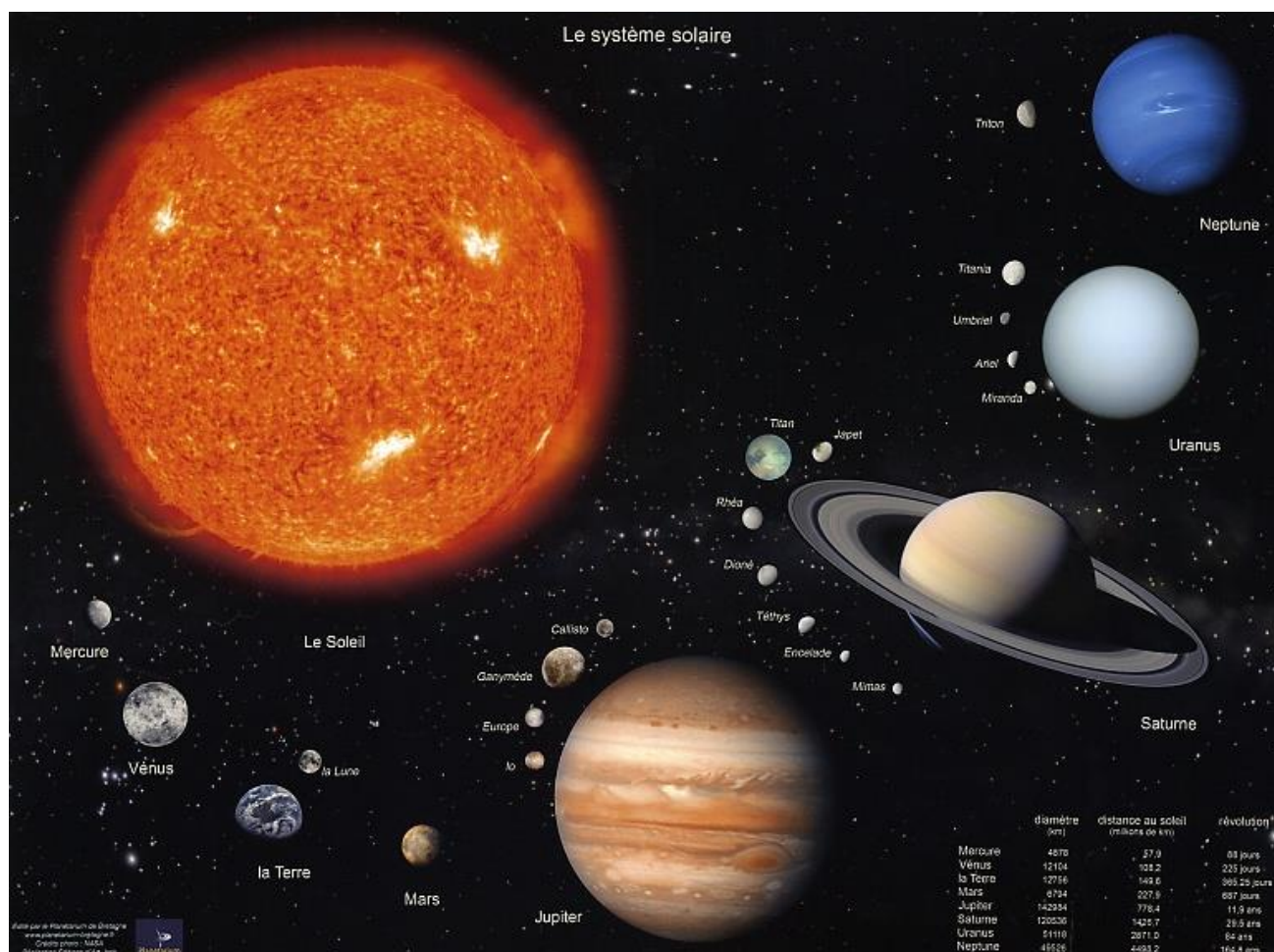


# DES ASTRES ACTIFS

## DANS LE SYSTEME SOLAIRE

Mme Boyer (Mathématiques)

