

Etude de cas « Antilles »

L'étude de cas « Antilles permet de réaliser un TP complet de Terminales S dans le thème « Convergence et subduction ».

Téléchargement à l'adresse :

<http://pedagogie.ac-montpellier.fr:8080/disciplines/svt/spip/spip.php?article259>

Pour installer l'étude de cas Antilles, décompresser l'archive « Etude de cas Antilles ». Le dossier obtenu contient l'étude de cas et les données GPS NASA des stations concernées (dossier GPS Antilles). Copier le contenu du dossier « Antilles » (et non le dossier) dans le dossier Educarte situé sur votre machine.

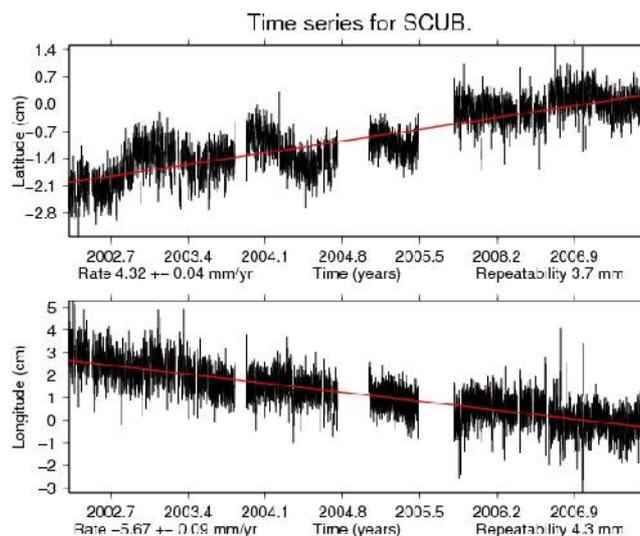
Cliquer sur ec.antilles.html pour lancer l'étude de cas. Un raccourci de démarrage peut être réalisé.

I – Mise en évidence d'une convergence

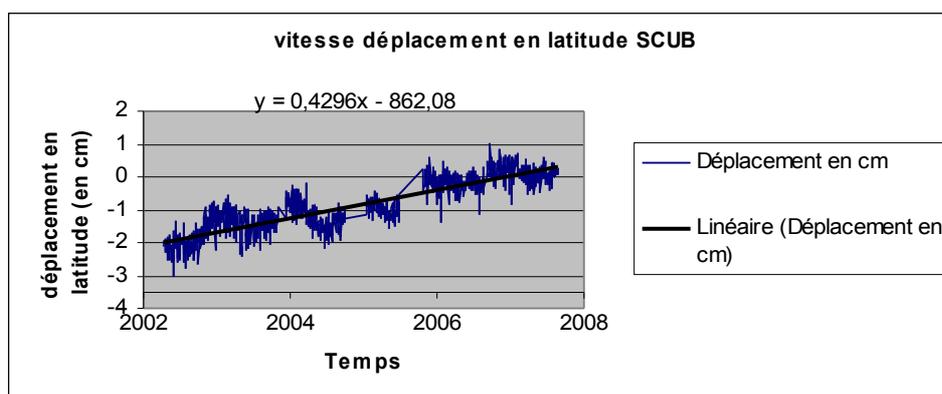
Le mouvement des plaques lithosphériques peut être montré en utilisant EduCarte comme un support d'affichage des vecteurs vitesses.

Pour déterminer les vitesses en latitude ou en longitude, on peut utiliser :

- les données fournies par EduCarte apparaissant sous forme d'image et donnant directement les vitesses. (= Rate)



- Les données brutes de la NASA pour faire tracer, avec un tableur, les graphes des déplacements en longitude et latitude de chaque station figurant dans la zone d'étude. Les droites de régression tracées et les équations affichées par la suite, permettent de déterminer les vitesses de déplacement en latitude et longitude.

