

Vitesse sismique et structure de la Terre

ENREGISTREMENT DES ONDES SISMQUES SUR UN SISMOGRAMME

Les ondes sismiques se propagent dans toutes les directions de l'espace à partir du foyer du séisme. En un point donné de la surface terrestre, au niveau d'une station d'enregistrement, la direction de propagation des ondes n'a aucune raison d'être verticale ou horizontale (c'est-à-dire sur une direction du sismomètre).

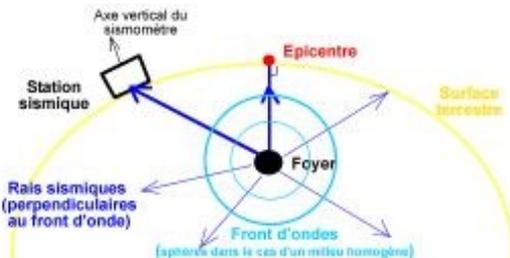


Figure 1 : Représentation schématique de la propagation des ondes sismiques à partir du foyer du séisme. La direction de propagation des ondes est représentée par les rais sismiques.

Le sismomètre enregistre les déplacements du sol dans les trois directions de l'espace (axe Z ou V : vertical, axe E ou EO : axe Est-Ouest, axe N ou NS : axe Nord-Sud). Certains sismomètres n'enregistrent les déplacements que dans une direction, d'autres peuvent enregistrer en même temps les déplacements dans les trois directions. Ces déplacements sont liés aux directions de vibration des ondes.

La **direction de vibration de l'onde P étant parallèle à la direction de propagation** et la direction de propagation n'étant pas forcément perpendiculaire à la surface du sol, on peut enregistrer un déplacement lié au passage de l'onde P sur les 3 axes du repère (voir la projection du vecteur P sur les 3 axes sur la figure 2).

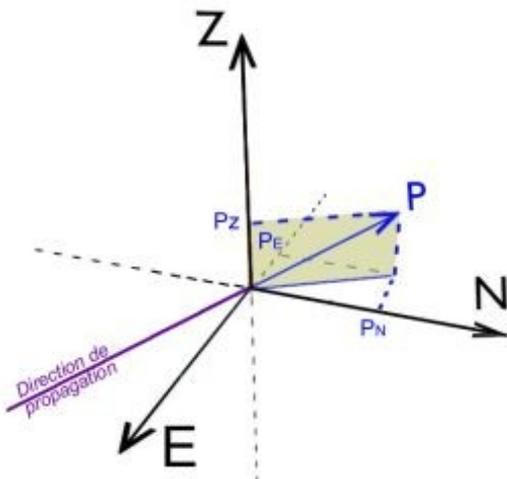


Figure 2 : Mise en évidence des différentes composantes du déplacement de matière lié au passage de l'onde P sur les 3 axes d'un sismomètre. En violet, la direction de propagation de l'onde sismique et en bleu le déplacement lié au passage de l'onde P.

L'onde S ayant une direction de vibration perpendiculaire à la direction de propagation, on peut la décomposer en deux ondes :

une onde **SH**, telle que sa **direction de vibration est perpendiculaire au plan d'incidence** (qui est le plan contenant la verticale et la direction de propagation, en bleu sur la figure 3).

une onde **SV**, telle que sa **direction de vibration est dans le plan d'incidence** et bien sûr dans le **plan de polarisation** de l'onde S, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction de propagation (Figure 3). *Attention, dans la figure 3a où la direction de propagation de S est horizontale, on observe que la direction de polarisation de SV est également verticale. Mais dans le cas d'ondes émises en profondeur au foyer du séisme et arrivant à une station sismique, la direction de propagation est souvent plus proche de la verticale que de l'horizontale (figure 3b). Et dans ce dernier cas, le plan de polarisation (vert sur la figure 3b) est alors proche de l'horizontale et la direction de*

polarisation de SV n'est plus verticale mais proche de l'horizontale.

