

## Séquence 8 : Ondes et signaux

### AD 23 Déterminer l'épicentre d'un séisme :

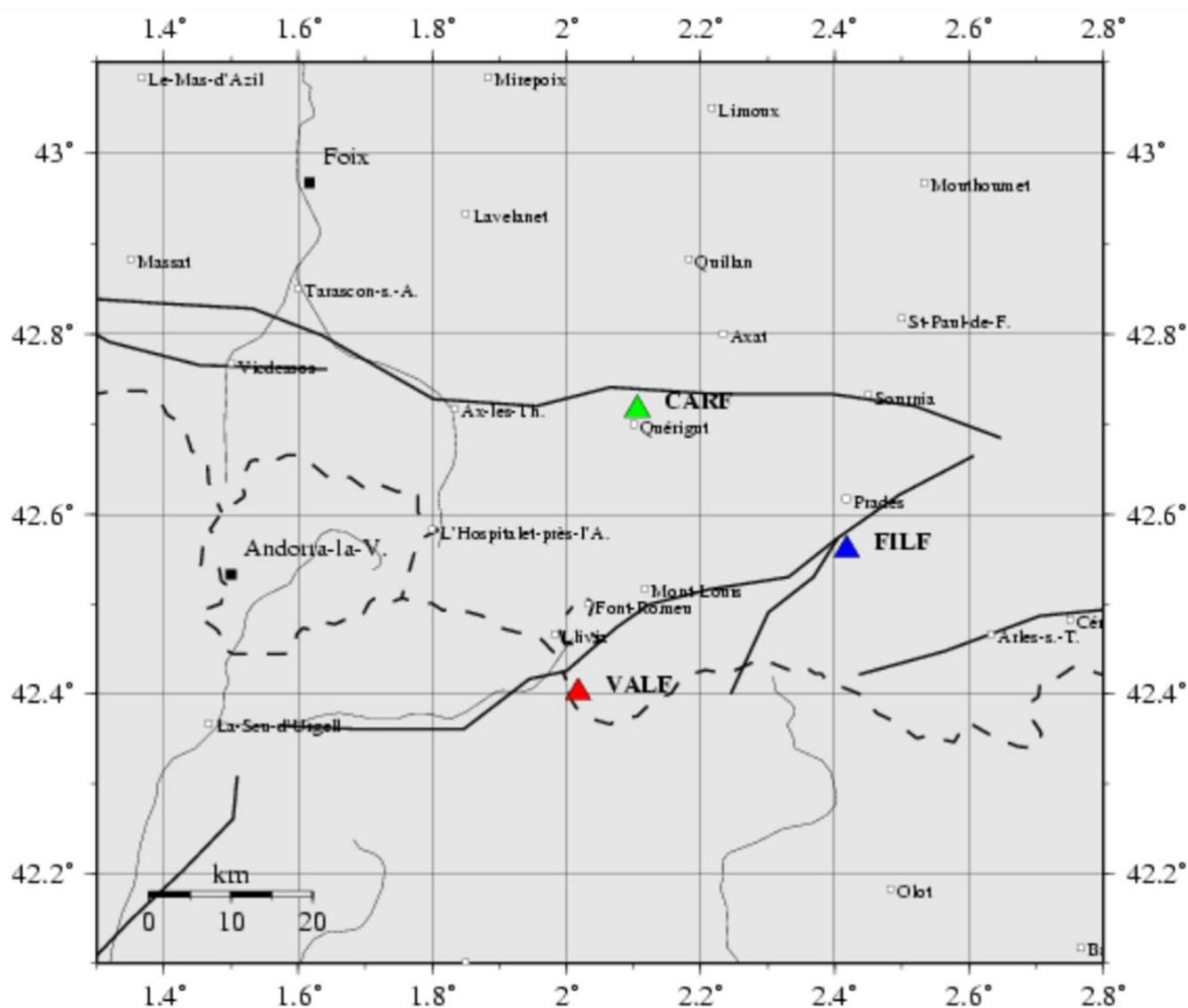
En mars 1999 un séisme a été détecté dans la région de Font-Romeu (66), on se propose de déterminer la position de son épicentre.