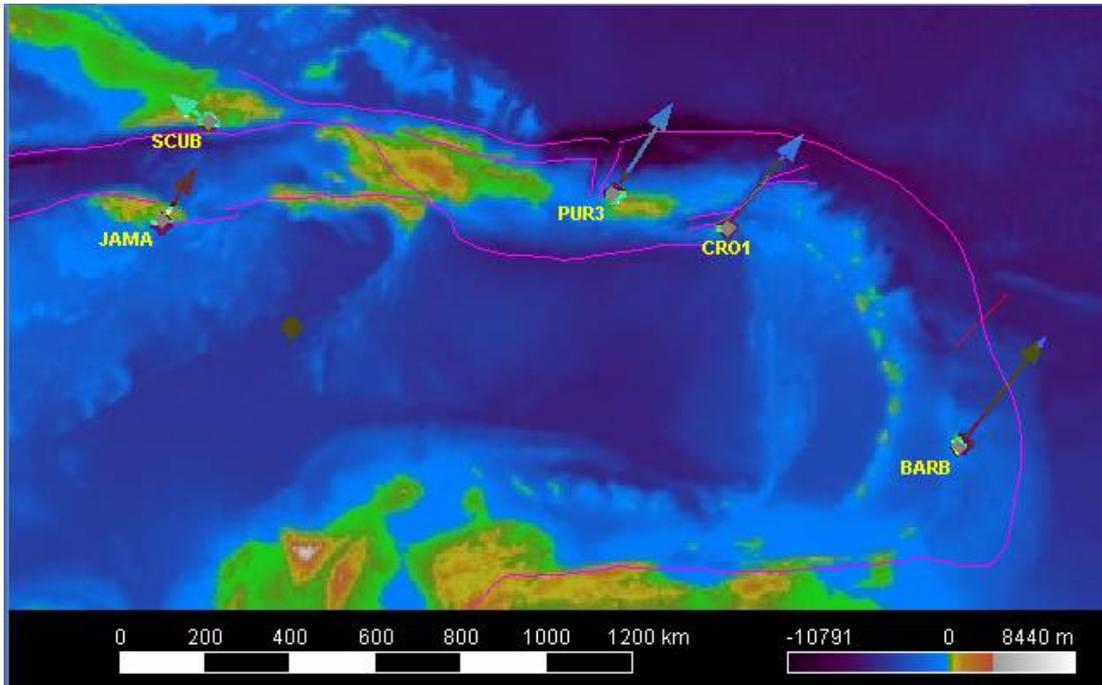


Voici les résultats obtenus en utilisant un tableur

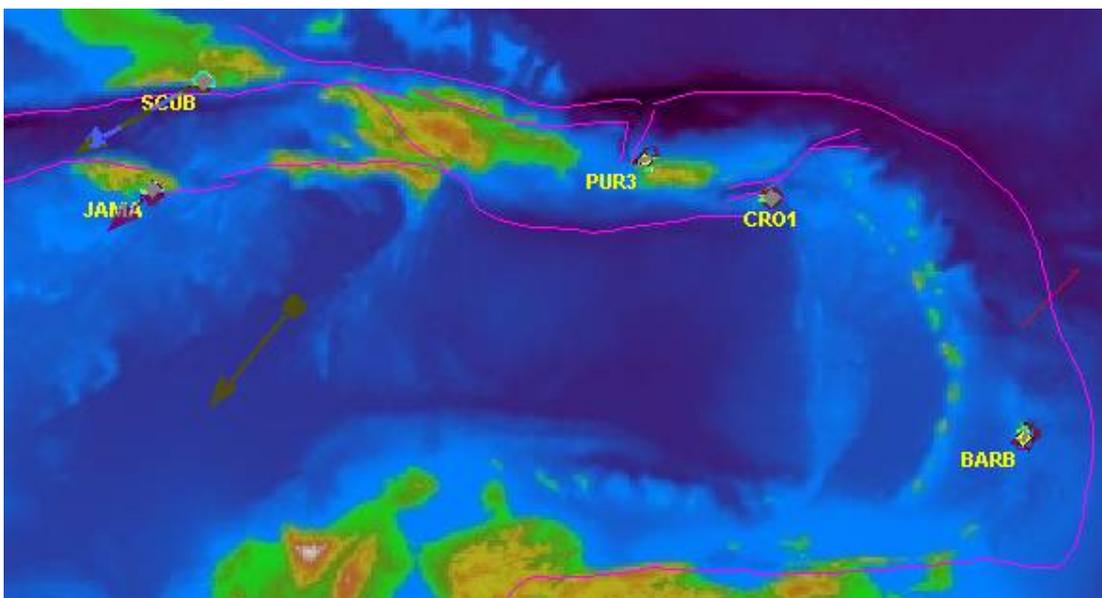
Vitesses de déplacement des balises en mm

	BARB	JAMA	SCUB	CRO1	PUR3
Lat	15,35	8,36	4,2	13,46	13,06
long	11,98	5,11	- 5,77	11,03	8 ?41

Dans EduCarte, les vitesses en latitude et longitude peuvent être saisies (Onglet « saisie d'une vitesse ») et les vecteurs peuvent être affichés.



On peut afficher les déplacements absolus des points stations



On peut afficher les déplacements relatifs en fixant un point de référence : ici CRO1 est le point de référence et les vecteurs donnent les mouvements des autres stations par rapport à ce point.