Mme Nély (Sciences de la vie et de la Terre)



**Séance 1 : activité d'un astre (Sciences de la vie et de la Terre)**

**Séance 2 : volcanisme et tectonique (1.) dans le système solaire (Sciences de la vie et de la Terre)**

**Séance 3 : tectonique (2.) dans le système solaire (Sciences de la vie et de la Terre)**

**Séance 4 : construction du tableau récapitulatif (Mathématiques - Sciences de la vie et de la Terre)**

- ⇒ **Récupérez votre boarding-pass pour la mission Insight 2018 et repérez le lieu d'embarquement et d'arrivée sur Mars : recherchez sur Google Mars sa localisation et des informations sur les lieux indiqués.**
- ⇒ **Après avoir répondu et fait les manipulations, vous réaliserez un tableau regroupant toutes vos réponses.**

## **-A- Activité d'un astre :**

- 1. Répertoirez les planètes et leurs satellites dans le système solaire ; préciser la composition globale de chacun et recherchez une coupe de la structure interne de Venus, Terre, Mars, Jupiter, Io, Saturne, Encelade et Titan.**
- 2. Définir l'activité d'une planète en indiquant quelles sont les manifestations possibles de cette activité.**
- 3. Voir PDF : CONF\_FILVERT\_THOMAS .....LIEN**
  - a- Quels astres sont donc considérés comme actifs dans l'état actuel des connaissances ?**
  - b- A quelle condition un astre peut-il présenter une activité telle que celle(s) décrite(s) en 1 ?**
  - c- Quelle est la composition globale d'un tel astre ?**
- 4. Recherchez l'origine de cette activité (interne ou externe).**

## **-B- Volcanisme dans le système solaire :**

**Voir PDF : volcans-système-solaire .....LIEN et la conférence :**

**[http://html5.ens-lyon.fr/Acces/20110315/pierre\\_thomas/video.html#diapo80](http://html5.ens-lyon.fr/Acces/20110315/pierre_thomas/video.html#diapo80)**

- 1. a- Le type de volcanisme est-il le même pour tous ces astres ?**  
**b- Quels sont les volcans comparables à ceux que l'on observe sur Terre ?**
- 2. Recherchez ou réalisez un schéma explicatif commenté pour chacun des deux types, que vous accompagnerez d'un cliché précis d'un volcan (précisez le nom, la localisation précise ...etc. ; enregistrez votre travail en indiquant la source) (choisir un ex. pour la Terre et un pour Titan).**

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Cryovolcan>

<https://www.cieletespace.fr/actualites/un-volcan-de-glace-sur-titan>

<http://planete.gaia.free.fr/astronomie/planetes/titan.vie.html>

[http://www.lemonde.fr/planete/article/2008/12/20/le-volcanisme-glace-de-titan-lune-geante-de-saturne\\_1133489\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2008/12/20/le-volcanisme-glace-de-titan-lune-geante-de-saturne_1133489_3244.html)

<http://www.insu.cnrs.fr/univers/observer-modeliser/espace/huygens-titan/un-volcan-sur-titan>

## -C- Tectonique dans le système solaire :

1. a- Définissez en quelques mots la tectonique.

b- Recherchez des figures de déformation (failles, plis ...etc.) observées à la surface des planètes ou satellites étudiés (précisez le nom, la localisation précise ...etc. ; enregistrez votre travail en indiquant la source).

<http://www.20minutes.fr/high-tech/2153607-20171018-google-maps-dizaines-planetes-peuvent-desormais-etre-explorees>  
<https://www.le-systeme-solaire.net/>

2. Comment mesurer ce type d'activité ?

a- Sur Terre :

a1. Expliquez ce que signifient les trois composantes d'un sismomètre comme celui du lycée Emile Duclaux (station ACDF).

a2. Rappelez les caractéristiques des ondes sismiques (voir séances SISMOS) ; dans quels milieux se propagent-elles ? Vous pouvez illustrer à l'aide des schémas trouvés.  
Aide : <http://svt4vr.e-monsite.com/pages/premiere/la-tectonique-des-plaques/les-seismes.html>

a3. Voir AP SISMOS + fiche technique : étude d'un séisme terrestre à l'aide du logiciel Seisgram .....[LIEN](#)

a4. Deux activités avec le logiciel Geogebra3D en Mathématiques pour localiser un séisme à l'aide des ondes de surface.

