

Caractérisation sismique du réservoir

Prof. J. Feioabina 2021

Méthode sismique (en anglais : seismic method)

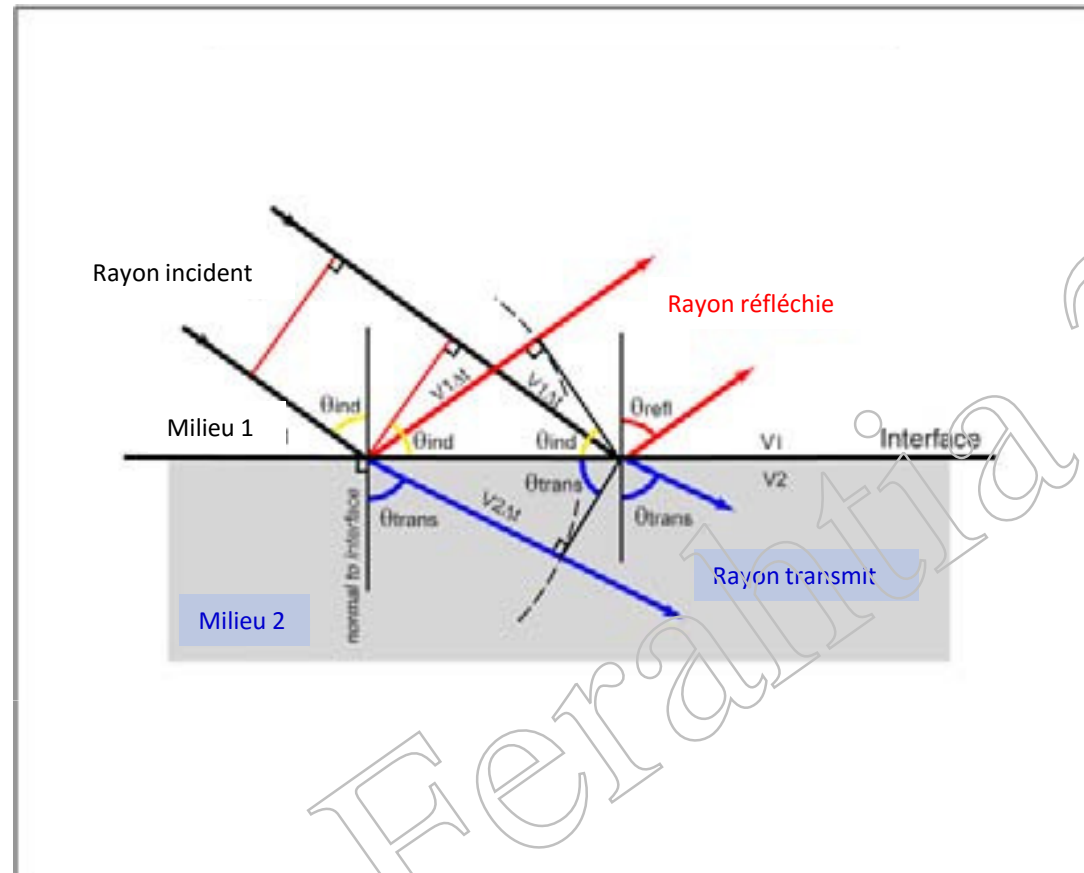
La méthode sismique joue un rôle clé dans la recherche d'hydrocarbures. L'exploration Sismique consiste en trois étapes : acquisition des données, traitement et interprétation.

Le résultat d'une campagne sismique est souvent représenté en 2-D (section sismique) ou en 3-D (cube sismique). La section sismique peut aussi être considérée comme une cross section d'une réponse sismique 3-D. Une section sismique est une juxtaposition de traces adjacentes représentant la position des différents réflecteurs en temps sous forme de réflexions.

Les réflexions prennent naissance au niveau des interfaces où il y a un contraste notable de la vitesse et la densité. Chaque interface possède donc son impédance acoustique.

$$I.A = \text{vitesse} \times \text{densité}$$

La géométrie de base des rayons sismiques au niveau d'une interface est illustrée par la figure :



La loi de Snell est applicable à l'énergie transmise dans le milieu 2:

$$\sin \theta_1 / v_1 = \sin \theta_2 / v_2$$

La réponse sismique d'un front d'onde réfléchi dépend du taux de changement de la vitesse et/ou la densité au niveau de l'interface

$$R = (\rho_2 v_2 - \rho_1 v_1) / (\rho_2 v_2 + \rho_1 v_1)$$

La part d'énergie qui n'est pas réfléchi est transmise dans le second milieu:

$$R_{\text{trans}} = 1 - R$$

La mesure du **temps de trajet** de l'onde réfléchi est une mesure de la **vitesse** de l'onde acoustique qui se propage dans le milieu.

