

Etude et application de la méthode AVO pour la détection directe des hydrocarbures

Nasradin-Ahmed Ibrahim Dini

Institut des Sciences de la Terre, Centre d'Etude et de Recherche de Djibouti (CERD)

Résumé

En exploration pétrolière, la technique d'imagerie la plus couramment utilisée reste l'imagerie par sismique réflexion. Elle permet d'obtenir une première représentation des structures géologiques mais aussi une estimation du coefficient de réflexion.

Le coefficient de réflexion est une fonction de l'angle d'incidence et de la différence de vitesse entre les couches géologiques. La méthode AVO (Amplitude Versus Offset) permet d'estimer le coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

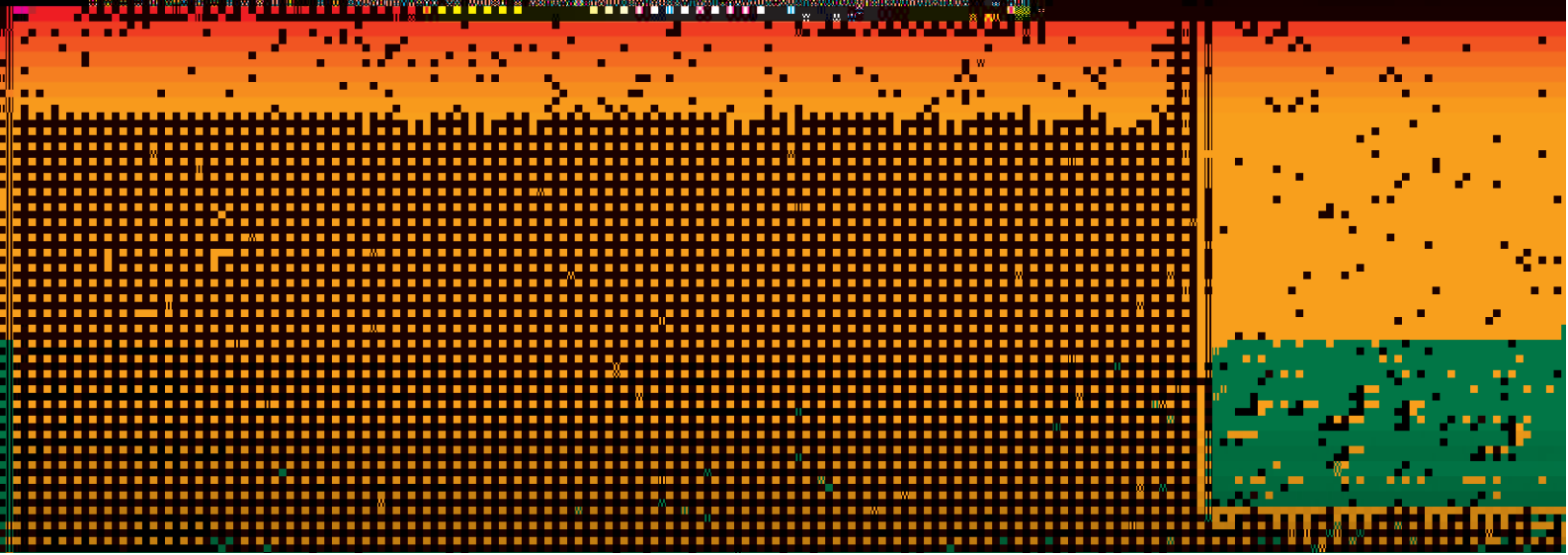
La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.