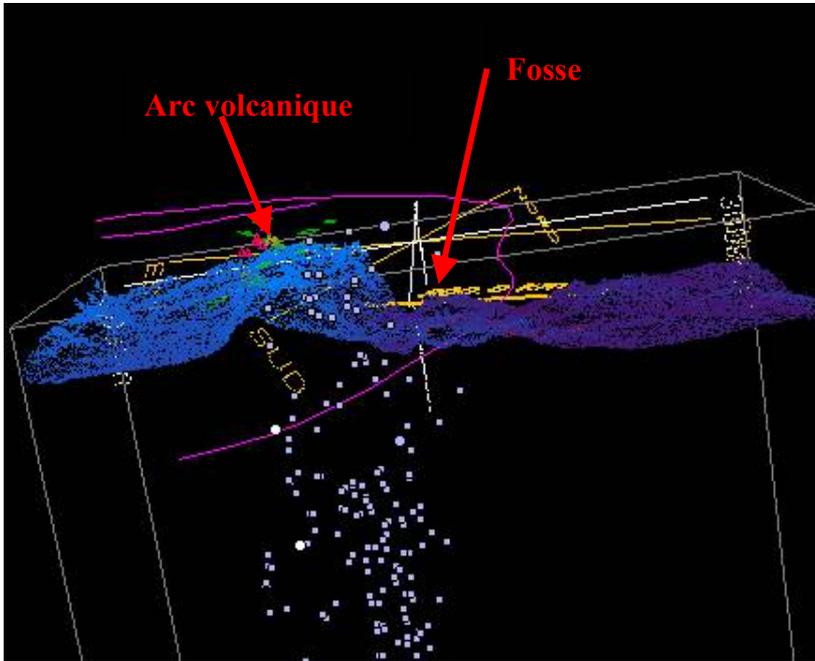
On peut donc conclure que la plaque « caraïbe » et la plaque « atlantique » convergent (visible au niveau des déplacements avec JAMA et SCUB)

II - les caractéristiques d'une zone de subduction

1° - les caractéristiques morphologiques et géométriques

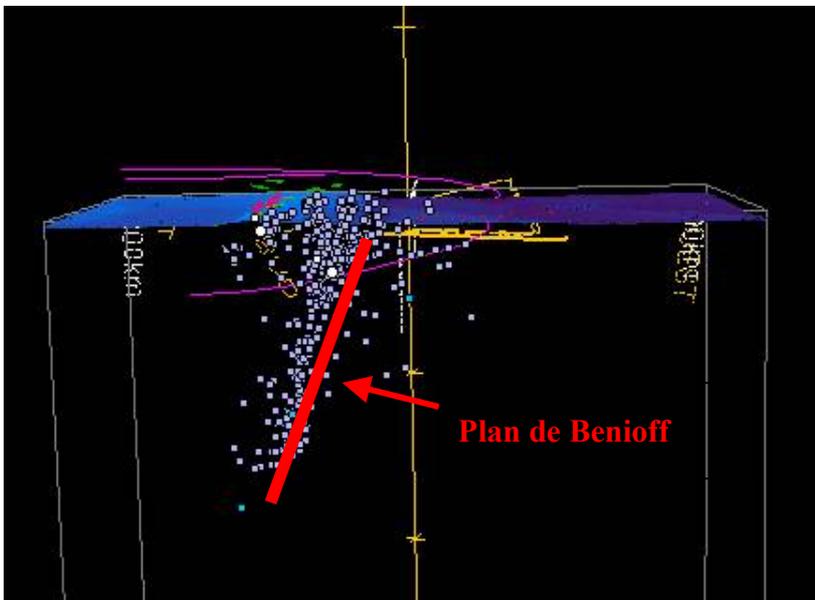
On utilise les différents outils (carte, coupes, vues 3D,...) proposés par le logiciel pour mettre en évidence :

- La fosse
- L'arc volcanique
- La limite des plaques



Présence d'un arc volcanique, d'une fosse bordant cet arc volcanique

2° - La forte sismicité régionale et la répartition spatiale des séismes



Les séismes sont répartis dans l'espace selon un plan partant de la fosse et plongeant à environ 45° sous la plaque caraïbe: le plan de Benioff Wadati

3° - Les déformations liées à la convergence :

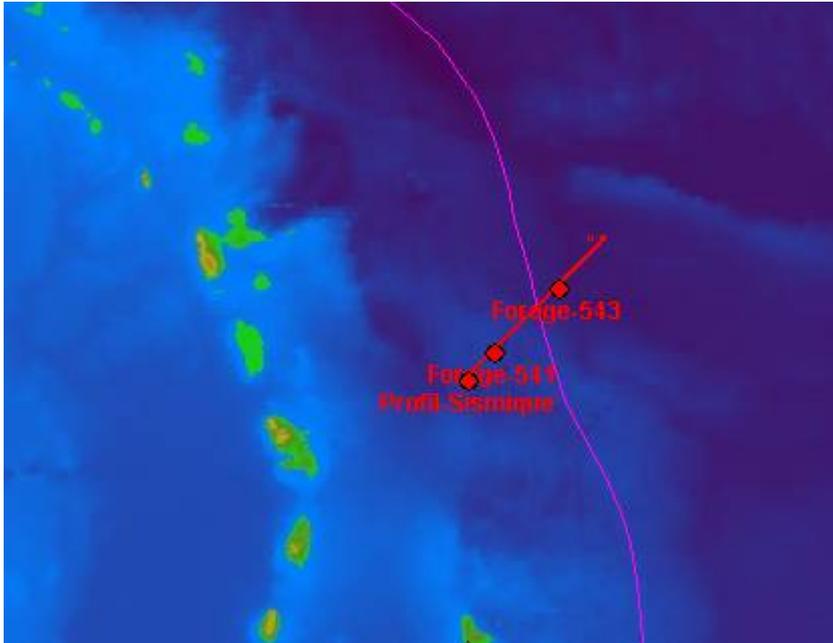
On a réalisé dans cette région, un profil sismique par sismique de réflexion. Il a été matérialisé par un trait rouge sur la carte.