L'énergie élastique, dans l'expérience sismique, se propage sous deux modes:
Ondes de compression, ou onde P, rapide et onde de cisaillement, ou onde S, lente.

D'autres types d'onde existent, mais sont surtout localisées au niveau de la surface:

La vitesse des ondes P est souvent notée V_p ou α

La vitesse des ondes S est souvent notée V_s ou β .

Problèmes liés à la résolutions

Résolution



Verticale
(Temporelle)

Horizontale
(spatiale)

Contrôlées par la bande fréquentielle

Prof. J. Ferantia

2021

Résolution horizontale

- Le pouvoir de séparer deux événements très proches verticalement
- dépend de la fréquence dominante et de la vitesse

$$h > \lambda/4$$

$$\lambda = v/f$$

- améliorée par la déconvolution

Table 11-1. Threshold for vertical resolution.

$\lambda/4 = v/4f$

v (m/s)	f (Hz)	$\lambda/4$ (m)
2000	50	10
3000	40	18
4000	30	33
5000	20	62

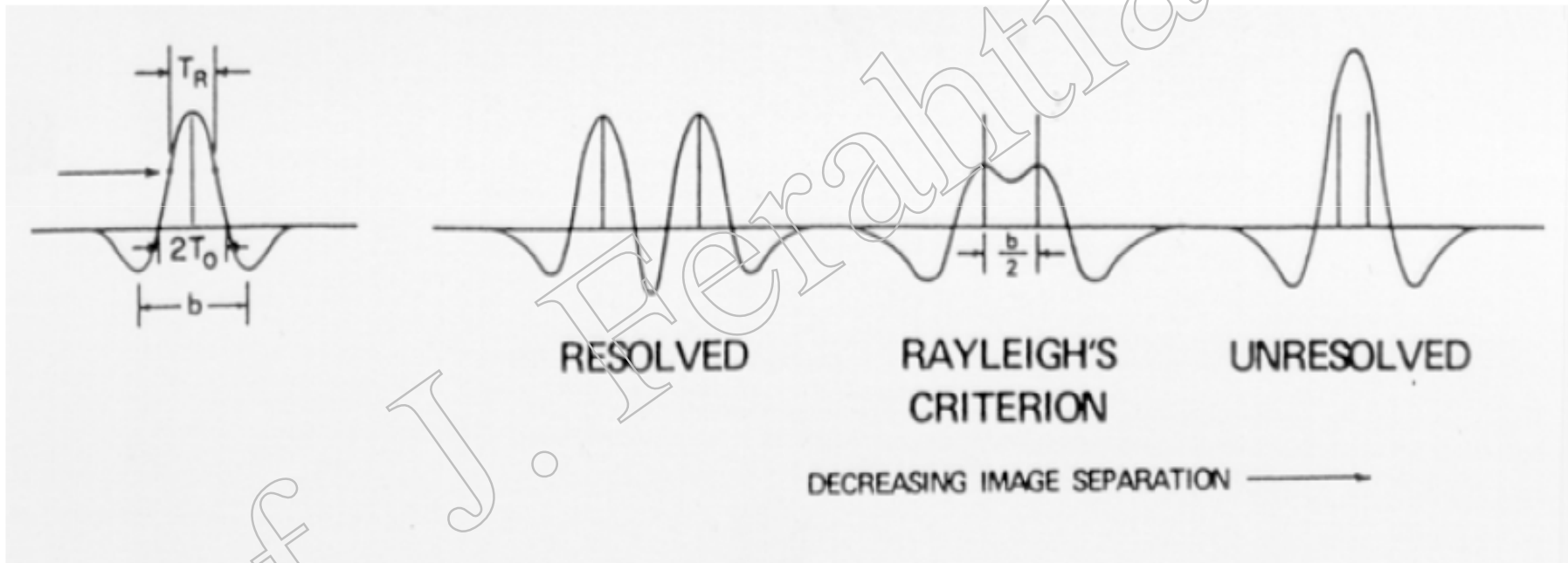
- Comme les vitesses **sismiques augmentent** en fonction de la profondeur (varient entre 200
- Comme la **bande fréquentielle** du signal sismique **diminue** en profondeur (varie entre 50-20
- Comme la **longueur d'onde** typique en sismique **augmente** en profondeur (varie entre 40-20