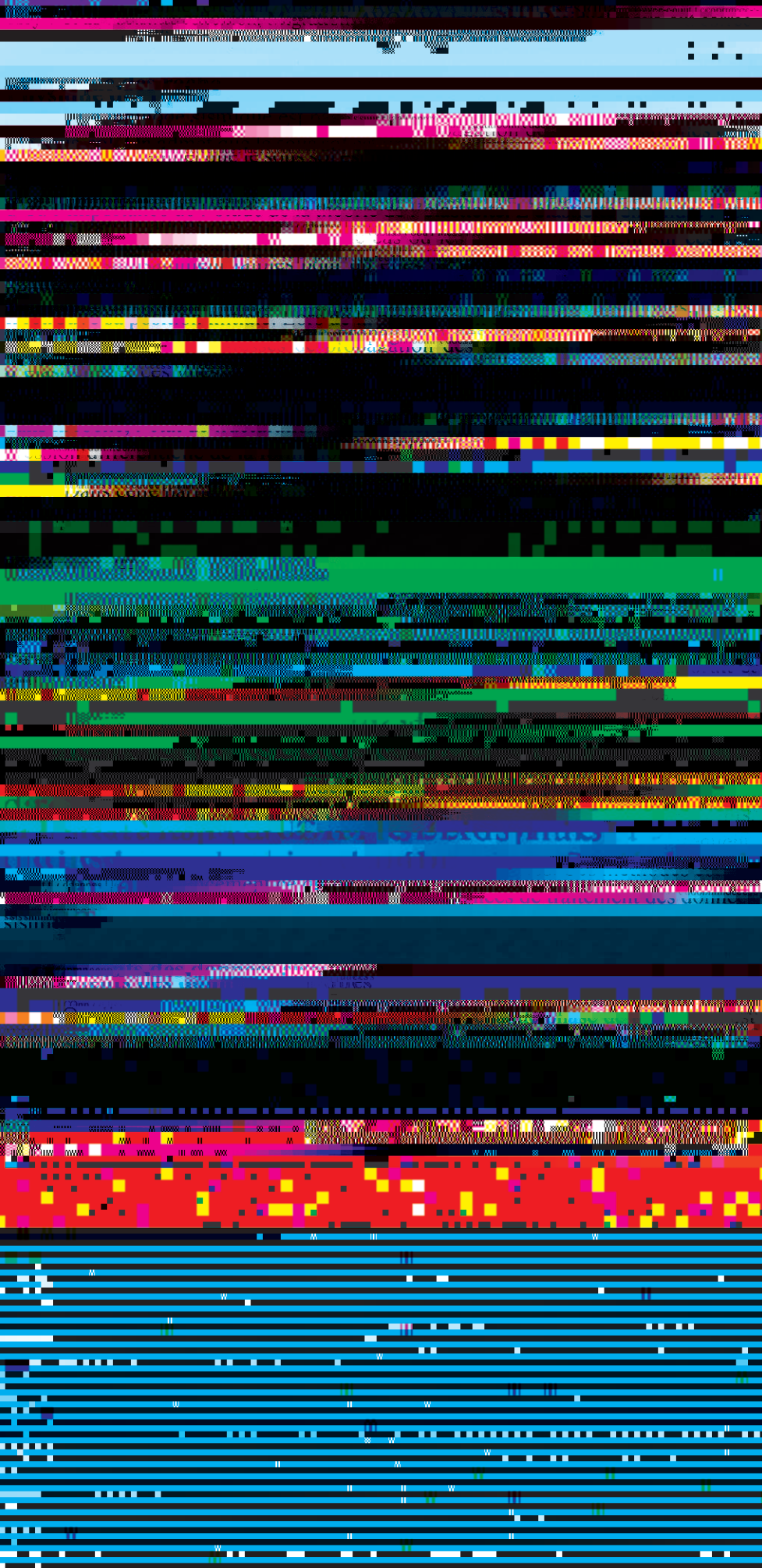
La méthode AVO est basée sur l'analyse des variations de l'amplitude des ondes réfléchies en fonction de l'angle d'incidence. Elle permet de détecter la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs géologiques.

La méthode AVO est une technique puissante pour la détection directe des hydrocarbures. Elle permet d'obtenir une estimation du coefficient de réflexion à partir de données sismiques enregistrées à différents angles d'incidence.



versus angle analyze to compensate for erroneous migration velocity fields, interference of the wavelet in the case of thin bed and the wavelet stretching.

This processing also gives us a skeleton which represents a depth interpretation of the geologic structure.



sont :

- Phase 1 : Préparation des données
- Phase 2 : Corrections géométriques
- Phase 3 : Traitements ordinaires (améliorant le rapport signal sur bruit)
- Phase 4 : Représentation finale.