L'onglet « données sédimentaires » permet d'afficher 3 points.

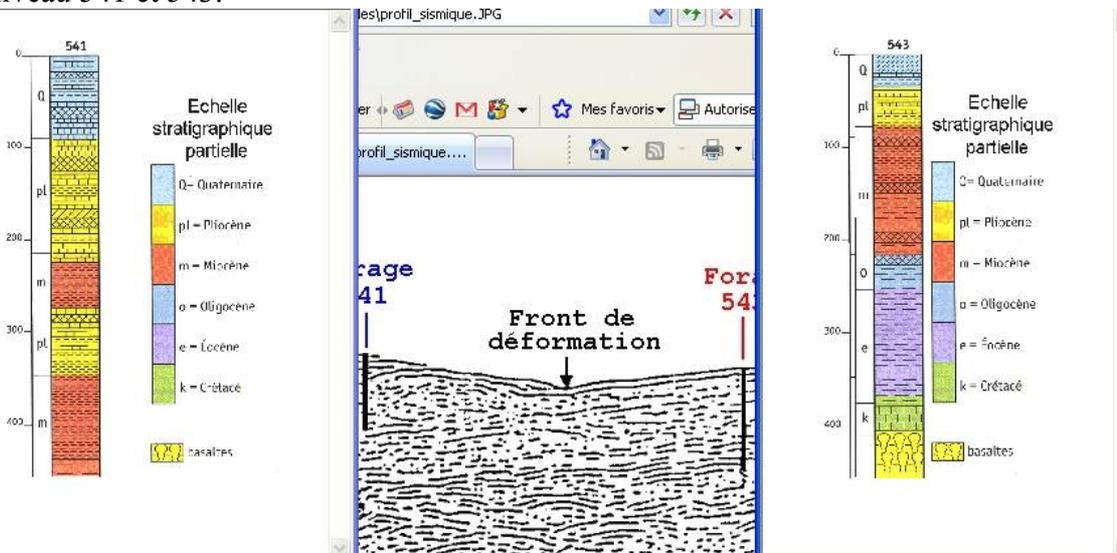
En cliquant sur ces trois points on peut afficher :

- Le profil sismique
- La carotte 541
- La carotte 542

Leur visualisation nécessite l'autorisation d'affichage des fenêtres « pop-up »



On dispose sur le même écran ces données pour observer la disposition des couches de sédiments au niveau 541 et 543.



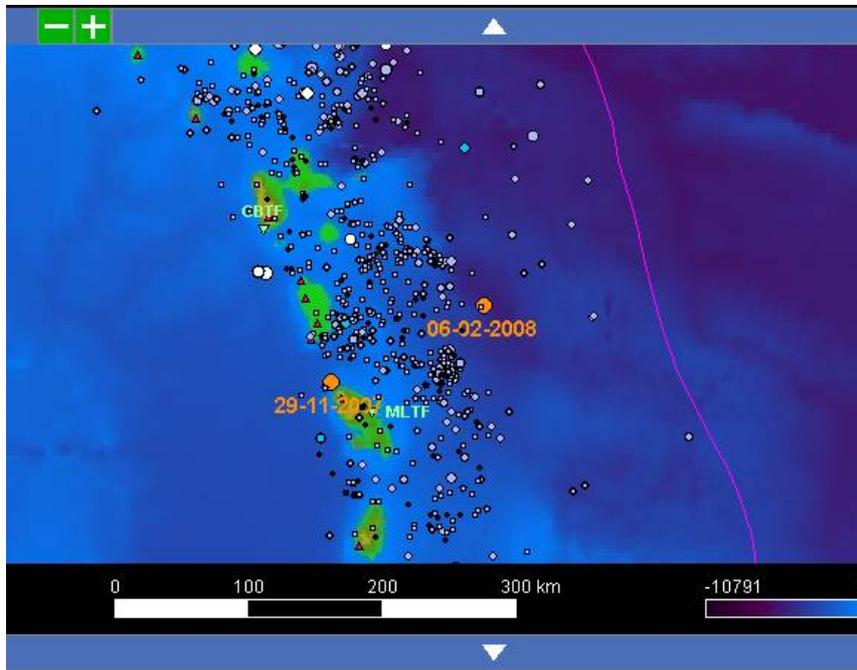
La série de la carotte 541 est concordante alors que la carotte 543 montre un contact anormal. Du miocène se retrouve sur du pliocène qui est plus récent. Il a donc eu un chevauchement du miocène sur le pliocène. Un chevauchement = faille inverse, est une preuve d'une tectonique en compression. Le chevauchement est confirmé par le profil sismique qui montre en 541 une série de réflecteurs. Le chevauchement (prisme d'accrétion) argumente d'une tectonique en compression et confirme donc la convergence.

