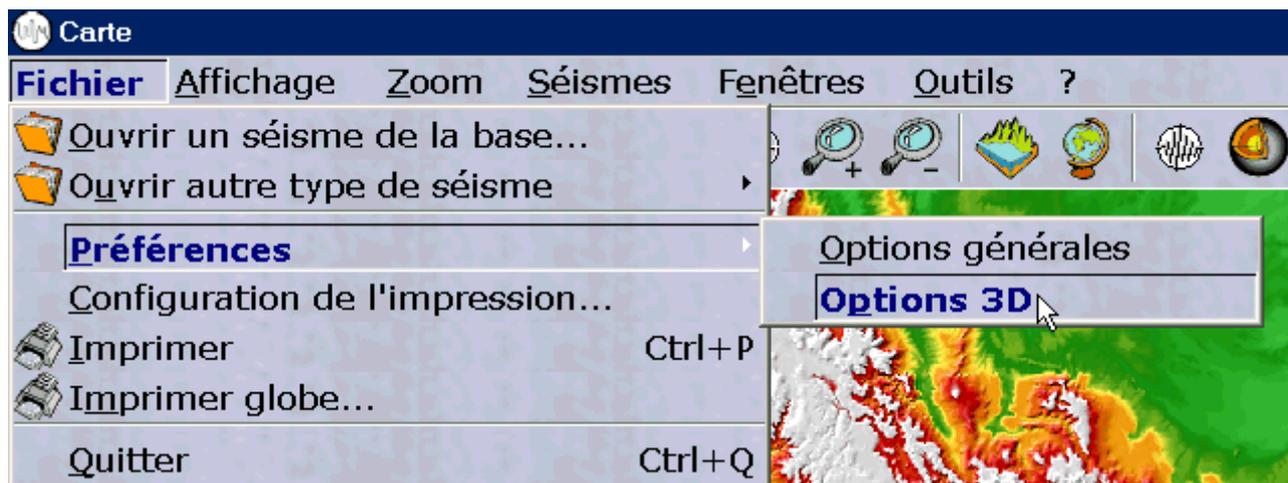
- réglage de l'altitude par les flèches "page suivante" - "page précédente"

en pensant à déverrouiller le clavier numérique.

En plaçant l'image bien à l'horizontale, on peut reconstituer une coupe de la région.

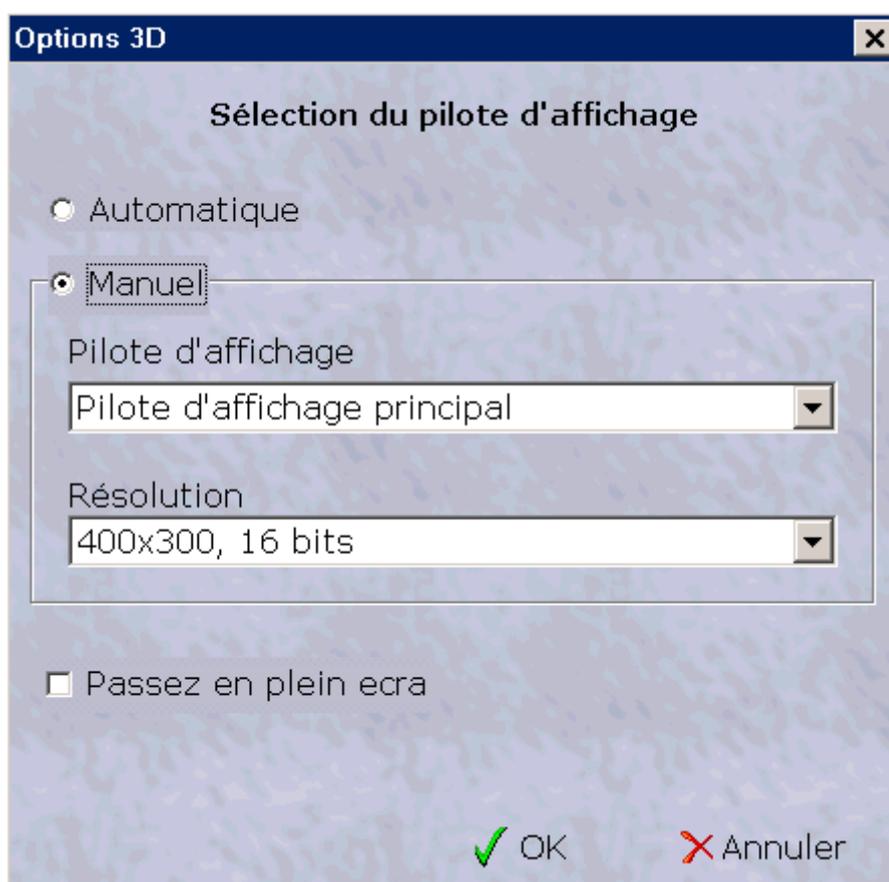
Astuce d'affichage :