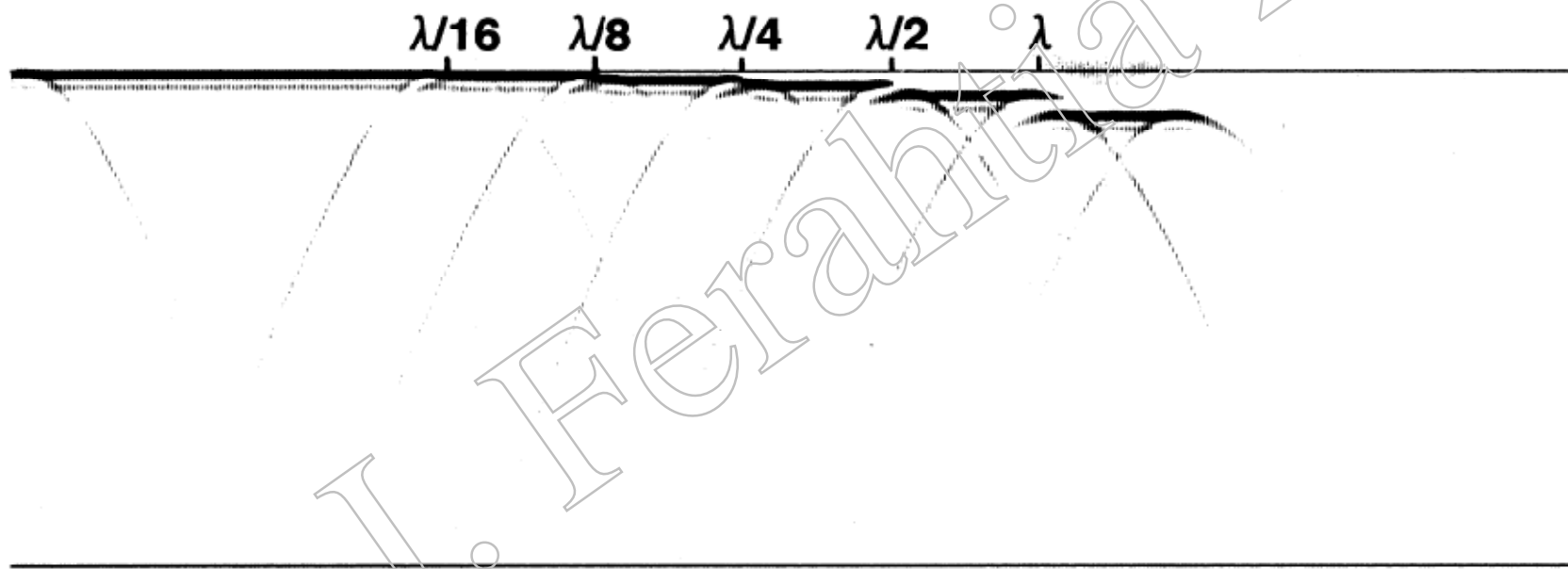
Donc

La détection de structures profondes, requiert que celles-ci soient plus épaisses que les structures superficielles