4° - Les anomalies thermiques:

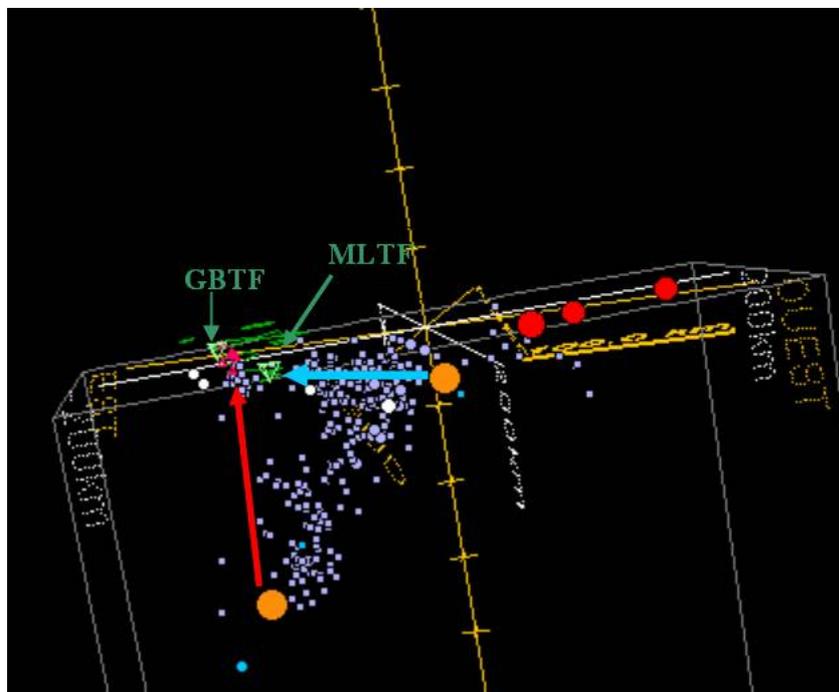
Dans cette zone sismiquement active, des séismes ont eu lieu le 29-11-2007 et le 06-02-2008.

On peut afficher, en plus des séismes régionaux de la base de données, les épicentres de ces « séismes d'intérêt » (à gauche du cadre carte) et les stations GBTF et MLTF qui ont enregistré ces séismes.

En cliquant sur chaque épicentre, on peut afficher le sismogramme de chaque séisme grâce à SeisGram2K.



Localisation des épicentres et des deux stations d'enregistrement



Trajet direct des ondes pour aller du foyer à la station d'enregistrement

Pour le séisme du 29-11-2007 : les ondes P directes vont du foyer profond à la station dans une zone montrant peu de séismes donc peu rigide et déformable (trajet rouge).

Pour le séisme du 06-02-2008 : les ondes P directes vont du foyer plus superficiel, à la station dans une zone montrant beaucoup de séismes donc rigide et cassante (trajet bleu).

Analyse sommaire des deux sismogrammes

Dans un premier temps on dépouille le sismogramme et on pointe l'arrivée des ondes P.

Ensuite, on peut activer dans l'affichage, le mode « expert ». Un bouton supplémentaire apparaît.



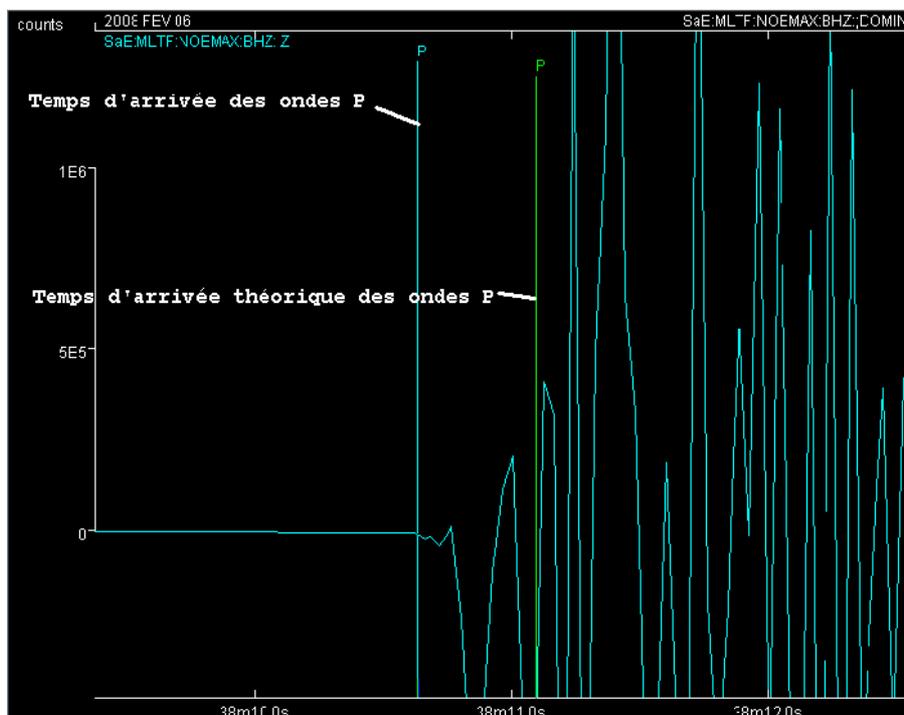
En cliquant sur ce bouton, on peut afficher les temps d'arrivée théoriques calculés à partir du modèle IASP 91.

