



**Déterminer la distance épacentrale qui sépare la source sismique du sismomètre!**

*Avec le concours d'Aurélien Roques, Lycée Jules Ferry - Cannes*

**Objectif :** La mission InSight se propose d'explorer la structure de la planète Mars à partir de données enregistrées par un seul sismomètre à trois composantes.

Comment peut-on déterminer la distance qui sépare la source sismique du sismomètre alors que sur Terre on utilise pour cela une technique de triangulation avec au moins 3 sismomètres ?

Les chercheurs comptent utiliser une méthode en détectant sur les sismogrammes des temps de passage des ondes de Rayleigh (ondes de surface).

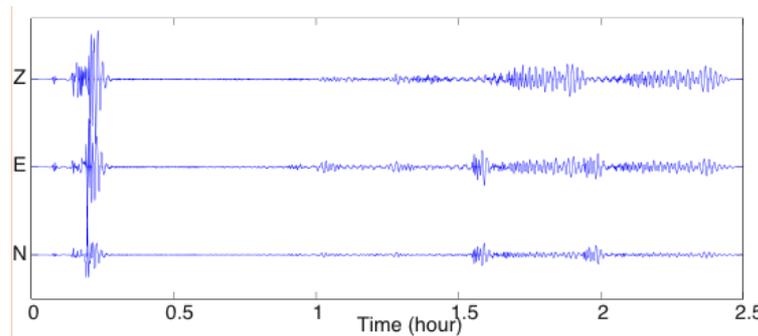
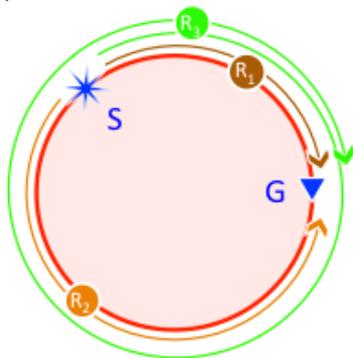
Principe de la méthode :

Les ondes sismiques générées par un événement (rupture, impact ...) sont enregistrées lors de leur passage au niveau du sismomètre. Si le signal est assez fort, et compte tenu que Mars est bien plus petite que la Terre, les ondes de surface peuvent faire plusieurs passages au niveau du sismomètre. Ainsi définit-on R1, R2, et R3.

R1 > le plus court chemin entre source et sismomètre

R2 > le plus long chemin entre source et sismomètre

R3 > un tour complet de la planète après être passé une première fois au niveau du sismomètre.



On peut alors, après avoir pointé R1 (t1), R2 (t2) et R3 (t3), connaissant le rayon R de la planète, évaluer la distance épacentrale :

$$SG = \frac{t_3 - t_2}{t_3 - t_1} \pi R_{Planet}$$

car SG est égal à (t1-t0) x V<sub>Rayleigh</sub> or:

$$SG = \underbrace{\frac{t_3 - t_2}{t_1 - t_0}}_2 \cdot \underbrace{\frac{2\pi R_{Planet}}{V_{Rayleigh}}}_{t_3 - t_1}$$

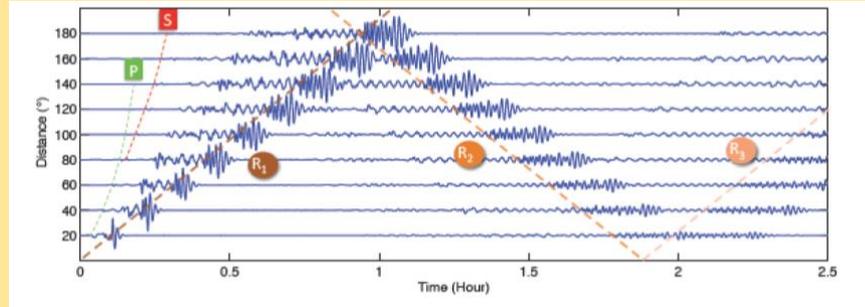
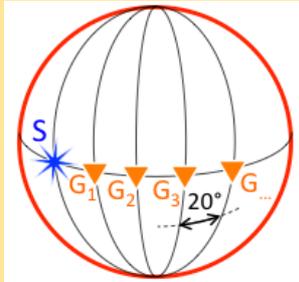
Mars	
Demi-grand axe	227 943 824 km
Périhélie	206 255 215 km
Aphélie	249 232 432 km
Excentricité	0.0934
Inclinaison sur l'écliptique	1.8506°
Période de révolution	686.9601 j
Rayon moyen	3 389.50 km
Aplatissement	0.005
Masse	6.4169x10 <sup>23</sup> kg
Volume	1.6311x10 <sup>11</sup> km <sup>3</sup>
Densité	3.934 g/cm <sup>3</sup>
Gravité de surface	3.71 m/s <sup>2</sup>
Vitesse de libération	5030 m/s
Période de rotation	1.0259 j
Température	-87/-5 °C
Inclinaison de l'axe	25.19°



Déroulement :

### Step 1 – Hodochrone et lecture de sismogrammes

Un exemple de sismogrammes synthétiques provoqués par un séisme S, situé à l'équateur, et enregistré par différents sismomètres (Gi) tous situés sur l'équateur, distants de 20° les uns des autres.