### Activité 1 : Méthode de triangulation connaissant la distance de l'épicentre à chacune des stations

La lecture des sismogrammes peut permettre de déterminer une approximation de la distance entre le séisme et le sismomètre. Si on a les indications sur trois sismogrammes dans des lieux différents, on peut localiser le séisme par triangulation en utilisant les trois distances  $d_1$ ,  $d_2$  et  $d_3$  sur la surface de la Terre.

#### **Illustration de la méthode avec le logiciel Geogebra3D :**

a) Dans une page 3D de Geogebra, garder les axes et construire la sphère terrestre comme dans le TP phase 1 avec l'outil « sphère centre rayon » avec O (centre de la Terre). Construire l'Equateur et le méridien origine (Greenwich) avec l'axe rouge.

b) Les coordonnées géographiques des trois stations de sismomètres sont :

S1-ACDF : 2,44 (longitude) ; 44,926 (latitude)

S2-CANB : 149,13 ; -35,31

S3-VLIB 35,48 ; 33,88

Les positionner sur la figure à l'aide de la barre de saisie.

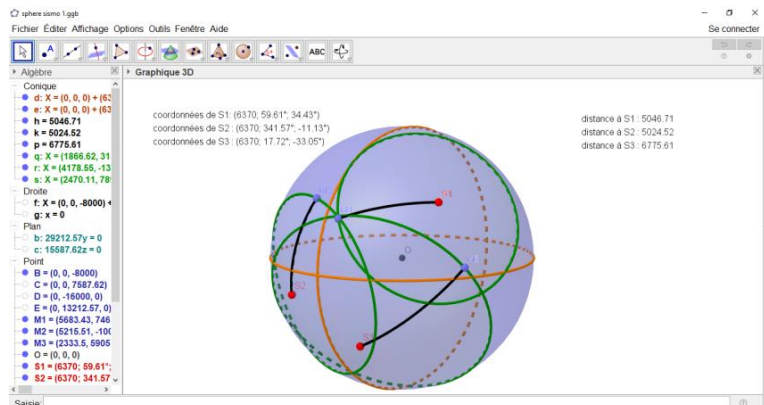


c) Positionner sur le globe avec « point sur surface » trois points M1 ; M2 et M3. Avec l'outil centré au centre de la Terre, joindre chacun des points aux points S de la station correspondante et faire apparaître la longueur de chacun des trois arcs de cercles en utilisant le bouton « texte ».

En prenant pour exemple :  $D_1 = 5\,867,801$  km ;  $D_2 = 11\,159,841$  km et  $D_3 = 2\,977,664$  km, utiliser ces compteurs pour déplacer et positionner vos points M à la bonne distance des points S.

Combien y-a-t-il de positions possibles ?

- d) Construire les trois sphères centrées en chacun des points S passant par le point M correspondant. Quelle propriété vérifient tous les points de la sphère par rapport à son centre ?
- e) En utilisant le bouton « intersection de surfaces », ne garder que les cercles correspondant à leur intersection avec la Terre. Localiser l'endroit estimé du séisme sur la surface de la Terre. Rechercher l'endroit sur un planisphère et/ou sur un globe.
- f) En s'aidant de la fenêtre algèbre de Geogebra, quel système d'équations doit-on résoudre pour déterminer le point d'intersection des trois sphères ? Combien y-a-t-il d'inconnues ? Ce n'est pas un problème facile mais que l'on peut résoudre par le calcul.



**Activité 2 : Méthode utilisant la synchronisation de tous les sismomètres**

Les sismomètres actuels sont tous synchronisés sur des horloges précises. On suppose qu'un séisme se produit à un instant  $t_0$  inconnu, en un lieu inconnu  $M_0$  à la surface de la Terre. On suppose que les ondes de surface se propagent à une vitesse constante  $v$  depuis ce séisme. On choisit trois sismomètres  $S_1, S_2$  et  $S_3$  qui ont reçu les ondes de surface aux instants  $t_1, t_2$  et  $t_3$ .