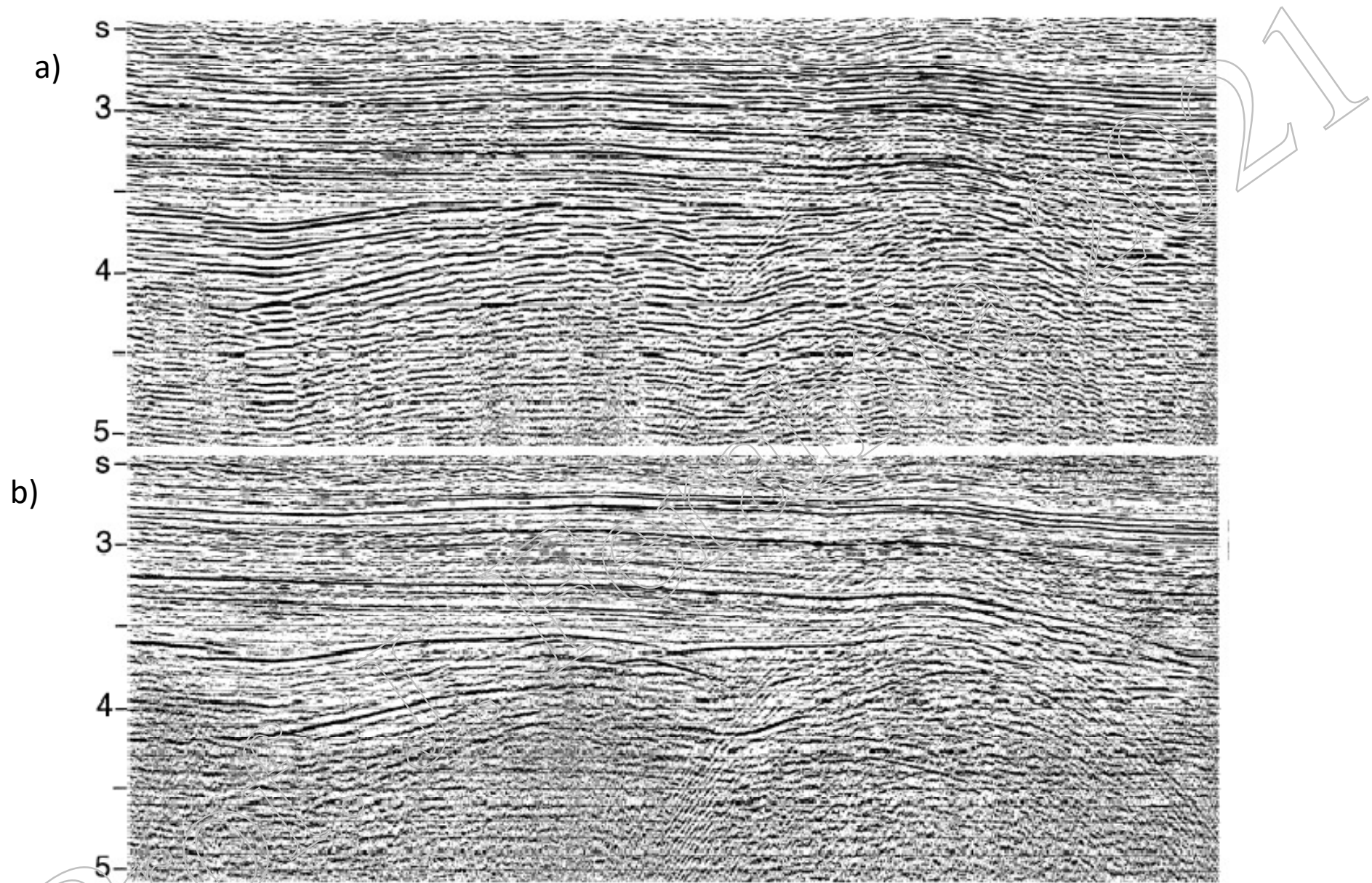
Prof. J. Ferantia

La résolution verticale dépend de la longueur d'onde



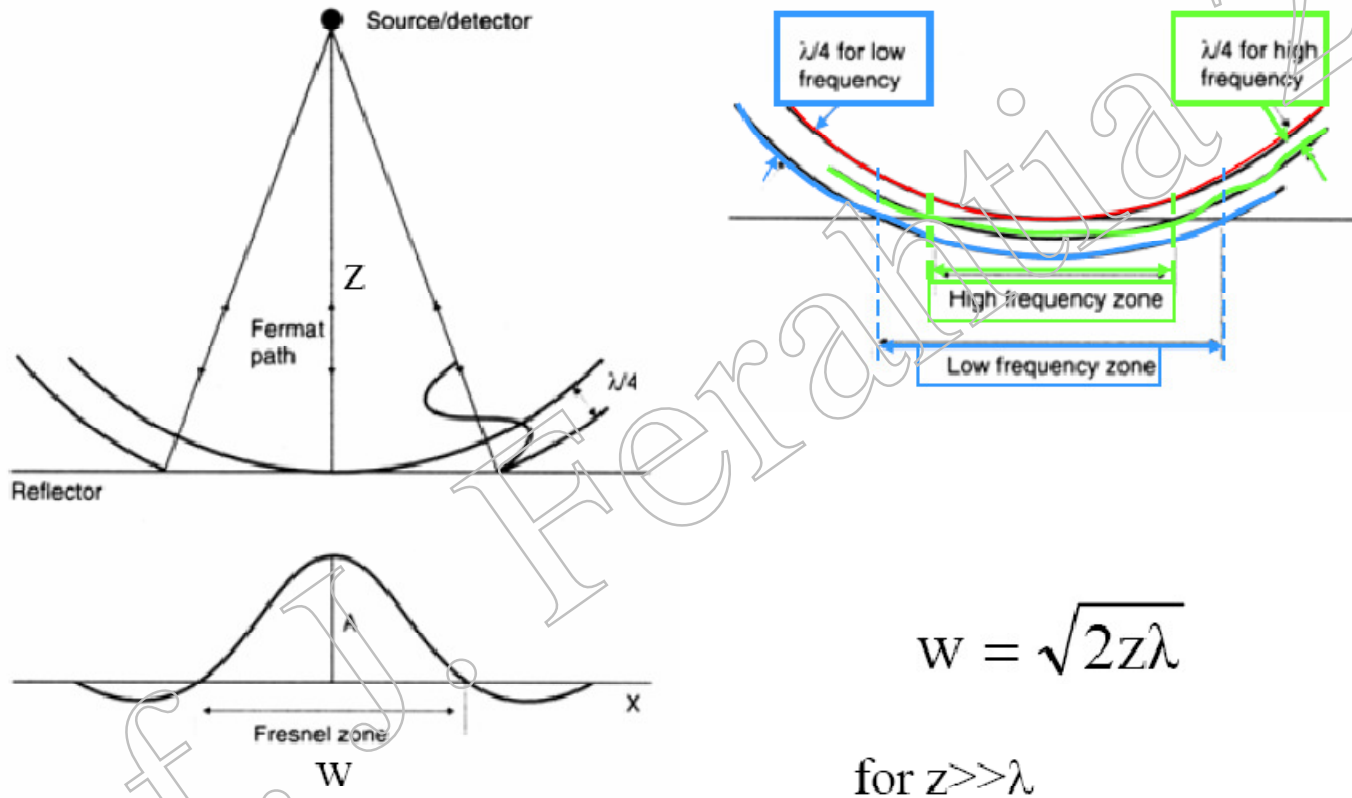


Exemple montrant la détection du rejet d'une faille pour différents longueurs d'ondes
Ici, ce n'est que lorsque le rejet est $\geq \lambda/4$ qu'on peut identifier le rejet.



Amélioration de la résolution verticale par la déconvolution (a) et l'élimination des réverbérations (b)

La résolution horizontale dépend de la zone de Fresnel



$$W = \sqrt{2z\lambda}$$

for $z \gg \lambda$

Zone de Fresnel: zone circulaire qui dépend de: la profondeur, la vitesse au dessus du réflecteur et de la fréquence Dominante

