

EOST - UDS
2^{ème} année EOST
Contrôle d'imagerie sismique du 7 mai 2018 10h30 - 12h30
Sans document

On s'intéresse à la migration d'une coupe de sismique réflexion $p(x,t)$ acquise avec des couples source-récepteur confondus.

I) La vitesse $V_0 = 1000$ m/s est constante. Les temps sont simples : $z = V_0 t$ pour un trajet vertical.

La figure 1A montre une coupe sismique $p(x,t)$ à déport nul comportant :

- a) une réflexion horizontale à $t_0 = 1$ s allant de $x_0 = 1000$ m à $x_m = 3000$ m
- b) une réflexion pentée allant de l'origine à $x_1 = 2000$ m , $t_1 = 1.414$ s
- c) une hyperbole de diffraction enregistrée de $x = 0$, $t_1 = 1.414$ s à $x_2 = 2732$ m , $t_2 = 2$ s

La figure 1B montre la migration de la réflexion horizontale a).

- 1) Déterminer le pendage α du réflecteur correspondant à la réflexion b), les coordonnées x_1 , z_1 de l'extrémité de ce réflecteur et représenter le réflecteur sur la figure 1B.
- 2) Déterminer les coordonnées x_d , z_d du point diffractant correspondant à l'hyperbole c).
- 3) Dessiner les 3 rayons diffractés issus de x_d , z_d émergeant en x_0 , x_1 et x_2 et les rayons réfléchis issus des extrémités des réflecteurs. Pour chacun de ces rayons, indiquer l'angle d'incidence par rapport à la verticale et vérifier que les temps de trajet sont ceux indiqués sur la figure 1A.

La figure 1C montre la TF2D $P(k_x, \omega)$ des réflexions de la figure 1A.

Les coordonnées sont $c_x = k_x/2\pi$ en m^{-1} et $f = \omega/2\pi$ en Hz.

- 4) Vérifier que les pentes sur la figure 1C correspondent à celles des réflexions de la figure 1A.
- 5) Déterminer et dessiner les pentes limites de l'éventail de pentes possibles pour des réflexions correspondant à des réflecteurs de pendage -90° à 90° dans le milieu de vitesse V_0 .
- 6) Déterminer et dessiner la pente correspondant à celle en $x = 0$ et $x = 2732$ m pour l'hyperbole de la figure 1A.

La figure 1D correspond à la TF2D $P(k_x, k_z)$ du réflecteur horizontal de la figure 1B.

Les coordonnées sont $c_x = k_x/2\pi$ et $c_z = k_z/2\pi$ en m^{-1}

- 7) Tracer la droite correspondant au réflecteur penté de la figure 1B en indiquant quelle est sa pente.
- 8) Tracer le lieu des diffractions (correspondant à tous les pendages entre -90° et 90°) pour une fréquence $f_0 = 50$ Hz.
- 9) Dans la migration de Stolt, comment la valeur de $P(c_{x_0}, f_0)$ encadrée par un carré sur la figure 1C est-elle placée dans le plan (c_x, c_z) ? Indiquer son positionnement par un carré sur la figure 1D.

Sur la figure 1C, les bornes $f_m = 100$ Hz, $c_{xm} = 0.1$ m^{-1} correspondent aux valeurs de Nyquist.

- 10) Quels sont les pas d'échantillonnage Δt et Δx ?

La figure 2 compare les TF2D obtenues avec le pas Δx de la figure 1 (fig 2A) et celle avec un pas $2\Delta x$ (fig 2B)

11) Dans le cas où le pas est $2\Delta x$, compléter la figure 2B en tenant compte de l'aliasing spatial.

12) Déterminer la valeur de cx_2 produite par l'aliasing spatial pour le point cx_1, f_1 encadré par un carré sur la figure 2A. Placer la sur la figure 2B.

13) A quel pendage α_2 faux correspond cette valeur cx_2 ? Comment l'onde plane de fréquence f_1 apparaît-elle sur la section migrée ?

II) La vitesse sous les réflecteurs de la figure 1 est $V_1 = 1500$ m/s. Elle reste $V_0 = 1000$ m/s au-dessus.

La figure 3A montre deux réflexions à la base de la couche de vitesse V_1 :

d) une réflexion horizontale à $t_3 = 1.5$ s allant de $x_0 = 1000$ m à $x_m = 3000$ m

e) une réflexion pentée allant de $x = 0, t_4 = 1.167$ s à $x_5 = 1303$ m, $t_5 = 1.545$ s

ainsi qu'une diffraction f) présentant une triplification entre $x = 1000$ et $x_5 = 1303$ m

La figure 3B montre la migration de la réflexion horizontale d)

14) Vérifier que la profondeur $z_3 = 1750$ m du réflecteur correspondant à la réflexion d) est juste.

15) Vérifier que la pente de la réflexion e) est celle correspondant à un rayon vertical dans le milieu de vitesse V_1 qui se réfracte à l'interface b).