#### Définition :

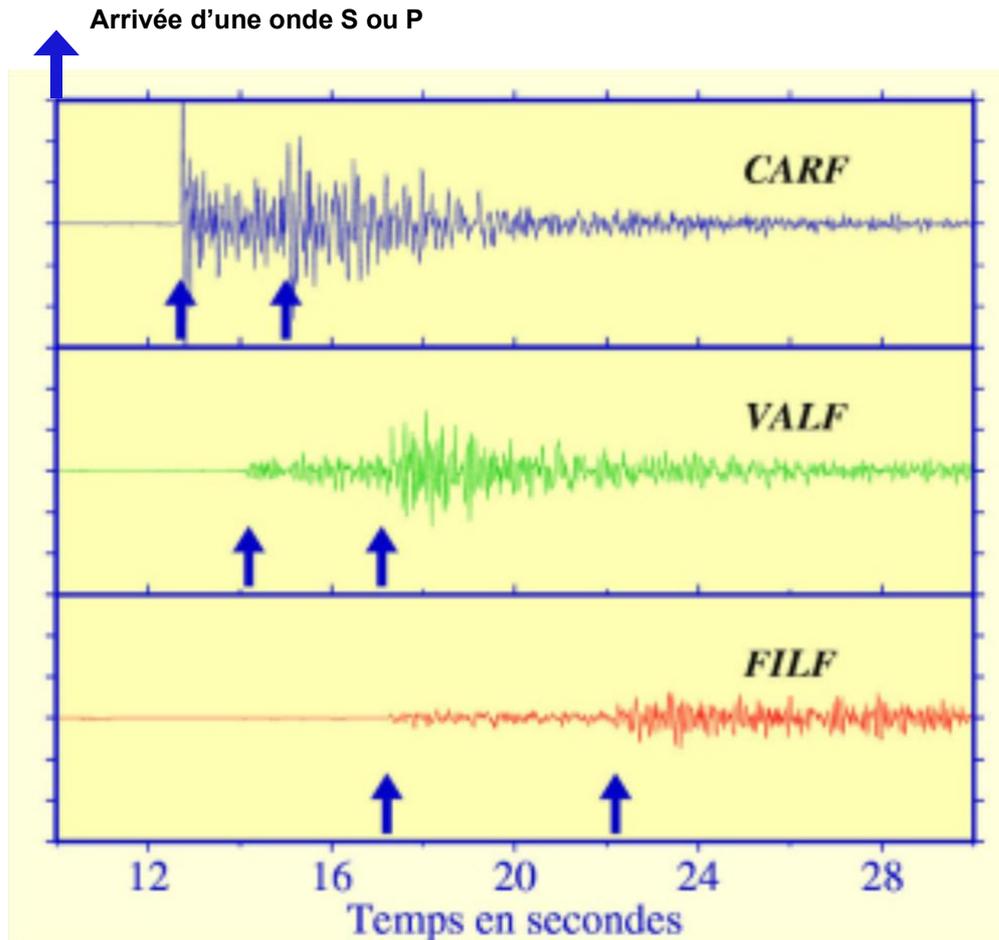
L'épicentre d'un séisme est le point de la surface de la Terre à la verticale du foyer du séisme.

Document 1 : la carte de la région de Font-Romeu :

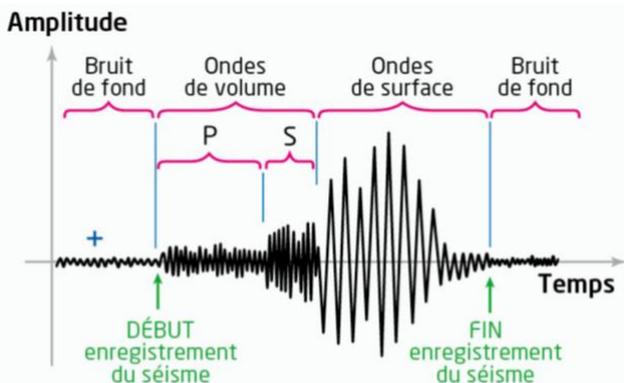
Positions des sismographes : ▲ station CARF ▲ station VALF ▲ station FILF



**Document 2** : enregistrements des sismographe le jour du séisme

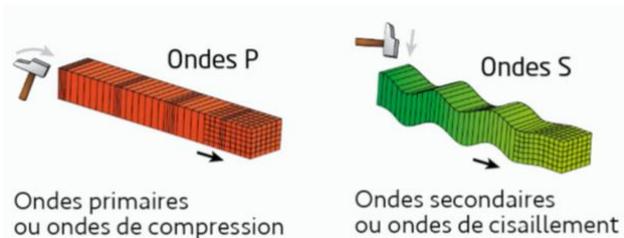


**Document 3** Lecture d'un sismogramme



Un **sismogramme** est une représentation graphique du mouvement du sol suite à l'arrivée de trains d'ondes sismiques se propageant depuis le foyer du séisme. On distingue les **ondes sismiques de volume** des **ondes de surface**.