Selon l'étude à faire, on a deux possibilités de traitements, un traitement classique (ou en amplitudes égalisées) qui sert pour une interprétation structurale et un traitement en amplitudes préservées pour une interprétation lithologique. Une interprétation AVO n'est, seulement bonne que lorsque le traitement effectué est conformément bon. Les aspects importants du traitement pour l'analyse AVO sont :

- la préservation des amplitudes relatives des traces,
- le bon positionnement du réflecteur,
- l'amélioration de la qualité des données et la production des moyens d'interprétation telle que les représentations AVO spécialisées.

Le principe de la technique AVO

Le développement des acquisitions avec plusieurs dépôts dans les années soixante a permis aux géophysiciens de s'intéresser aux variations du coefficient de réflexion avec le dépôt (AVO "Amplitude Versus Offset" en anglais) ou avec l'angle (AVA "Amplitude Versus Angle"). En effet, l'évolution du coefficient de réflexion en fonction de l'angle d'incidence dépend des paramètres petro physiques (vitesse de propagation des ondes, densité) des milieux situés de part et d'autre de la discontinuité donnant naissance à la réflexion.

L'étude de l'évolution de l'amplitude en fonction du dépôt ou de l'angle permet d'accéder indirectement au coefficient de Poisson et d'obtenir des informations quantitatives sur les paramètres petro physiques des milieux traversés, ainsi que sur la présence d'hydrocarbures dans les réservoirs. Ostrander (1984) a démontré, comment les réflexions caractéristiques d'un sable à gaz varient de manière anormale avec le dépôt, puis comment utiliser ce phénomène comme indicateur direct d'hydrocarbures. Depuis, les analyses AVO/AVA constituent un outil important dans la détection des hydrocarbures avec plus ou moins de succès.

Zoeppritz (1919) invoque la continuité du déplacement et de la pression comme condition aux limites pour exprimer les coefficients de réflexion et de transmission en fonction de l'angle d'incidence et des propriétés physiques des deux milieux (V_p , V_s et ρ). Ces paramètres sont dépendants de la lithologie et de la porosité de la roche, ainsi que du fluide contenu dans les pores. Zoeppritz a donc calculé quatre équations dont les quatre inconnus sont les coefficients de réflexion

simple comment la variation d'un de ses paramètres va affecter le coefficient de réflexion. C'est la raison pour laquelle plusieurs approximations des équations de Zoeppritz ont été faites parmi lesquelles on a celles de Bortfeld (1961), Aki et Richards (1980), Shuey (1985) etc... Ces approximations ont été faites en supposant que les contrastes des paramètres élastiques sont faibles.

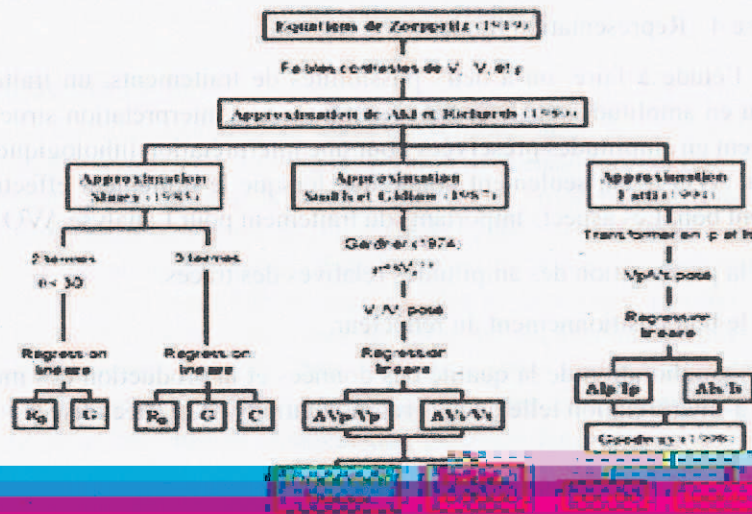


Figure 1. Principales approximations des équations de Zoeppritz (1919) et Aki et Richards (1980).

Approximation sur les angles petits

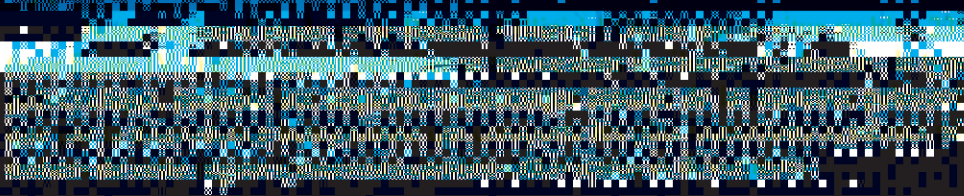


Figure 2. Coefficient de réflexion R en fonction de l'angle d'incidence θ .