16) Vérifier que le temps t_4 correspond à un rayon vertical entre la surface et la profondeur $z_3 = 1750$ m dans le milieu de vitesse V_1

17) En déduire que la réflexion pentée e) correspond à un réflecteur horizontal à la profondeur z_3 entre $x = 0$ et $x = 1000$ m.

18) La diffraction f) provient du point $x = 1000, z = 1750$. Expliquer pourquoi elle présente une triplification (considérer le rayon diffracté vertical réfracté par les réflecteurs a) et b))

19) Les losanges sur la diffraction correspondent aux rayons diffractés sous l'incidence $+25^\circ$ par rapport à la verticale. Expliquer pourquoi les temps sont différents en dessinant les rayons correspondant à ces trajets sur la figure 3B (ne pas faire le calcul exact du tracé de rayon).

Le prolongement vers le bas du champ d'onde réfléchi à la profondeur $z = 500$ m est $P(x, \omega, z = 500)$.

20) Exprimer $P(x, \omega, z = 500)$ selon la méthode de migration phase-shift + correction.

21) Ecrire le développement à 15° de la relation de dispersion $k_z(k_x, \omega)$ pour les ondes montantes et expliquer comment elle permet de migrer une section sismique quand la vitesse varie en fonction de x et z .

FIG 1A : COUPE SISMIQUE A DEPORT NUL

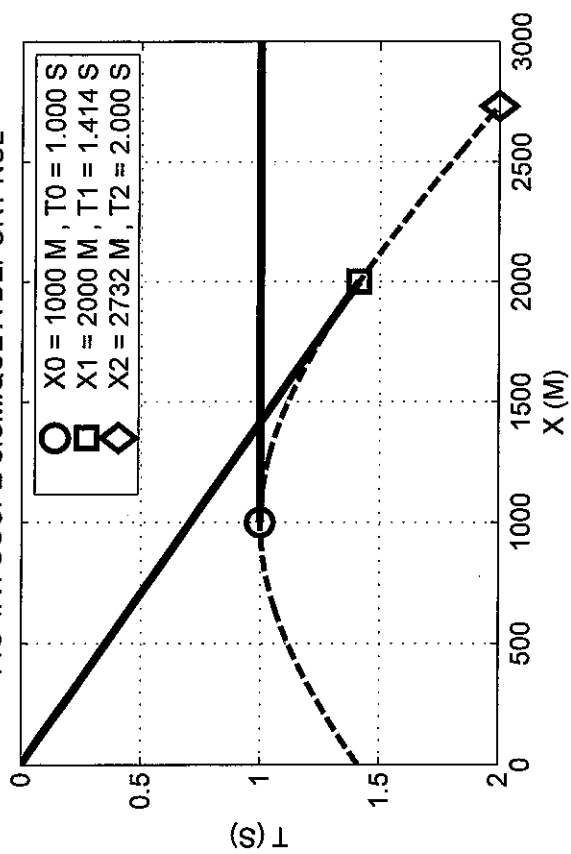


FIG 1B : MIGRATION

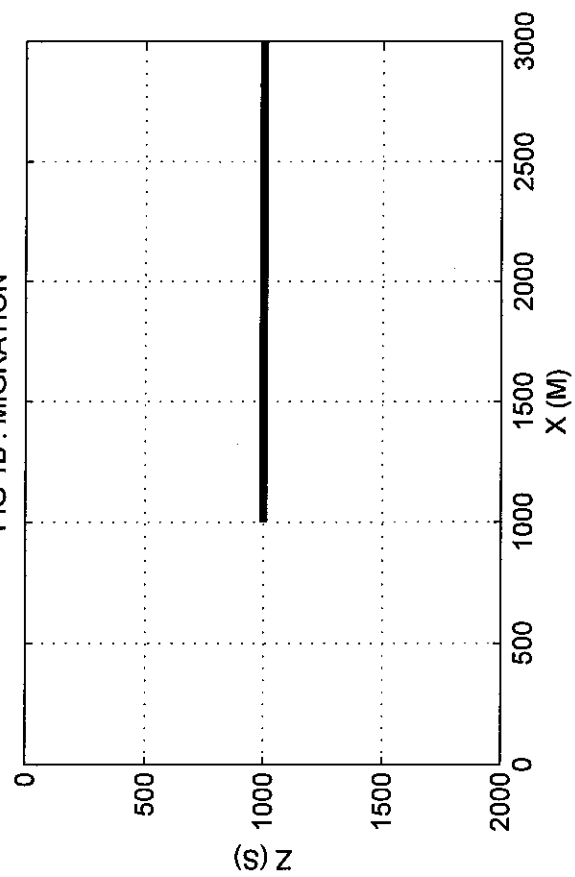


FIG 1C : TF2D DE LA FIG 1A

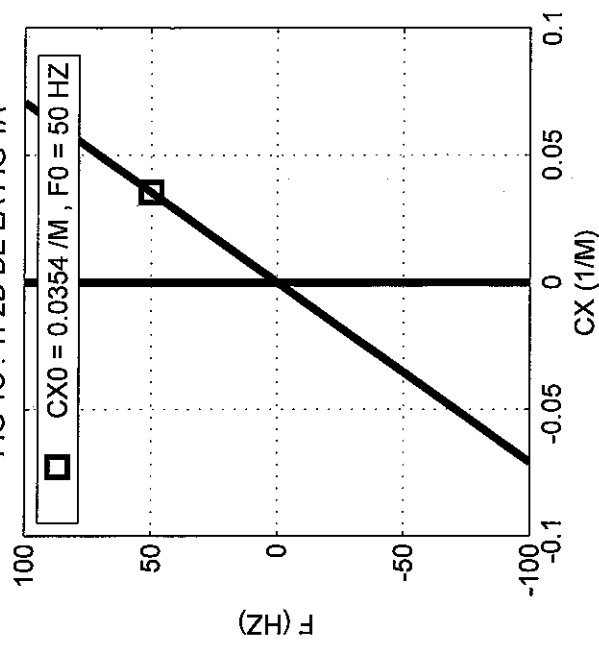


FIG 1D : TF2D DE LA FIG 1B

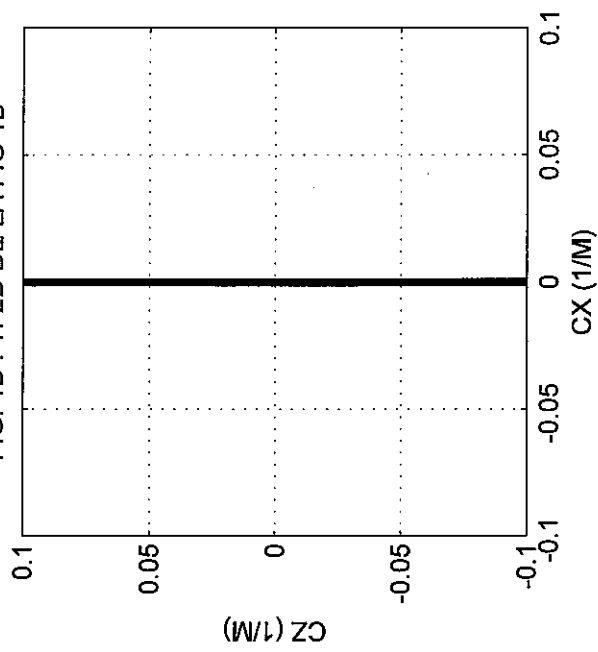


FIG 2A : TF2D POUR CXN = 0.1

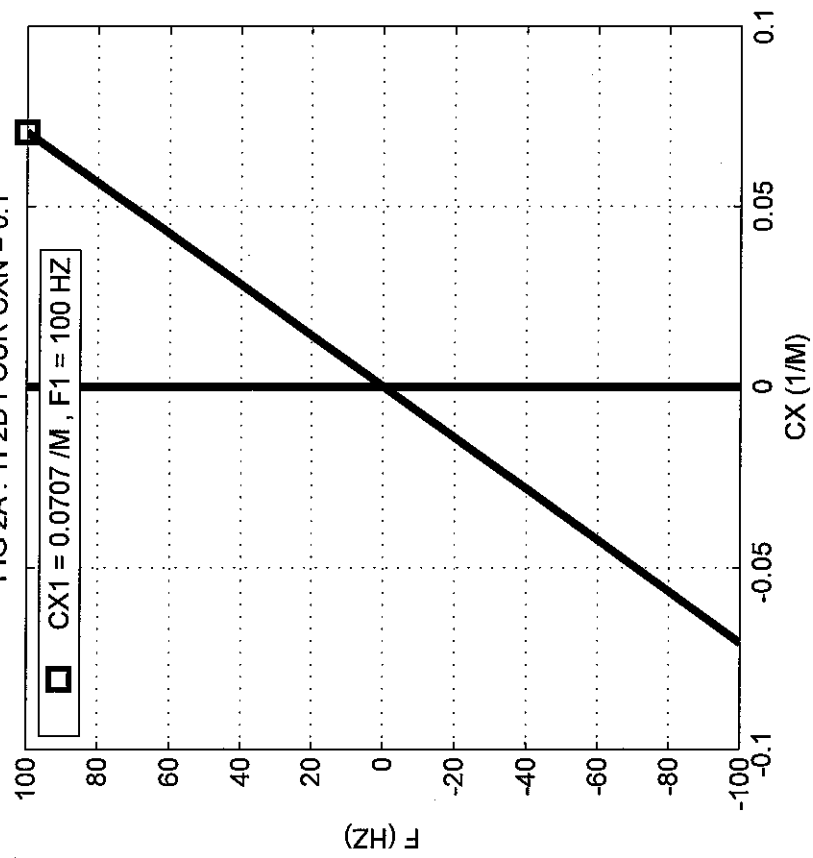


FIG 2B : TF2D POUR CXN = 0.05