**Document 4** : Caractéristiques des ondes sismiques de volume :

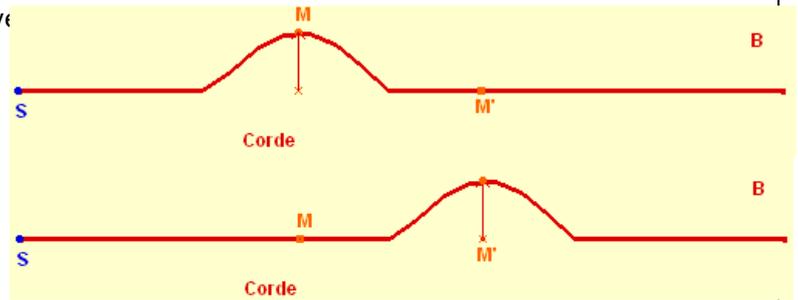


Les **ondes de volume** se propagent dans toutes les directions et dans tout le volume du globe.  
Les **ondes P** se propagent dans tous les milieux alors que les **ondes S** ne se propagent pas dans les liquides. Leur célérité varie en fonction des milieux traversés (croûte terrestre, manteau inférieur, supérieur, noyau...). Dans la croûte terrestre, la célérité moyenne des ondes P est de  $6,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  et, en moyenne, elle est 1,75 fois plus grande que la célérité des ondes S.

**Donnée** célérité d'une onde mécanique progressive

Lorsqu'une perturbation se propage le long d'une corde à la vitesse  $v$  à partir d'une source  $S$ , elle passe d'abord en  $M$  puis en  $M'$ .

On appelle retard du passage de la déformation Le temps  $\tau$  mis par la perturbation pour aller de  $M$  à  $M'$ .



La vitesse de propagation de l'onde, appelée **célérité** de l'onde est alors :

$$v = \frac{MM'}{\tau}$$

avec  $v$  en m/s ,  $MM'$  en m et  $\tau$  en s

1- (APP) Utiliser le document 4 pour caractériser les différentes ondes sismiques de volume :

Nom de l'onde	Milieux de propagation	Célérité dans la croûte terrestre	Transversale ou longitudinale	1, 2 ou 3 dimensions
ondes de volume S	ne se propagent pas dans les liquides	$V_p/V_s = 1,75$ $\Rightarrow V_s = V_p / 1,75$ $\Rightarrow V_s = 3,4 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ .	ondes de cisaillement donc transversales	3 dimensions
ondes de volume P	dans tous les milieux	$V_p = 6,0 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$	ondes de compression donc longitudinales	3 dimensions

2- (REA) On note :

$t_0$  l'instant auquel s'est produit le séisme

$t_p$  la date d'arrivée des ondes P à la station d'étude sismique

$t_s$  la date d'arrivée des ondes S à la station d'étude sismique

$d$  la distance entre la station d'étude sismique et le foyer du séisme (assimilé à l'épicentre).

a- Exprimer la célérité  $V_p$  des ondes P en fonction de  $d$ ,  $t_0$  et  $t_p$

$$C_p = d/(t_p - t_0)$$

b- Exprimer la célérité  $V_s$  des ondes S en fonction de  $d$ ,  $t_0$  et  $t_s$

$$C_s = d/(t_s - t_0)$$

c- En déduire que la distance  $d$  s'écrit :  $d = \frac{C_p \times C_s}{(C_p - C_s)} (t_s - t_p)$

$$C_p = d/(t_p - t_0) \Rightarrow \text{Equation 1 : } t_p = t_0 + d/C_p$$

$$\text{De même} \quad \text{Equation 2 : } t_s = t_0 + d/C_s$$

On soustrait les membres de gauche des 2 équations, l'égalité reste conservée aussi on obtient la différence des membres de droite.

$$\Rightarrow t_s - t_p = d/C_s - d/C_p$$

$$\Rightarrow t_s - t_p = d \times (1/C_s - 1/C_p) \Rightarrow d = (C_p \times C_s) \times (t_s - t_p) / (C_p - C_s) \text{ cqfd}$$

3- (ANA-RAI-COM) En expliquant votre démarche, localiser l'épicentre du séisme sur la carte du document 1.

**DEMARCHE :**

Pour trouver la position de l'épicentre (assimilé à la position du foyer), on cherche la distance  $d$  à laquelle chaque station se trouve de la source des ondes sismiques. Ensuite on trace le cercle centré sur chaque station et de rayon  $d$ . L'intersection des 3 cercles sera le foyer du séisme.

**RESOLUTION :**

Doc 2 : en tenant compte de l'échelle, on détermine  $t_s - t_p$  pour chaque sismographe :

Station	CARF	FILF	VALF
$t_s - t_p$	2,3 s	5 s	2,9 s

On utilise la formule démontrée à la question précédente pour calculer la distance station-foyer :

Station	CARF	FILF	VALF
$d$	18 km	39,2 km	22,8 km

On trace les trois cercles en utilisant l'échelle, à l'étoile ★ l'épicentre !