**Illustration de la méthode avec le logiciel Geogebra3D :**

1) Retrouver à l'aide d'internet les coordonnées géographiques des trois lieux  $S_1, S_2$  et  $S_3$ . Construire sur une page blanche de Geogebra3D une sphère représentant la Terre et ces trois points à l'aide de la barre de saisie. Construire un point M sur la sphère et le relier par trois arcs de cercles (centre-deux points) aux points  $S_1, S_2$  et  $S_3$ . Nommer  $D_1, D_2$  et  $D_3$  les longueurs de ces trois arcs de cercles.

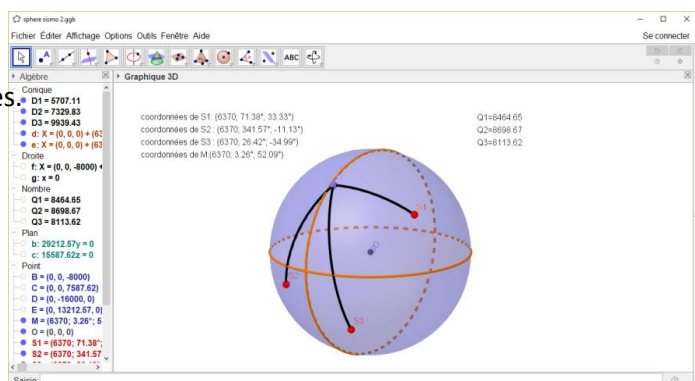
2) Ouvrir le logiciel SeisGram2K pour réaliser, à partir des sismogrammes sélectionnés disponibles sur le serveur, les pointés permettant de déterminer le décalage des instants d'arrivée des ondes de surface L au niveau de chacun des sismomètres  $S_1, S_2$  et  $S_3$ .

$t_2 - t_1 \approx \dots\dots\dots$  ,  $t_3 - t_2 \approx \dots\dots\dots$  et  $t_3 - t_1 \approx \dots\dots\dots$

3) On appelle  $d_1, d_2$  et  $d_3$  les distances de l'épicentre  $M_0$  à chacun des sismomètres  $S_1, S_2$  et  $S_3$ . Justifier que  $d_1 = v(t_1 - t_0)$  et trouver deux autres relations pour  $d_2$  et  $d_3$ . A l'aide de ces trois relations prouver par un calcul algébrique que :  $\frac{d_3 - d_1}{t_3 - t_1} = v$  , puis trouver deux autres relations du même type. Exprimer cette relation avec des mots en rapport avec le problème concret énoncé.

4) A l'aide de la commande « texte », faire afficher sur votre figure Geogebra les trois nombres :  $Q1 = \frac{D_3 - D_1}{t_3 - t_1}$  ;  $Q2 = \frac{D_2 - D_1}{t_2 - t_1}$  et  $Q3 = \frac{D_3 - D_2}{t_3 - t_2}$  puis déplacer le point M sur la sphère pour que ces trois nombres soient sensiblement égaux. Conclusion ?

5) Comparer la position de  $M_0$  obtenue à l'aide du logiciel et la position donnée par les sismologues



**b- Sur Mars :**

<https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geologie-dix-questions-seismes-1666/page/5/>  
<https://www.cieletespace.fr/actualites/tremblements-de-terre-recents-sur-mars>

**b1. Principe de la méthode que les chercheurs comptent utiliser pour localiser un séisme à l'aide du sismomètre envoyé sur Mars lors de la mission Insight :**