Demander l'affichage des ondes P. Le temps d'arrivée théorique des ondes P à la station, s'affiche.



Pour le séisme du 29-11-2007, le plus profond, les ondes P arrive en retard à la station GBTF.

Les ondes traversent une zone de roches plus chaudes, ce qui engendre un ralentissement des ondes P. On met ainsi en évidence une zone plus chaude sous l'arc volcanique ou anomalie thermique positive.



Pour le séisme du 6-2-2008, les ondes sont en avance à l'arrivée à MLTF. Elles passent surtout dans la zone de séismes, = zone cassante donc rigide. Les ondes auraient traversées une zone plus froide donc plus cassante. On met ainsi en évidence une zone plus froide sous la fosse ou anomalie thermique négative.

Remarque :

Le modèle IASP 91 utilisé pour le calcul est un modèle global. Il n'est donc pas strictement fait pour les zones superficielles. L'utilisation de ce modèle dans cette activité est donc critiquable.

Cependant, on peut faire la même démarche et calculer les temps d'arrivées en utilisant l'hodochrone local appliqué à la zone des Antilles.

Connaissant la profondeur, la distance à l'épicentre, on peut obtenir le temps d'arrivée des ondes P à chaque station. Les résultats obtenus par cette méthode donnent les mêmes tendances : ondes P en retard le 29-11-2007 pour GBTF et en avance le 06-02-2008 pour MLTF.

Ce type de calcul, plus rigoureux dans la méthode, s'avère plus long donc difficile à intégrer dans une séance de terminale (où le temps est compté !).

Les résultats donnant les mêmes tendances, il paraît plus judicieux de passer par le modèle IASP 91 calculant les arrivées théoriques en mettant les réserves nécessaires lors de la correction avec les élèves

- Agrandissement (Réduction) : utiliser le + (ou le -) apparaissant en haut à gauche pour agrandir ou diminuer la zone affichée
- Déplacement dans la carte : si un zoom a été effectué, on se déplace en cliquant sur le bouton gauche et en glissant la souris ; on peut alors centrer la carte sur l'océan ou le continent souhaité
- Les pictogrammes permettent () de remettre la carte dans le cadrage initial et () de revenir à la vue globale sans changement de cadrage
- Utilisation des menus d'affichage :
 - **Menu gauche** : permet d'afficher les **stations GPS** (en cliquant sur le nom de la station, la station apparaît en jaune sur la carte), **les séismes** selon leur profondeur, **les volcans** et **les limites de plaques**. Ces opérations sont toutes réversibles en re cliquant dessus, les informations disparaissent de la carte.
 - **Menu bas** : fonction "Saisie d'un point" sélectionnée

Saisie d'un point	Calcul d'une distance	Localisation par cercles	Grille de distances	Localisation par médiatrices	Bloc diagramme 3D	Saisie d'une vitesse
Aide	Saisie d'un point: Lat: <input type="text"/> ° Lon: <input type="text"/> ° Prof: <input type="text"/> km Etiquette: Epicentre	Couleur	Afficher	Effacer Tous	Effacer Dernier	
Saisie la latitude, la longitude et une étiquette pour un point à afficher						

Saisie d'un point : on saisit les coordonnées d'un point (épïcentre d'un séisme) en Latitude et Longitude selon le format suivant, sans unité:
 écrire -5,50 pour une latitude 5,50° Sud ou pour une longitude de 5,50° Ouest écrire 5,50 pour une latitude 5,50° Nord ou pour une longitude de 5,50 °Est.

Afficher permet l'affichage de l'épicentre selon la couleur choisie dans **Couleur**

Calcul d'une distance : après sélection de cette commande, cliquer sur le premier point et sans lâcher le bouton gauche de la souris aller jusqu'au second point : en lâchant ce bouton, le tracé le plus court et la distance en kilomètres s'affichent.

Bloc diagramme 3D : permet de réaliser une coupe avec un affichage en trois dimensions, orientable dans l'espace. Après sélection de cette commande, définir le premier point de coupe, puis sans lâcher le bouton gauche de la souris, glisser jusqu'au second point. Régler la "largeur" de la coupe avec largeur (en km). Faire ensuite **Afficher**. **Attention, la coupe affichée ne montre que les éléments qui étaient apparents à l'écran (volcans, séismes,...)** On peut orienter la coupe en 3D en cliquant dessus et, sans lâcher le bouton gauche, déplacer la souris pour orienter les axes x,y,z dans l'espace. Le nouveau menu adjoint à la coupe permet, entre autres, de grossir (zoom), de préciser l'orientation de la vue et d'ajouter la topographie (relief).