Ouvrir dans la barre de tâche de la carte générale le Menu "Fichier", "Préférences", "Options 3D"



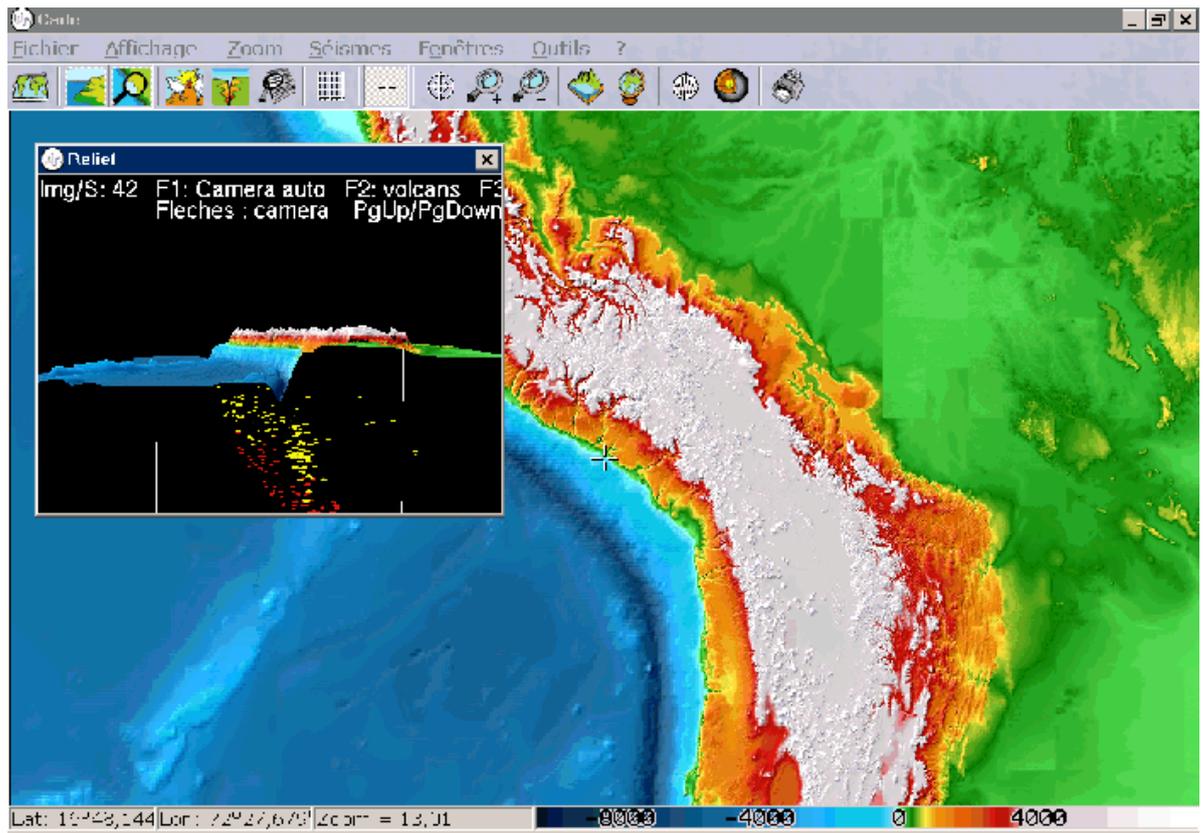
Choisir dans le tableau "Options 3D" une résolution d'affichage plus petite, par exemple 400X300 (en conservant le pilote d'affichage principal et le même nombre de couleurs 16 bits).

Décocher la case "Passez en plein écran" et valider par OK.



Les vues 3D s'affichent alors dans une fenêtre plus petite, avec toute ses commandes, qu'on peut déplacer sur la carte qui reste en fond d'écran.

Le retour à la carte nécessite la fermeture de la fenêtre 3D.