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

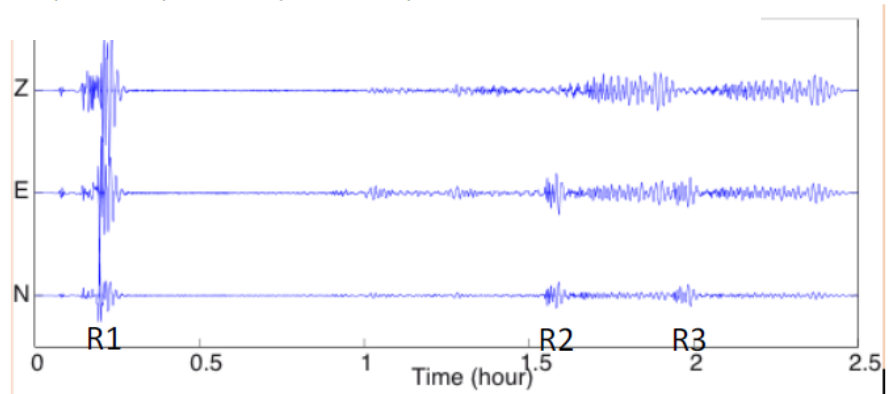
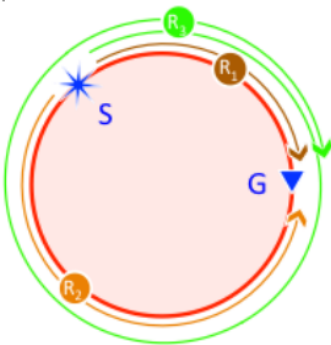
Principe de la méthode :

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 ( $t_1$ ), R2 ( $t_2$ ) et R3 ( $t_3$ ), connaissant le rayon  $R$  de la planète, évaluer la distance épacentrale :

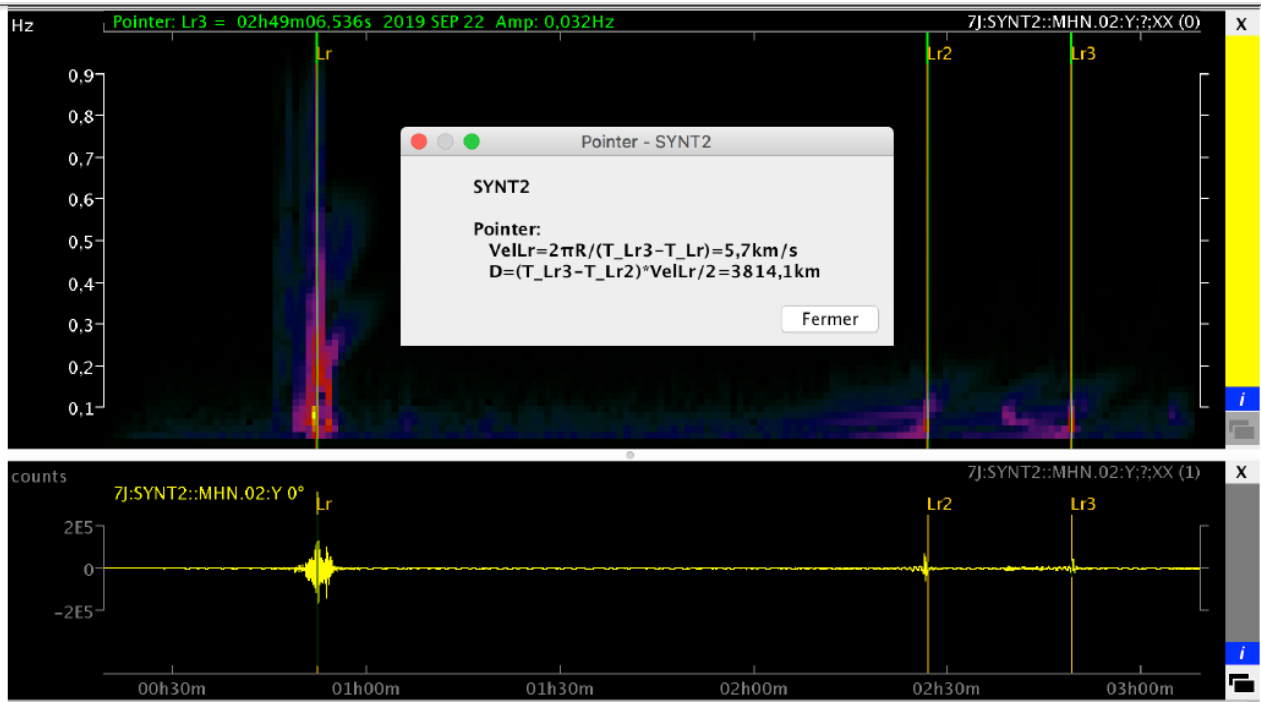
$$SG = \frac{t_3 - t_2}{t_3 - t_1} \pi R_{Planet}$$

car  $SG$  est égal à  $(t_1 - t_0) \times V_{Rayleigh}$  or :

