

**TITRE : Sismologie et structure interne du globe
Propagation ondes sismiques
Modèle de Terre PREM**

NOTIONS À CONSTRUIRE

DISCONTINUITÉS DU GLOBE : ZONE D'OMBRE

PRÉREQUIS

ONDES SISMQUES, RAIS SISMQUES

SITUATION PROBLÈME

N'ayant pas accès direct aux zones profondes du globe, comment le trajet des ondes de volume lors de séismes nous apporte des éléments dans la compréhension de la structure di globe

ACTIVITES

Sismogrammes télé-séisme (ex : Peru-Equateur, M=7,5, 22 Février 2019)
Logiciels Educarte, SeisGram2K, et ondes P

STEP by STEP :

1/ On va pointer les temps d'arrivée des ondes de volume (puisqu'elles traversent les zones profondes du globe) sur les trois premières stations ANWA, ANMO et CALF. On fait appel au modèle PREM pour afficher les pointés théoriques des ondes P directes [mode Phases théoriques], et afficher les caractéristiques du parcours des rais sismiques [mode infos Rais].

On constate une augmentation de la vitesse de propagation des ondes P avec la profondeur du globe traversé... d'où une première hypothèse entre caractéristiques physiques et chimiques du globe, et vitesse des ondes de volume.

Remarque : On peut faire cet exercice en ajoutant les ondes S (plus long mais facilitateurs pour l'étude de la zone d'ombre). Et on peut faire cette étape avec tout autre séisme régional pourvu d'avoir des données sur des stations situées à différentes distances.

2/ On peut proposer alors une expérimentation visant à vérifier l'influence de la nature des matériaux dans la propagation des ondes sismiques. Un dispositif classique de cellules piezoélectriques et une interface de lecture [Audacity ou RISSC] permet de mettre en place une telle expérimentation qui conforte le modèle PREM.

3/ On peut alors s'intéresser pour le séisme du Pérou, aux stations les plus lointaines (KOUNC, COCO, KOM). SeisGram2K ne pointe pas d'ondes P directes, ni d'ondes S. Les ondes directes ne parviennent pas aux stations, elles auraient donc rencontré des obstacles dans le globe qui les retardent, les dévient. Un examen du modèle PREM indique la présence d'un noyau en deux parties (externe-liquide, et interne-solide). Des déviations (réflexions et réfractions) aboutissent à des PKP (à COCO) et des PKIKP à KOUNC et à KOM) conformément au modèle PREM. L'absence de PKP à KOUNC et des ondes directes S permet de définir la 'zone d'ombre' qui atteste la présence d'un noyau en deux parties (externe – ralentit les ondes, et interne – ré accélération des ondes)

Une utilisation du logiciel Ondes P (©J.F. Madre) devient complémentaire aux données réelles pour la modélisation de la structure interne du globe terrestre.