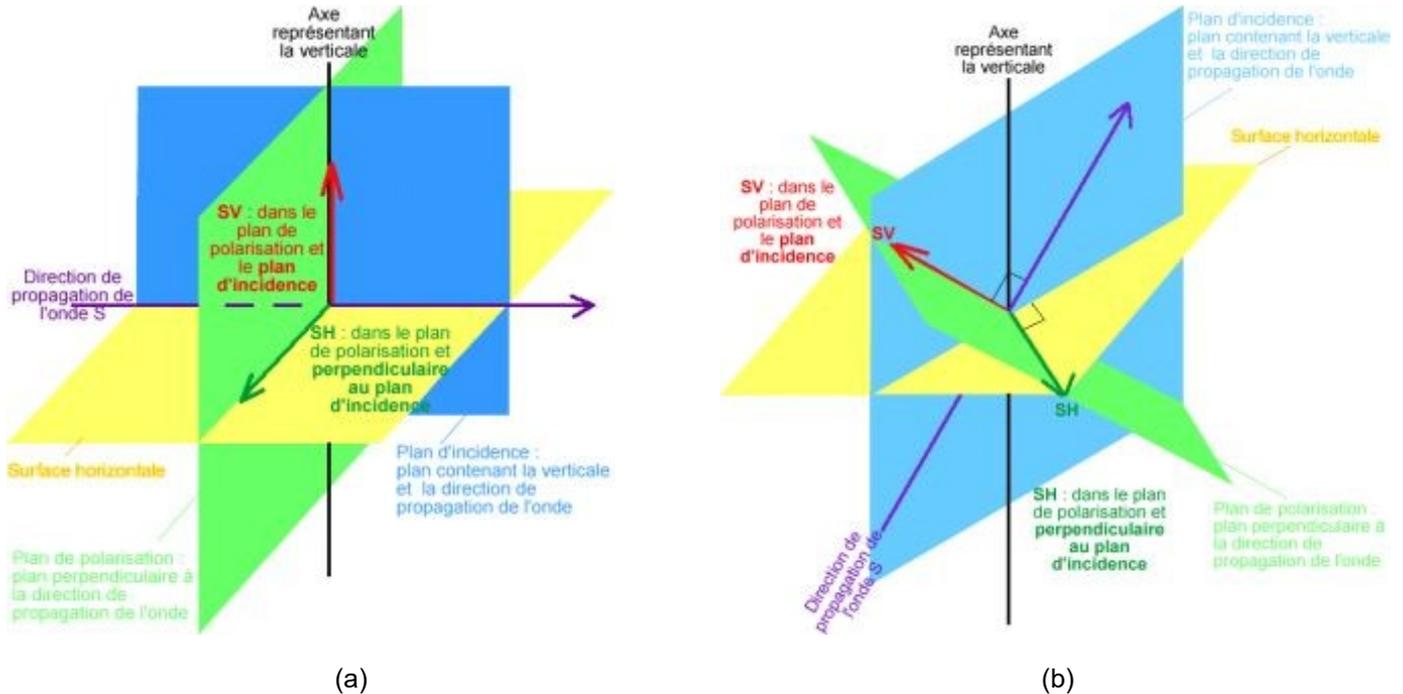


Figure 3 : Décomposition de l'onde S en deux ondes : SH et SV. Les flèches rouge et verte indiquent la direction de vibration des ondes SH et SV.

(a) Cas où la direction de propagation de l'onde S est horizontale.

(b) Cas où la direction de propagation de l'onde S n'est pas horizontale

Décomposer S en deux ondes SH et SV permet également de montrer que SV a une composante sur l'axe vertical z (figure 4). Donc, au passage de l'onde S à la station d'enregistrement, des déplacements sur la composante verticale du sismomètre peuvent être enregistrés. Mais il est vrai que plus la direction de propagation de l'onde sismique est proche de la verticale (cas rencontré avec des séismes profonds ou des séismes superficiels dont l'épicentre est proche de la station d'enregistrement), plus la direction de vibration de SV est horizontale et moins sa composante sur l'axe vertical z est visible.

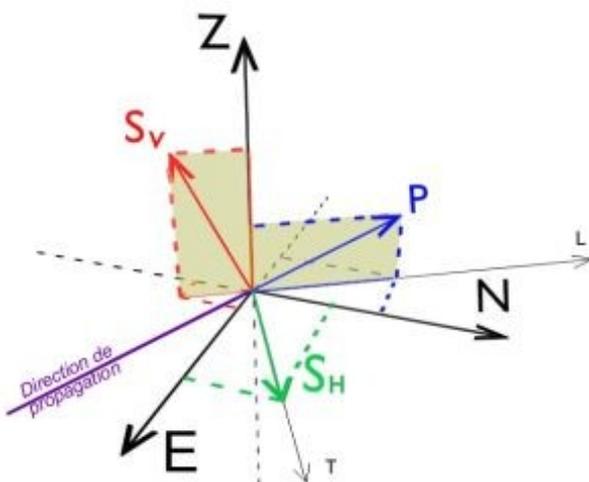


Figure 4 : Projection sur les 3 axes d'un sismomètre des déplacements de matière liés au passage des ondes P et S (décomposée en SH et SV).

Remarque : Sur certains sismogrammes, vous pouvez trouver les indications L (longitudinal) et T (transversal) à la place de N (ou NS) et E (ou EO). Cela signifie qu'un **changement de repère** a été effectué après l'enregistrement, une fois que la direction de propagation est connue. La direction L correspond alors à la **projection de la direction de propagation de l'onde P sur le plan horizontal**. La direction T correspond alors à la **direction de vibration de**

l'onde SH. Dans ce cas là, il n'y a **pas d'onde P sur l'axe T.** (voir par exemple les [sismogrammes](#) enregistrés à Canberra (Australie) après un séisme au Chili en juillet 1995, document GEOSCOPE sur le site de l'Institut de Physique du Globe).

Lorsque les ondes SH arrivent à l'interface Terre-air, elles se réfléchissent sous forme d'ondes également SH. **Ces ondes SH réfléchies interfèrent avec les ondes SH incidentes**, en d'autres termes les ondes SH incidentes et réfléchies se superposent, ajoutant ou retranchant leurs amplitudes suivant le lieu. Cela donne naissance à un type d'onde qui existe grâce à la présence d'une interface air-Terre : **les ondes de Love (ondes L)**. Ces ondes L sont **polarisées horizontalement** (comme les ondes SH) et se propagent parallèlement à la surface de la Terre, mais le déplacement de matière qu'elles engendrent décroît globalement avec la profondeur.

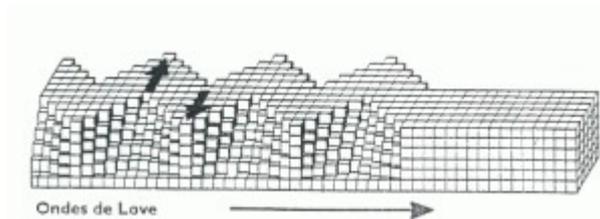


Figure 5 : Déplacement de la matière au passage d'une onde L : ce déplacement est horizontal et perpendiculaire à la direction de vibration.

De la même manière, les interférences des ondes P et SV forment des ondes de surface appelées ondes de Rayleigh.