Saisie d'une vitesse : après affichage de la station GPS dont on veut afficher le déplacement, on procède aux opérations suivantes:

- sélection de la fonction menu "saisie d'une vitesse"
- sélection de la station en cliquant dessus,
- entrée de la valeur du déplacement en latitude Nord (ou Sud avec le signe – devant la valeur) et en longitude Est (ou ouest avec le signe – devant la valeur). On obtient le vecteur vitesse à l'écran

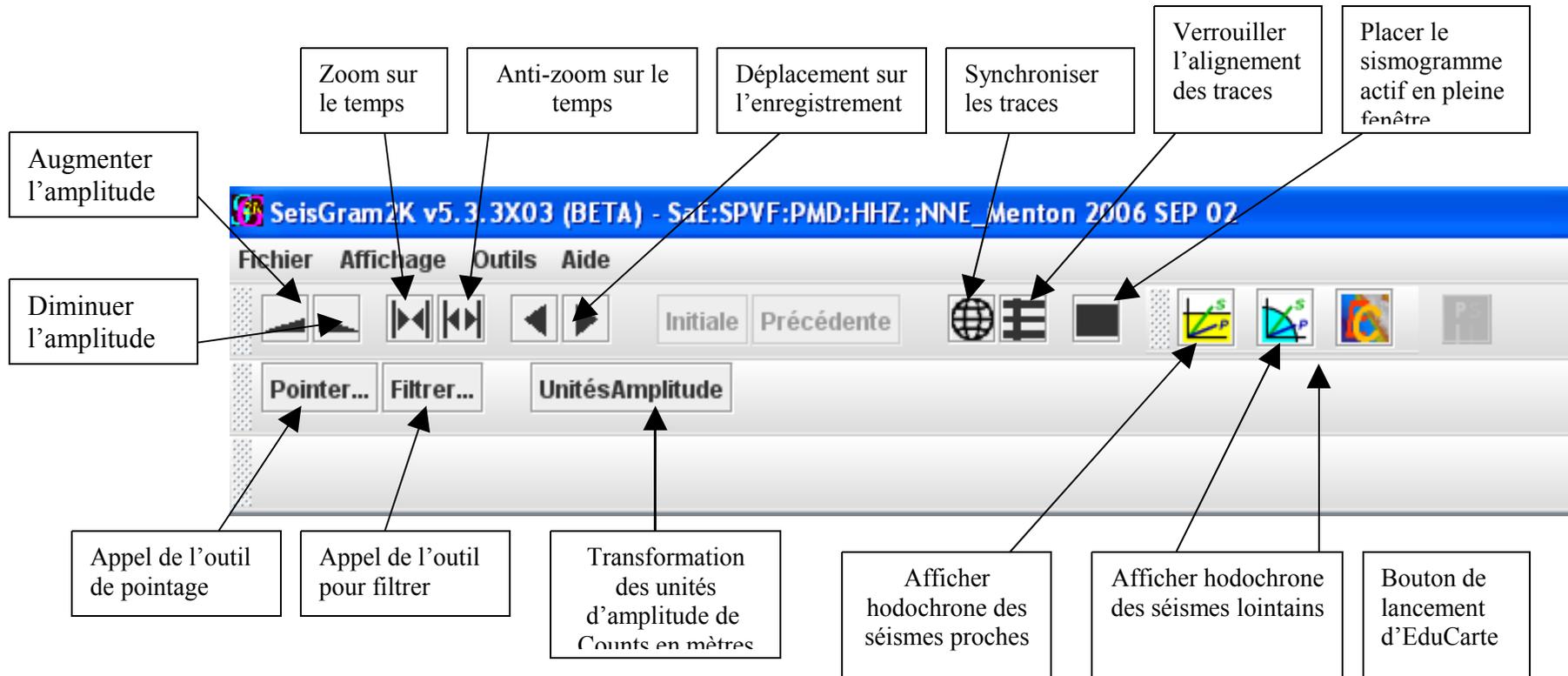
Attention : le logiciel n'efface pas les premiers vecteurs tracés à la suite d'un second tracé (faire **Effacer Tous**).

- Visualiser les données GPS d'une station : **Ne fonctionne que si la configuration internet permet l'affichage de fenêtre "pop-up" ou si cette fonction est autorisée pour ce site.** Cette fonction est valide en mode saisie d'un point, bloc diagramme ou calcul d'une distance.
 - afficher à l'écran la station dont on veut connaître le déplacement mesuré par GPS puis cliquer sur la station,
 - les graphiques de déplacement en latitude, longitude et altitude apparaissent. On peut zoomer. La valeur "**Rate**" qui apparaît en bas à gauche de chaque graphique est la vitesse de déplacement calculée en cm.an-1. Si cette valeur est précédée du signe -, c'est que le déplacement s'est fait vers le sud (latitude) ou vers l'ouest (longitude). Le graphique "Height" est le déplacement en altitude : il n'a pas à être pris en compte.

Fiche technique SeisGram2K

- Pour charger un fichier : Fichier – Sélectionner un fichier.