SITOGRAFIE ET BIBLIOGRAPHIE

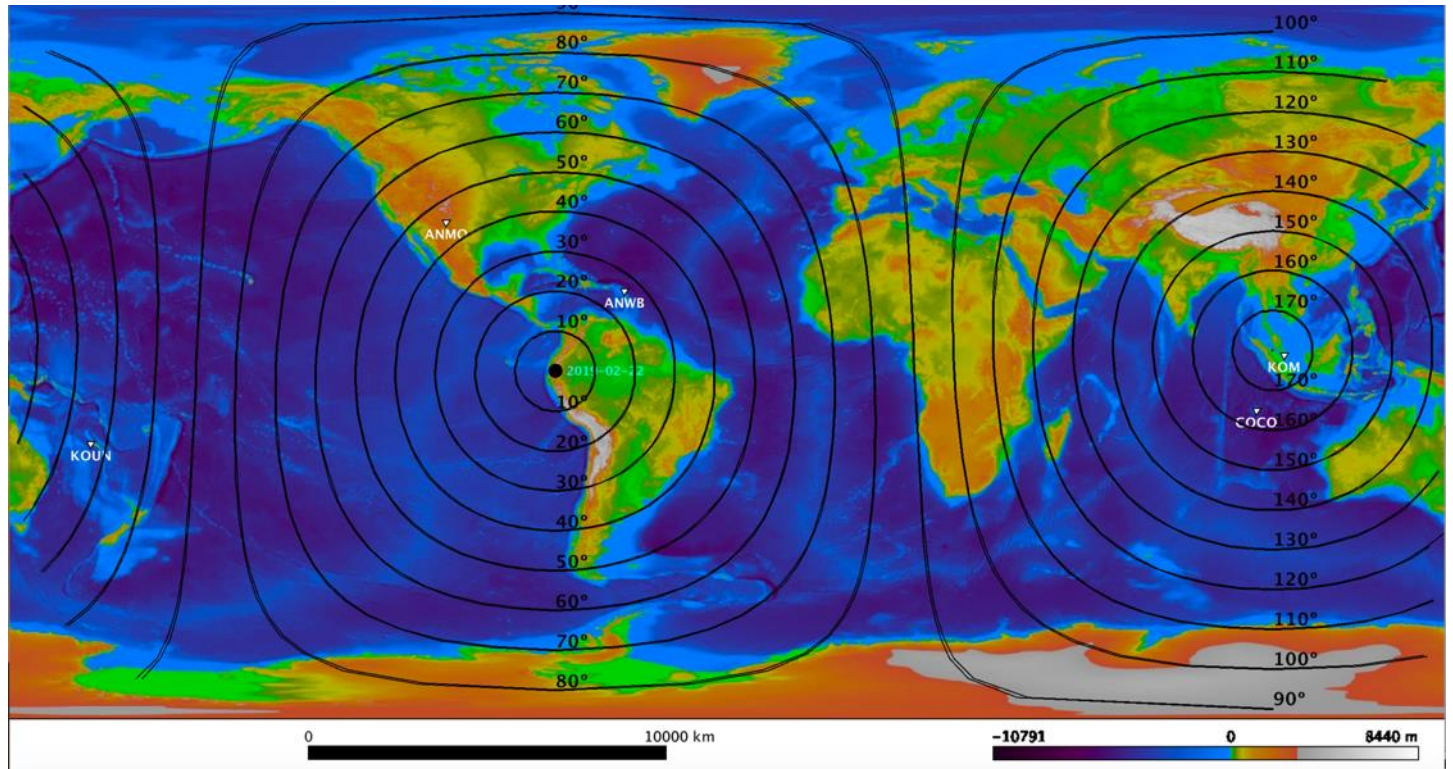
fichier installation logiciels :
<http://edumed.unice.fr/fr/contents/news/tools-lab/logiciels-geosciences>

COMPÉTENCES MOBILISÉES

Pratiquer des démarches scientifiques / interpréter des résultats et en tirer des conclusions
Concevoir, créer, réaliser / Identifier et choisir les outils et les techniques pour garder trace de ses recherches
Concevoir, créer, réaliser / Concevoir et mettre en œuvre un protocole
Pratiquer des langages / Utiliser des outils numériques
Pratiquer des langages / Utiliser des logiciels d'acquisition, de simulation et de traitement de données.