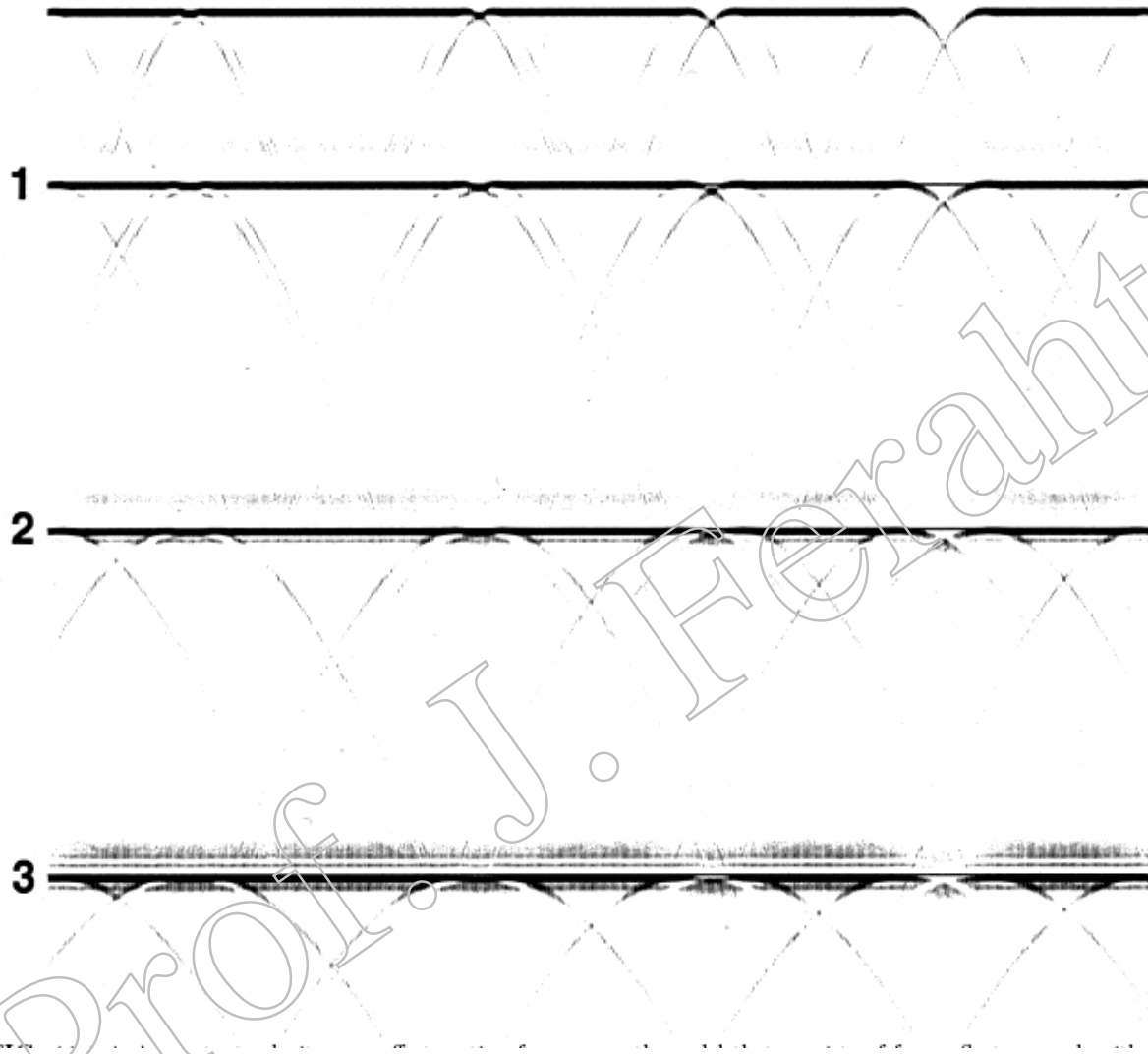
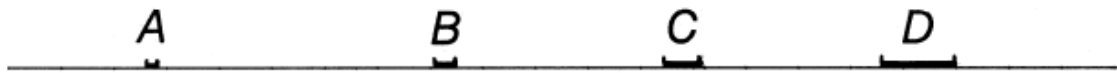
Si deux point ce trouvent dans la zone de Fresnel, ils ne peuvent être distingués séparément à partir de la surface

Améliorée par la migration ; en diminuant la largeur de la zone de Fresnel, séparant ainsi des objets adjacents

Table 11-2. Threshold for lateral resolution (first Fresnel zone).

$$r = (v/2) \sqrt{t_0/f}$$

t_0 (s)	v (m/s)	f (Hz)	r (m)
1	2000	50	141
2	3000	40	335
3	4000	30	632
4	5000	20	1118



Exemple montrant une section

Zéro offset pour quatre discontinuité

• L'évènement A n'est pas perceptible dans les Quatre cas

• L'évènement B n'est perceptible qu'à partir De 0.5s

• La distinction de l'évènement C est difficile Au delà de 2s

• l'évènement D est visible à tout niveaux

Prof. J. Ferahit

Inversion sismique

La représentation en profondeur d'un modèle du sous sol par la méthode sismique est rendue à deux paramètres : i) les vitesses des différentes couches et
ii) la géométrie des réflecteurs

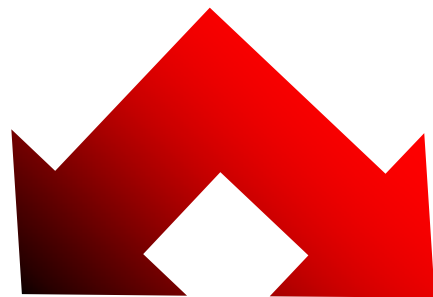
Concernant la géométrie des réflecteurs, c'est la migration en profondeur (depth migration) qui permet de délinéer les réflecteurs.

La détermination des vitesses est un soucis majeur des géophysiciens. La méthode de tracé de est la plus utilisées, et plus particulièrement l'inversion des temps de trajet.

Parmi les méthodes d'estimation des vitesses, on cite :

- ✓ conversion de Dix des vitesses RMS
- ✓ inversion des vitesses de stack
- ✓ inversion de la cohérence
- ✓ analyse des images gathers à partir de la migration prestack

Inversion des données sismiques



Inversion des temps de trajet

Inversion des amplitudes



prestack

poststack



AVO



Impédance acoustique

Modèle structural

Modèle stratigraphique

Modèle du sous sol (réservoir)

Prof. J. Ferahnia 2021