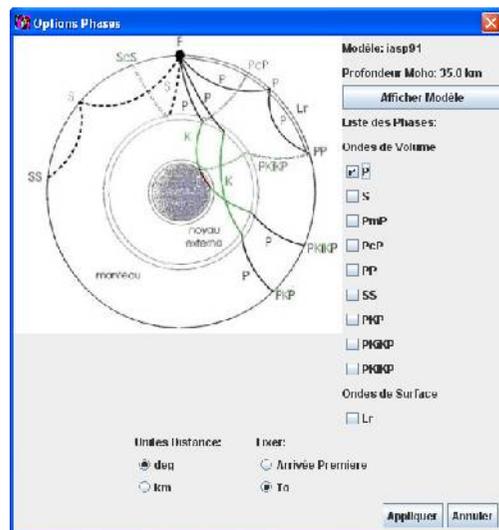
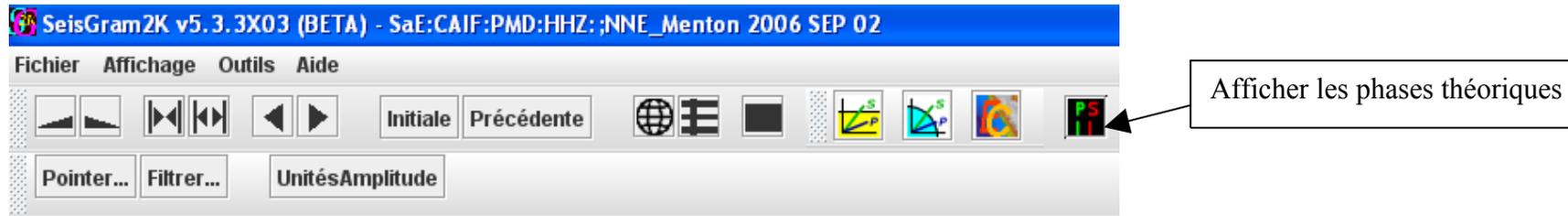
La barre d'outils de SeisGram2K



Les fonctions à afficher si nécessaire

Cliquer sur « Affichage » et cocher l'option choisie

Les temps de parcours : permet d'afficher le bouton caché des temps d'arrivée théoriques calculés d'après le modèle AISP 91



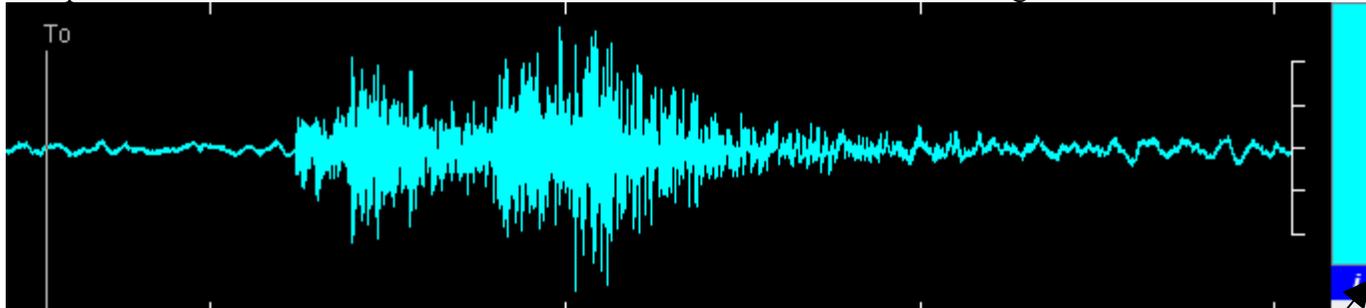
Mode Expert : permet de faire apparaître les boutons cachés Intégrer et Différentier et affichage des phases théoriques



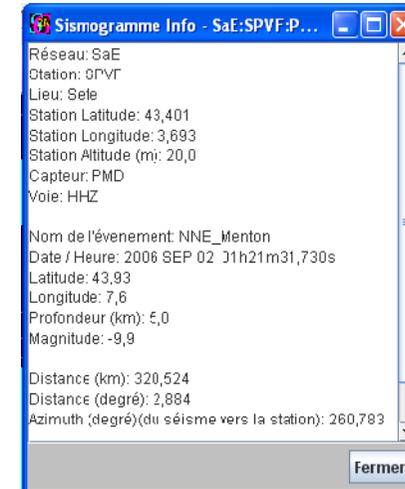
« Intégrer » permet d'obtenir l'amplitude du déplacement à partir de la vitesse de déplacement. « Différentier » fait l'inverse.

La fenêtre Information :

Elle permet d'obtenir les informations concernant le séisme et la station d'enregistrement.



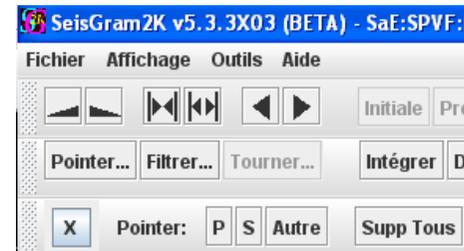
Bouton d'appel de la
fenêtre « Info »



L'outil « Pointer »

Il permet de dépouiller les sismogrammes

Cliquer sur Pointer pour faire apparaître les boutons de l'outil « Pointer »



Cliquer sur l'onde dont on veut le temps d'arrivée (P, S, ou autre) et ensuite aller sur le sismogramme pour pointer son temps d'arrivée. Une barre matérialise le temps d'arrivée de l'onde