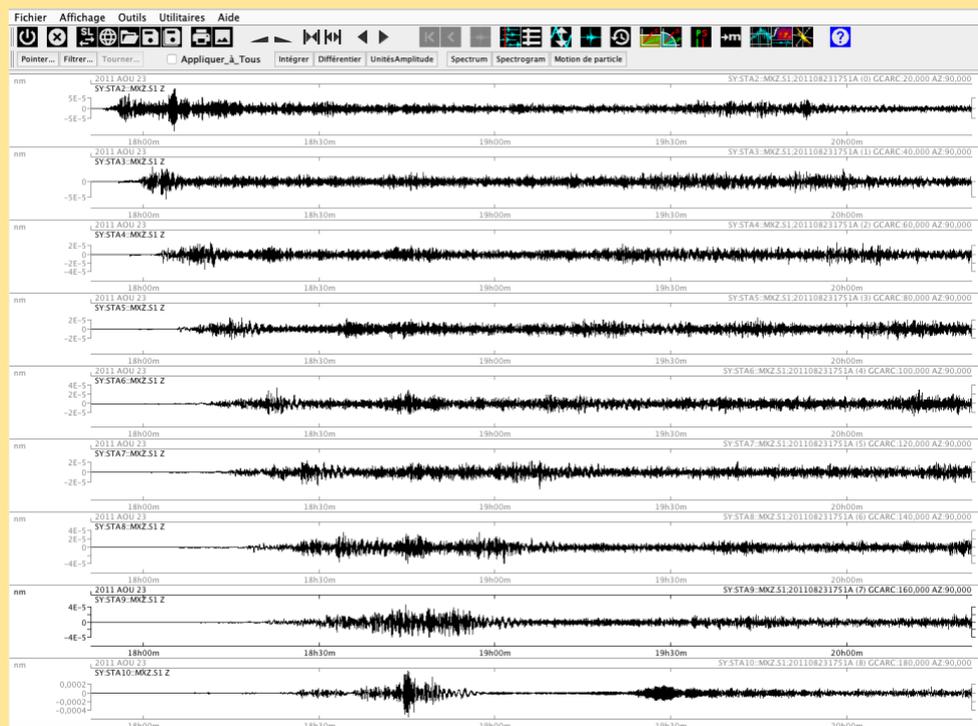
On peut constater que les délais entre R1, R2 et R3 sont liés à la distance épacentrale des différents sismomètres.

On utilise bien évidemment un modèle de vitesse pour réaliser l'hodochrone. Il existe plusieurs modèles. Tous ces modèles devront être mis à l'épreuve des données enregistrées par SEIS.

Merci Ebru Bodzag (Ecole des Mines du Colorado) pour les données synthétiques.

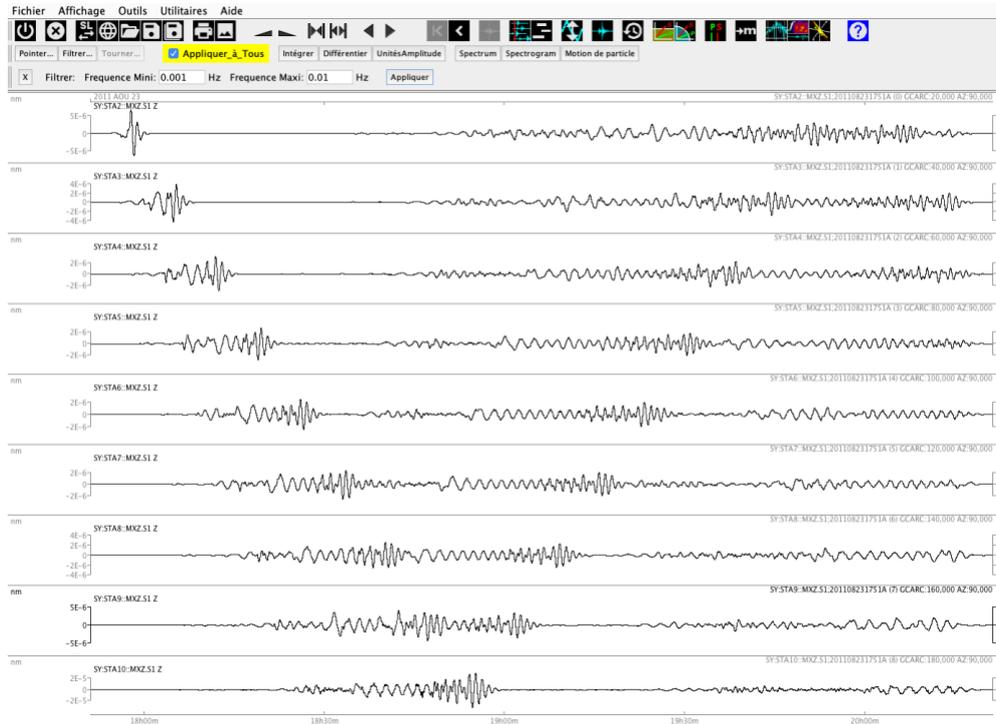
### Step 2 – Localisation de la distance épacentrale à l'aide des pointés Lr (ondes de surface de Rayleigh)