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

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°

Simulation de relevé :



On obtient  $t_3 - t_2$  de l'ordre de 23min et  $t_2 - t_1$  de l'ordre de 1h20min, donc une distance épacentrale de l'ordre de  $55^\circ$ .

#### Questions :

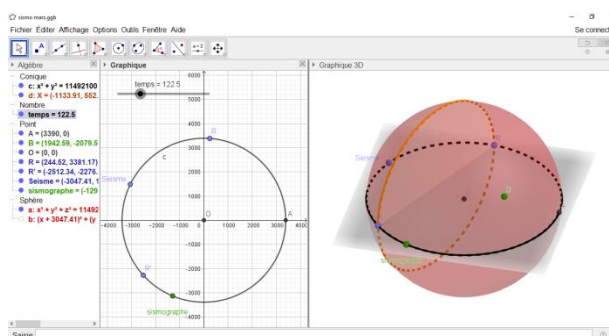
- 1) Pourquoi la méthode de triangulation ne pourra pas être utilisée lors de la mission Insight pour localiser un séisme sur Mars?
- 2) Quel avantage des caractéristiques de la planète Mars peut-on utiliser pour espérer palier à l'impossibilité d'utiliser la méthode de triangulation ? comparer les équateurs des deux planètes.
- 3) Refaire un schéma pour comprendre et expliquer le principe utilisé, positionner le centre de Mars sur le schéma. Quel inconvénient de la méthode voit-on au niveau de la propagation des ondes ?
- 4) Retrouver la formule donnée dans le texte à l'aide de vos connaissances de seconde (ce n'est pas compliqué mais il faut bien poser le problème et analyser le schéma)
- 5) En utilisant la formule, retrouver le résultat donné dans l'exemple à partir des informations lues sur le relevé. Pourquoi le résultat est-il donné en degré ? Faire un schéma pour montrer les zones possibles pour l'épicentre du séisme à partir du lieu « d'amarsissage ».

- 6) **Illustration de la méthode avec le logiciel Geogebra3D** : construire une animation du trajet des ondes de surface à partir d'un séisme et de la position du sismomètre (On pourra finir lors de la phase 3 production).

Aide :

- a) Reprendre le TP geogebra (phase 1) sur les trajectoires des planètes.
- b) Commencer par une figure 2D avec un cercle correspondant à l'équateur martien et animer deux points sur cet équateur (avec un même point de départ) en utilisant la vitesse des ondes de Raleigh calculée avec les données du sismogramme (n'oubliez pas de construire un curseur correspondant au temps).
- c) Ensuite passer à la fenêtre 3D, dans laquelle l'animation doit apparaître et construire la planète Mars. Simuler le déplacement d'une onde de surface à partir d'un séisme par intersection de deux sphères.
- d) Positionner un sismomètre à  $55^\circ$  de l'origine du séisme et vérifier la cohérence des relevés.

- e) Positionner le sismomètre à un autre endroit sur Mars et prévoir le relevé obtenu.
- f) Fignoler la figure...



**b2. Voir AP SISMOS + fiche technique** : dans la liste de séismes « synthétiques » proposée, repérez un séisme « martien », faites des captures d'écran et expliquez comment vous avez pu l'identifier.

**c- Sur Titan :**

Voir le vidéogramme du CNRS « Sous les brumes de Titan »

- c1. Les instruments embarqués sur la sonde Cassini-Huygens permettent-ils d'évaluer ce type d'activité ?
- c2. Imaginez quel devra être l'équipement d'une prochaine mission.

**Conclusion : réalisez le tableau demandé.**