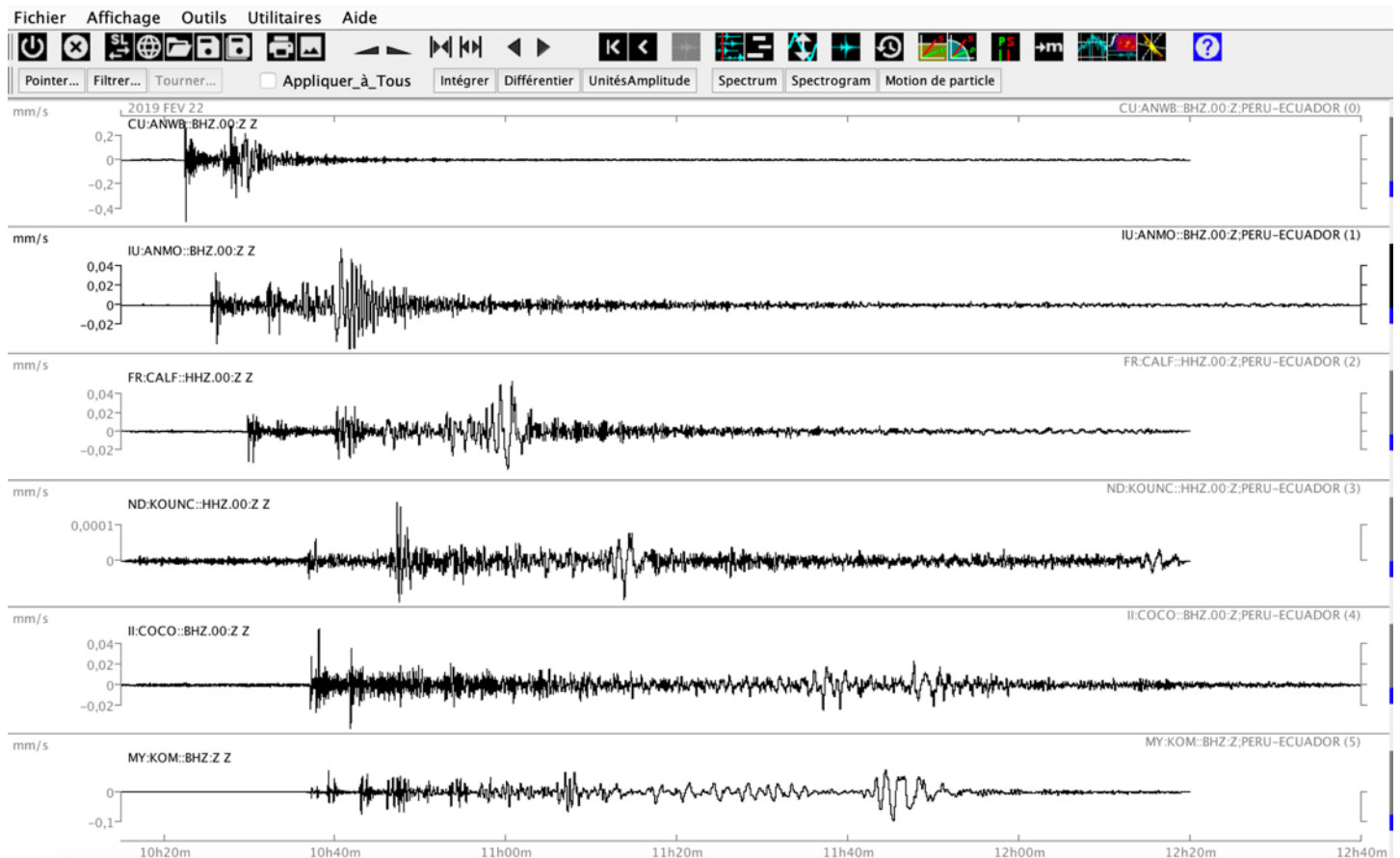
Figure 1 :

1a/ Un séisme puissant ($M=7,5$) et profond (140 kms) du 22 Février 2019, enregistré largement sur le globe. Educarte > ec.quakes > séisme 2019.02.22, étudiées sur stations ANWB, ANMO, CALF, KOUNC, COCO, KOM, on affiche une grille de distance pour situer les stations par rapport à l'épicentre