On utilise le logiciel SeisGram2K en module 'Planète Mars'. Le logiciel utilisera donc un modèle de vitesse pour Mars. En ouvrant les données, on devine les ondes de volume et surtout les ondes de surface qui nous intéressent ici.

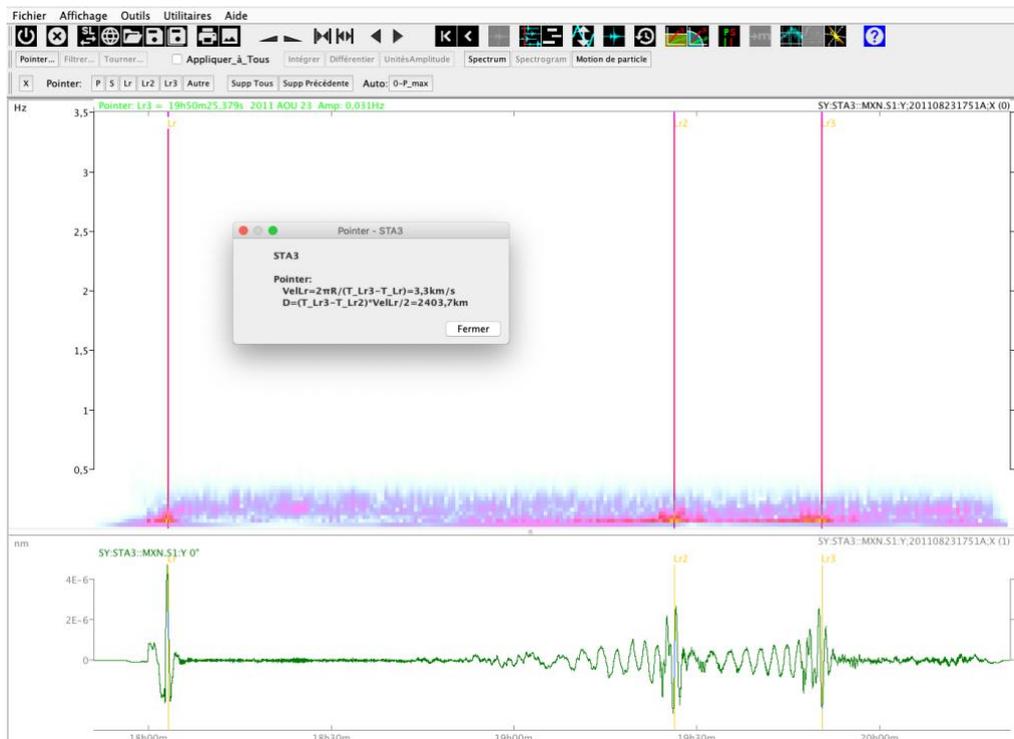




Afin de mieux visualiser les ondes de surface, on peut filtrer tous les tracés entre 0,001 GHz et 0,01. Après un tel filtre, les ondes de surface se visualisent bien mieux.



Enfin pour identifier avec le plus de précision possible des temps d'arrivée Fr1, Lr2 et Lr3, on peut avoir recours au module 'spectrogramme' du logiciel. On sélectionne une station donnée (exemple STA3), et après filtrage, on visualise le spectrogramme.



On obtient une distance épiscoptrale autour de 2400 kms, avec des vitesses d'ondes de Rayleigh de l'ordre de 3,3 km/s. la station STA3 est située dans cette étude de cas à 40° de l'épicentre soit à 2366 kms.