- **Faire des coupes**

Le menu "Outils" - "Coupe" de la carte générale permet de visualiser les foyers des séismes selon leurs profondeurs, dans n'importe quelle région du globe. On peut par exemple mettre en évidence un plan de Béniouff dans une zone de subduction.

Subduction de la plaque africaine sous la plaque européenne en Italie du Sud

- **Paramétrer la zone**

- placer le curseur  sur la Sicile et recentrer avec 
- dans "Affichage" : cocher "En couleurs", "Accentuer le relief" et "Vue satellite", les points des séismes ressortiront mieux.
- dans "Séismes" : cocher "Afficher les séismes", puis "Magnitude : >=4" et enfin "Profondeur : Tous".

La présence de séismes profonds fait pressentir une zone de subduction.

Dans "Affichage" - "Contours" : cocher "Plaques" : la limite entre les deux plaques apparaît.



■ Définir la coupe

- dans "Outils" - "Coupe" : cocher "Définir"

1

placer avec la souris le point de départ (il sera à gauche de la coupe)

2

placer avec la souris le point d'arrivée (il sera à droite de la coupe)

- définir la largeur de la coupe, en incluant les séismes moyens (points rouges) et profonds (points noirs) de la zone : saisir un côté de la zone et faire glisser la souris.

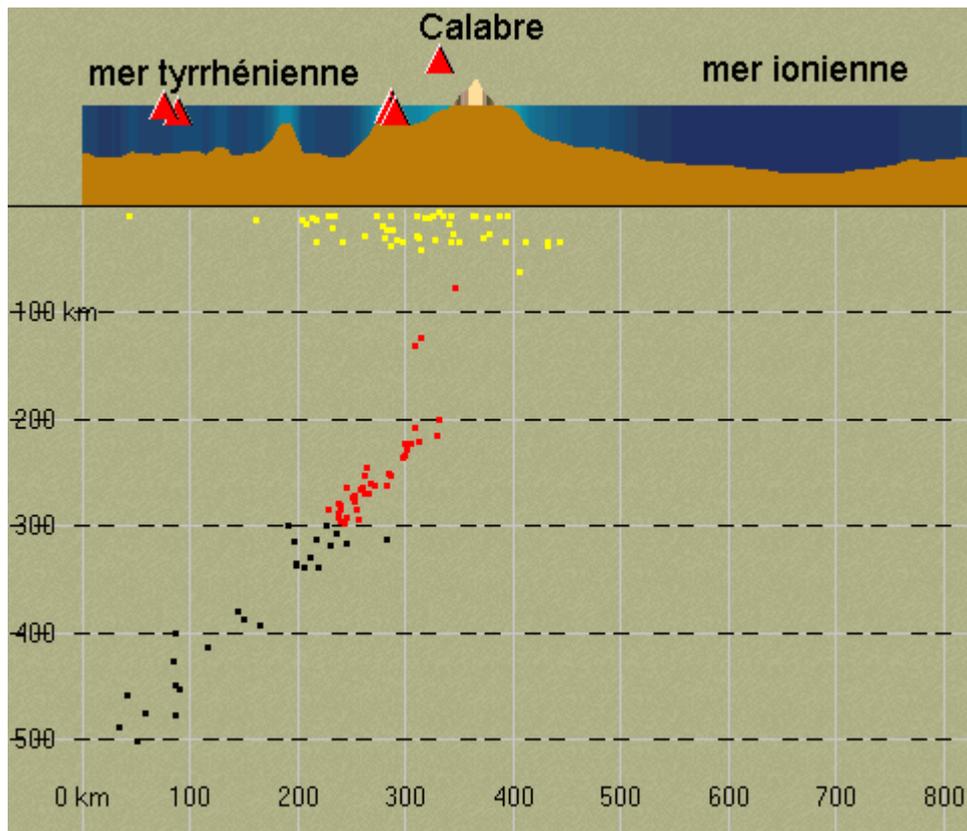
■ Afficher la coupe

- retourner dans "Outils" - "Coupe" : cocher "Dessiner"

- la coupe s'affiche dans un nouveau cadre, on peut égaliser les échelles verticale et horizontale en cochant 1:1

