

A5 ONDES SISIMIQUES ET EPICENTRE D'UN SEISME

L'épicentre d'un séisme peut être déterminé en connaissant la célérité des différents types d'ondes sismiques et en exploitant les sismogrammes enregistrés dans au moins trois stations différentes.

**OBJECTIF** Localiser la source d'une onde sismique à l'aide de sismogrammes.

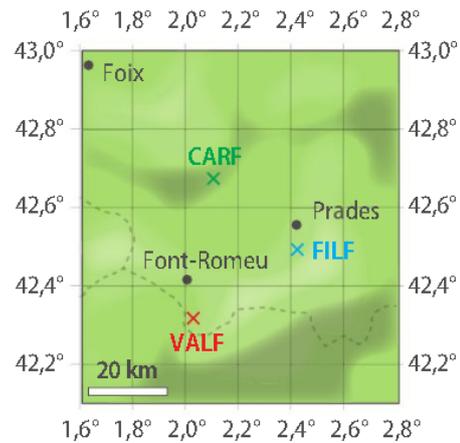
**Doc. 1** Détermination de l'épicentre par triangulation

- Une des méthodes de détermination de l'épicentre d'un séisme est la méthode des cercles, utilisant les enregistrements des ondes P et S émises lors du séisme.
- Les ondes P se propagent dans les solides et liquides avec une célérité moyenne  $v_p = 6,0 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ . Les ondes S se propagent uniquement dans les solides avec une célérité moyenne  $v_s = 3,4 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- L'instant exact du séisme étant difficilement accessible directement, on mesure le délai de réception par le sismographe de la station A des ondes S par rapport aux ondes P. Connaissant  $v_s$  la célérité des ondes S et  $v_p$  celle des ondes P, on détermine  $d_A$  la distance entre le sismographe et l'épicentre. L'épicentre se trouve donc sur un cercle de rayon  $d_A$  autour de la station. On fait de même avec les données de deux autres stations B et C.

**Doc. 2** Carte globale

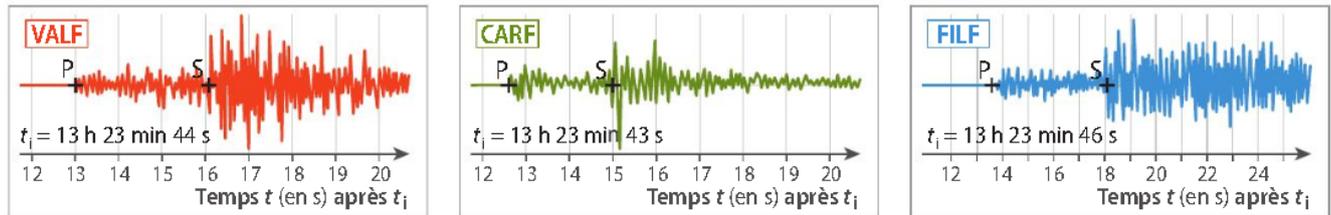
Carte globale  
hatier-clic.fr/pc1334

Trois stations dans les Pyrénées : VALE, CARF et FILF



**Doc. 3** Sismogrammes

Sismogrammes du même séisme enregistrés dans trois stations situées dans les Pyrénées : VALE, CARF et FILE.



**Questions**

- Sur chaque sismogramme (doc. 3), mesurer la date d'arrivée  $t_s$  des ondes S et la date d'arrivée  $t_p$  ondes P. Présenter les résultats dans un tableau.
- On appelle  $t_0$  la date d'émission du séisme. Pour une station donnée, exprimer sa distance  $d$  à l'épicentre en fonction de  $t_0$ ,  $t_s$  et  $v_s$  d'une part, en fonction de  $t_0$ ,  $t_p$  et  $v_p$  d'autre part.
- La date  $t_0$  n'est pas connue. Utiliser les relations précédentes pour exprimer  $d$  en fonction de grandeurs connues. Compléter le tableau de la question a avec les valeurs de  $d$  pour chaque station.
- Imprimer la carte globale fournie (doc. 2 [hatier-clic.fr/pc1334](http://hatier-clic.fr/pc1334)) et en déduire sur la carte la position de l'épicentre du séisme.