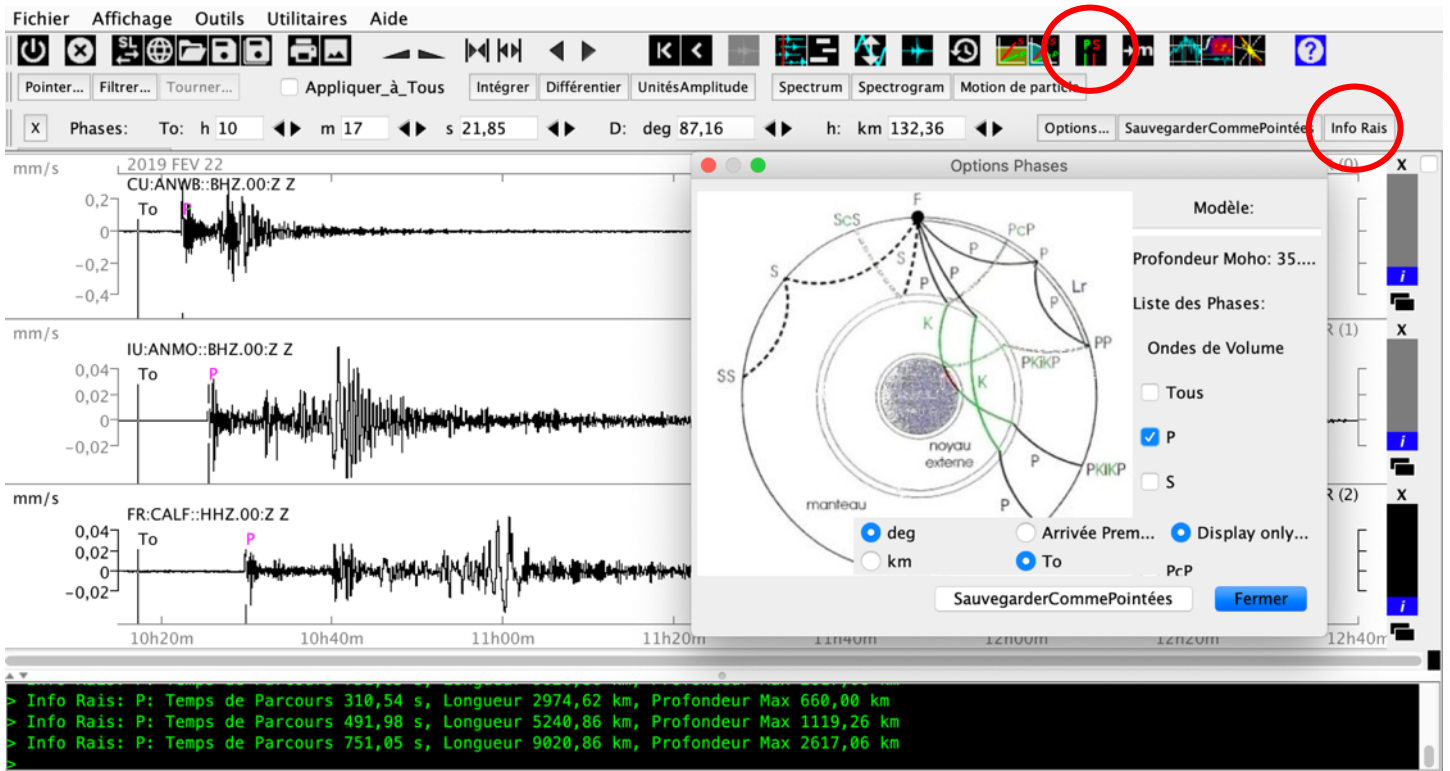
1b/

5 stations choisies distantes de 25° (ANWA), 45° (ANMO), 90° (CALF), 115° (KOUNC), 165° (COCO) et 179° (KOM)
En cliquant sur l'épicentre, les sismogrammes s'affichent sur SeisGram2K (intégré à EduCarte).



1c/

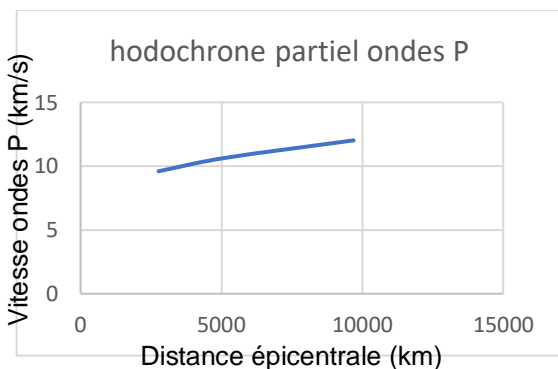
Pointés théoriques des ondes P (selon modèle PREM) sur les stations ANWA (25°), ANMO (45°) et CALF (90°)
 On fait appel au modèle PREM, pour afficher l'arrivée théorique des ondes P (et éventuellement S) sur chaque sismogramme.



En activant, pour chaque sismogramme, l'option 'Infos Rais' dans le menu, on découvre toutes les informations quantitatives sur le parcours des ondes théoriques pointées... d'où le tableau construit ci dessous et le calcul de la vitesse des ondes associé. Seules les trois plus proches stations ($d < 100^\circ$) ont été volontairement traitées.

Résultats de l'analyse des pointés

Station :	Distance épicentrale (deg)	Distance épicentrale (kms)	Longueur parcours (kms)	Temps parcours (sec)	Vitesse ondes P (km/s)
ANWB	24	2769	2975	310	9,60
ANMO	46	5144	5240	492	10,65
CALF	87	9691	9020	751	12,02
	Info sismogramme		Info Rais		calcul



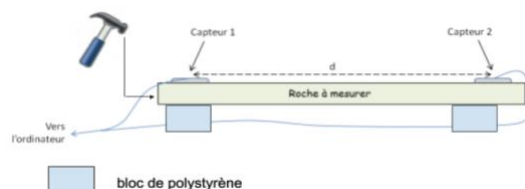
Augmentation de la vitesse de propagation des ondes P en fonction de la distance (donc de la profondeur du manteau).

Un travail similaire peut être fait avec les ondes S. même évolution de la vitesse mais valeurs moindres ($> t_s - t_p$ indicateur de la distance).

Question STEP 2 > le phénomène se poursuit t-il avec la profondeur ?