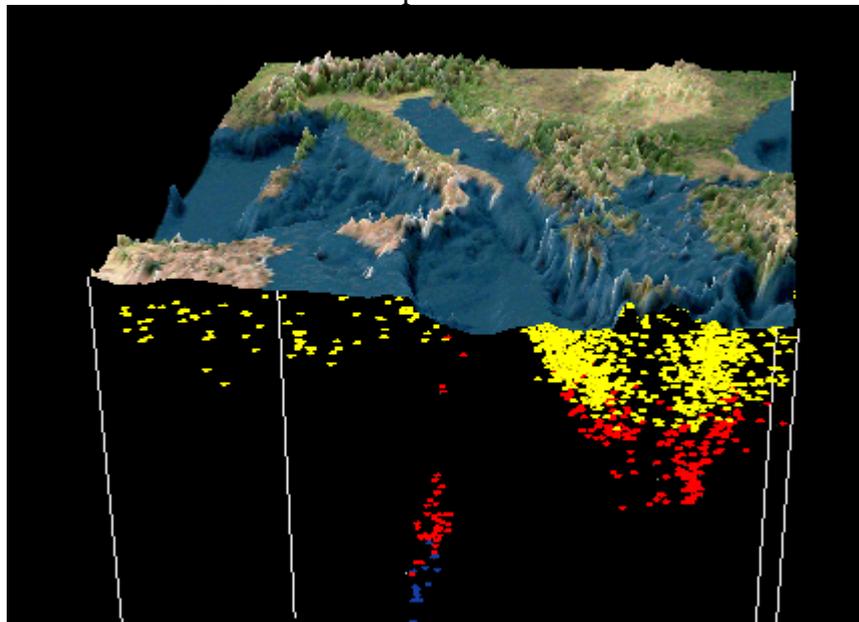
- si on a affiché les volcans sur la carte, ils apparaissent sur la coupe.

- le retour à la carte se fait en fermant la fenêtre de la coupe.



■ Des comparaisons intéressantes

- avec la vue en 3D de la zone par 



■ avec la carte géologique du monde éditée par le BRGM sur CD-R

• Hodochrones



Accéder au "**Modèle de Terre**" à paramétrer par la commande "**Options**" : cocher "**Ondes P**", "**Réfractées**" et "**Pas à pas**".



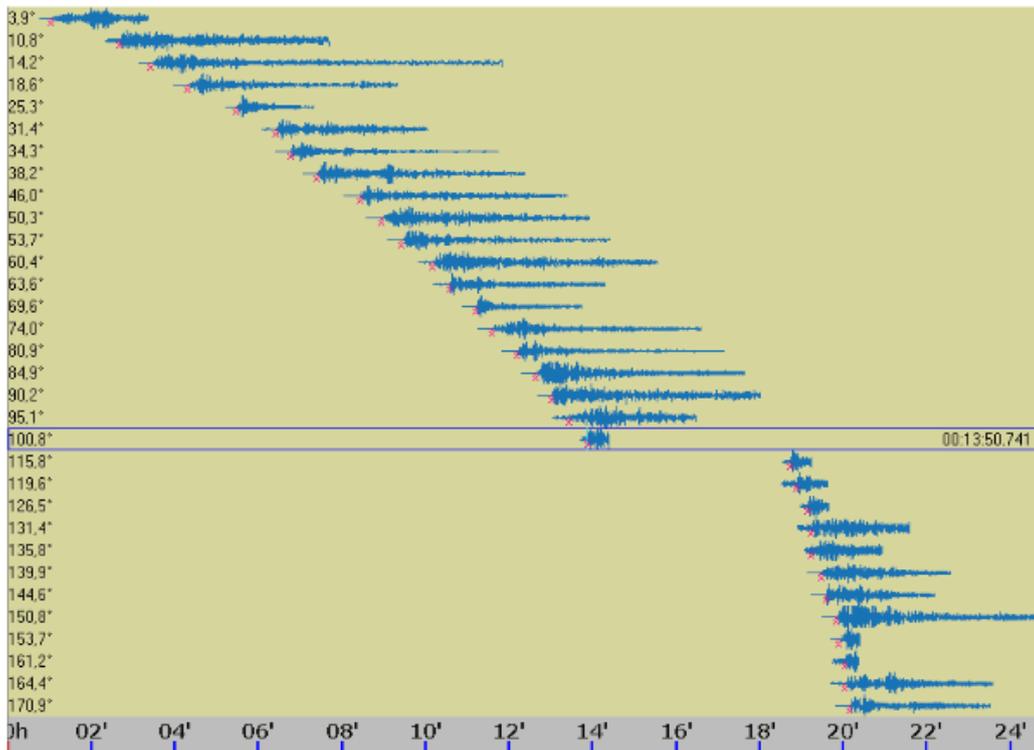
Cocher "**Deux couches + saut**".