**Bilan**

- Faire un schéma de principe résumant la méthode utilisée. Pourquoi trois stations sont-elles nécessaires (doc. 1) ?
- Le lieu réel de production des ondes n'est pas l'épicentre du séisme, à la surface de la Terre, mais son hypocentre, en profondeur. En déduire les limites de la méthode utilisée et commenter sa précision.
- En quoi la nature des milieux de propagation peut-elle expliquer en partie les différences de célérité des ondes P et S ?

## ⑤ Détermination de l'épicentre d'un séisme

a.

	VALF	CARF	FILF
$t_s$	13 h 24 min 00 s	13 h 23 min 58 s	13 h 24 min 04 s
$t_p$	13 h 23 min 57 s	13 h 23 min 55,5 s	13 h 23 min 59,5 s

ts-tp	3 s	2,5 s	4,5 s
-------	-----	-------	-------

b. La durée du trajet de l'onde S est  $t_s - t_0$ . La distance qu'elle parcourt est donc  $d = v_s(t_s - t_0)$ .

De même,  $d = v_p(t_p - t_0)$ .

c. On exprime  $t_0 = \frac{v_s t_s - d}{v_s} = \frac{v_p t_p - d}{v_p}$  donc  $d = \frac{v_s v_p (t_s - t_p)}{v_p - v_s}$ .

	VALF	CARF	FILF
$d$	24 km	20 km	35 km

$$t_s - t_0 = d/v_s \quad t_0 = t_s - d/v_s$$

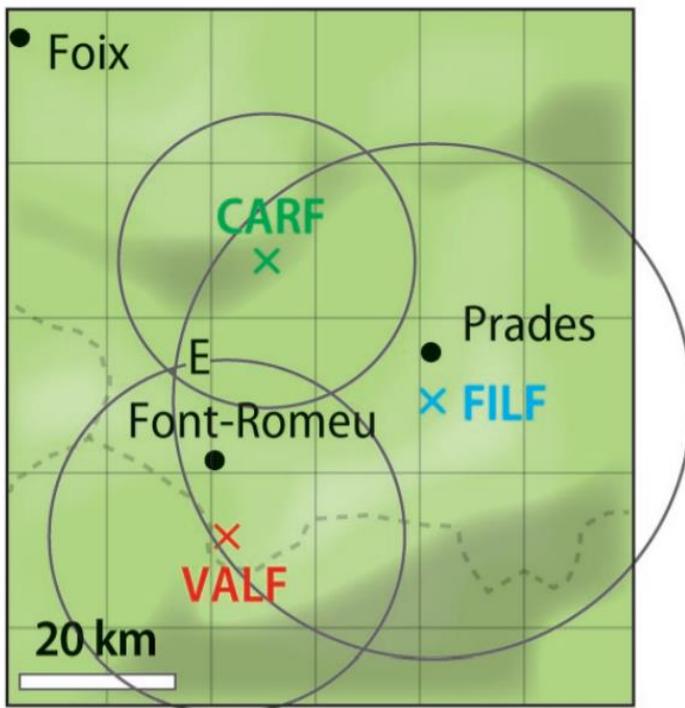
$$t_p - t_0 = d/v_p \quad t_0 = t_p - d/v_p$$

$$t_s - d/v_s = t_p - d/v_p$$

$$t_s - t_p = -d/v_p + d/v_s = d(1/v_s + 1/v_p)$$

$$d = \frac{t_s - t_p}{\left(\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p}\right)}$$

d. L'épicentre est repéré par le point E sur la carte, intersection des trois cercles.



## Bilan

- Voir le schéma ci-dessus.
- En réalité, ce point E correspond au point en surface de la Terre situé à la verticale de l'épicentre. Ceci limite la précision car les distances  $d$  mesurées ne sont pas en surface de la Terre. Et la méthode ne permet pas de connaître la position réelle du séisme en profondeur.
- La rigidité et la densité des matériaux de propagation des ondes P et S peut expliquer leur différence de célérité.

Pour consolider Essayer de faire l'exo 34 p301...même style !