2/

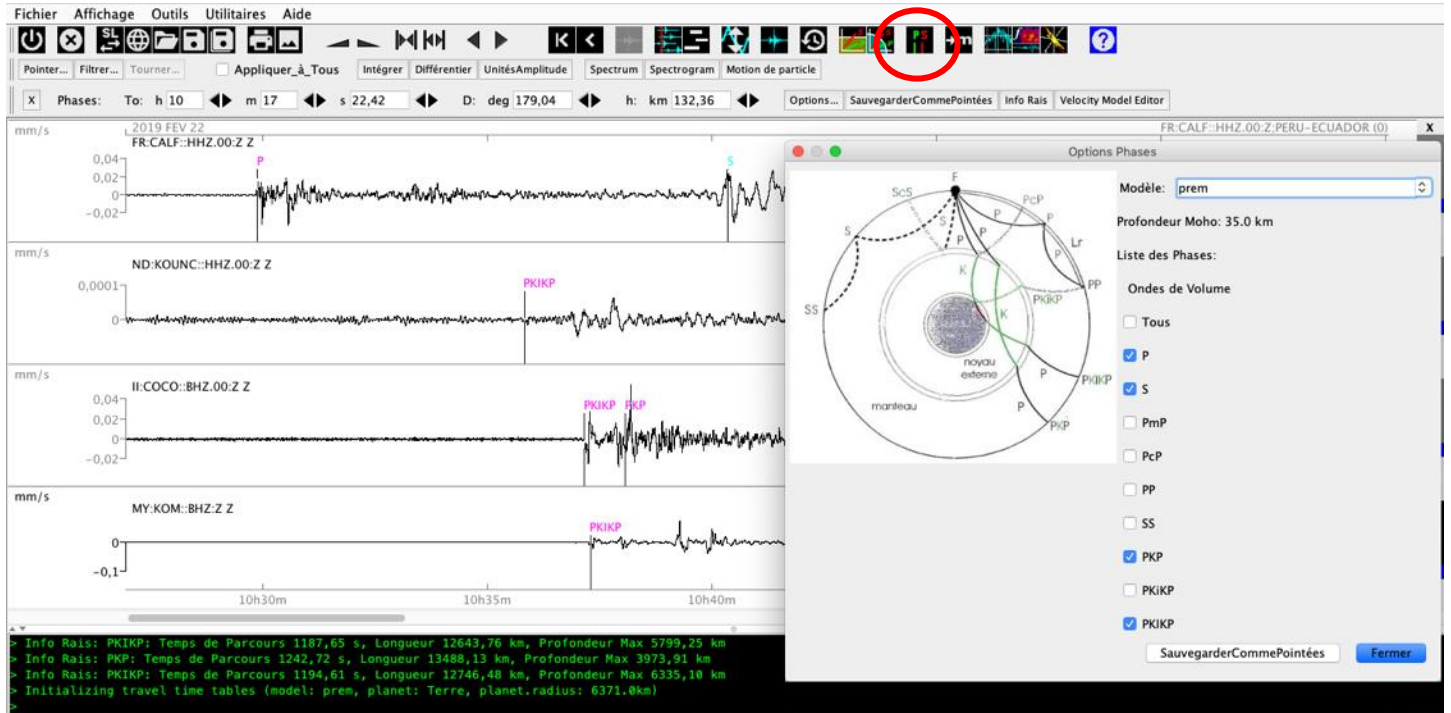
Dispositif expérimental : influence des matériaux sur la vitesse de propagation des ondes sismiques



3/

Phases théoriques des PKP et PKIP sur les stations lointaines (zone d'ombre et au delà)

On découvre l'existence d'ondes P non directes pour les stations au delà de CALF. Le modèle PREM évoque les ondes PKP (traversée du noyau externe) ou PKIKP (traversée de la graine). On positionne ces arrivées d'ondes.



Résultats de l'analyse des pointés

Station :	Distance épicentrale (deg)	Distance épicentrale (kms)	Longueur parcours (kms)	Temps parcours (sec)	Vitesse ondes P (km/s)
KOUNC / PKIKP	115	12880	11653	1106	10,53
COCO / PKIKP	165	18277	12642	1187	10,65
KOM / PKIKP	179	19908	12746	1194	10,67
COCO / PKP	165	18277	13494	1242	10,86
	Info sismogramme		Info Rais		calcul

Diverses conclusions s'imposent sur la zone d'ombre liée à la présence du noyau externe dont on peut estimer le rayon, sur la vitesse et le ralentissement des ondes du à la traversée du noyau externe ...

Conclusions à confronter au modèle usuel avec le Logiciel Ondes P V. 2019 (©J.F Madre) ... sur la clé