Ouvrir la fenêtre présentant un **Assemblage** de 32 tracés obtenus dans différentes stations à partir de différents séismes, choisis pour reconstituer le temps de propagation des ondes P en fonction de la distance à l'épicentre.

La commande "**Solutions**" (avec "**Voir les temps de référence**" ou "**Corriger les dépouillements**") permet de repérer par **x** l'arrivée des ondes P à chaque station.

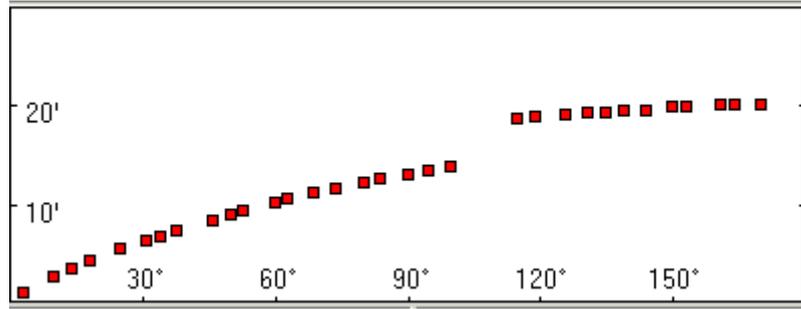
On peut aussi faire dépouiller quelques stations manuellement.



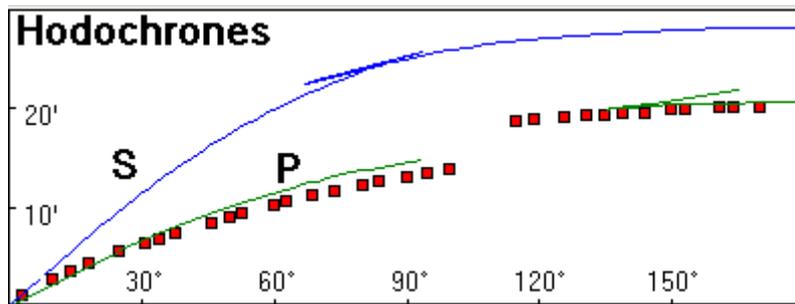
On remarque le saut entre les stations 100,8° et 115,8° avec un décalage de plus de 5 mn dans l'hodochrone : aucune station n'est disponible entre ces deux distances épacentrales, c'est la **zone d'ombre** due à la réfraction des ondes P dans le noyau.

On retourne au **Modèle de Terre** par "**Fichier**" - "**Fermer**" en enregistrant les pointés.

La fenêtre **Hodochrones** représente par des **■** les pointés effectués.

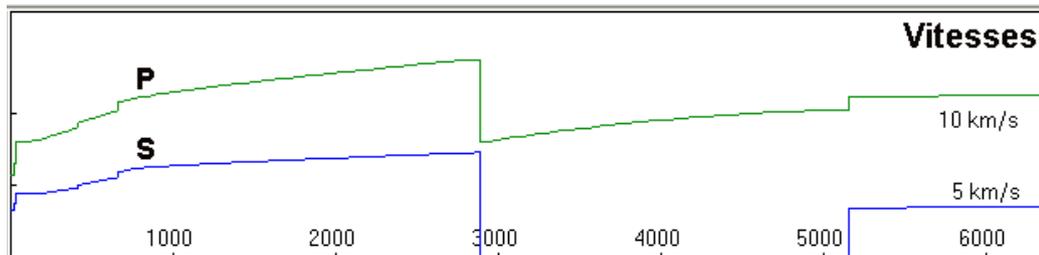


La courbe des temps d'arrivée des ondes P aux stations en fonction de leurs distances épicentrales (hodochrone) se dessine, avec un saut de 5 mn entre $100,8^\circ$ et $115,8^\circ$.
Le modèle "2 couches + saut" proposé pour les ondes P est conforme aux pointés :



L'hodochrone des ondes S, non transmises dans le noyau externe liquide, ne présente pas ce saut caractéristique.

La courbe des vitesses montre une chute pour les ondes P et un arrêt pour les ondes S vers 3000 km de profondeur :



Le modèle expérimental permet une bonne observation des ondes P réfractées dans le noyau.

Si l'angle d'incidence est placé juste à la limite manteau-noyau, on peut mettre en évidence la zone d'ombre.