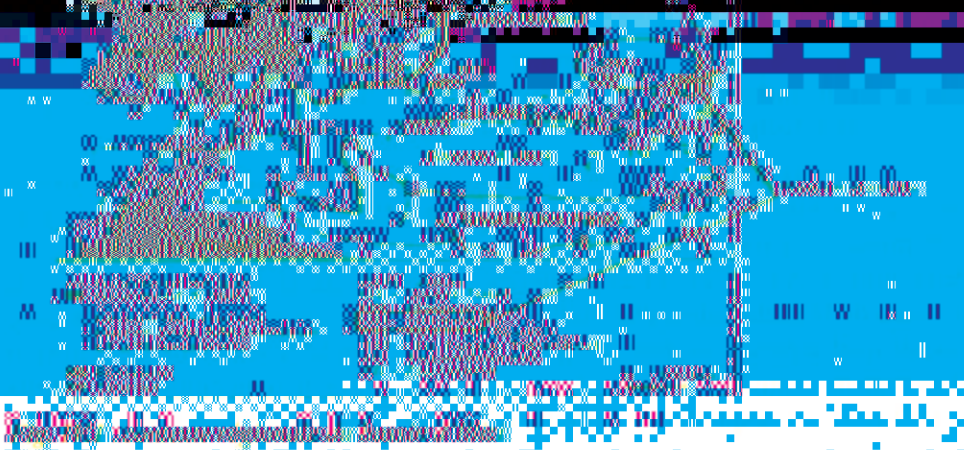


Figure 3. Coefficient de réflexion R en fonction de l'angle d'incidence θ .

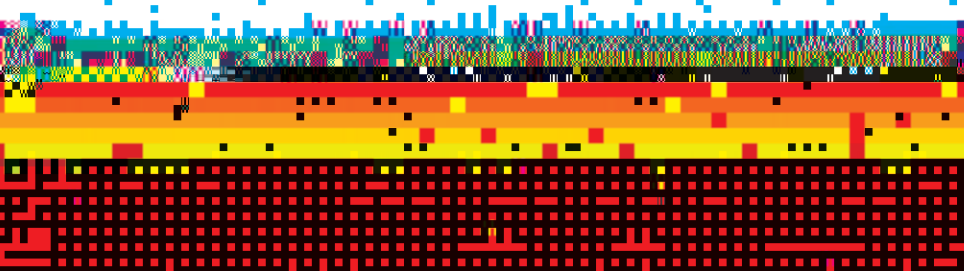


Figure 4. Coefficient de réflexion R en fonction de l'angle d'incidence θ .



Figure 5. Coefficient de réflexion R en fonction de l'angle d'incidence θ .

SISMIQUE MISE EN OEUVRE

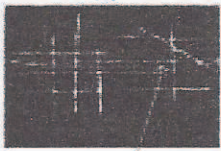
MISSION : EGS 130

DISTRICT : DRE Bloc : 239

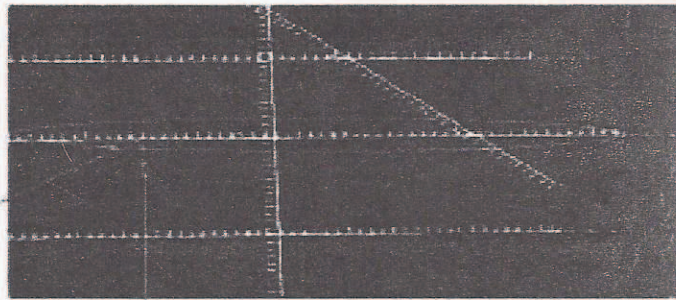
ETUDE : Ouest Ohnet Couverture : 12000%

SAF





profil 03OHS02



Puit TRNE-01

Plan de position

Une fois l'acquisition terminée, les données sont enregistrées sur une bande magnétique et ainsi on aura un enregistrement sismique brut (voir planche 02).

Il est donc nécessaire de faire un traitement sismique afin qu'on puisse tirer le maximum d'information et d'éliminer les signaux qui nous intéressent pas.

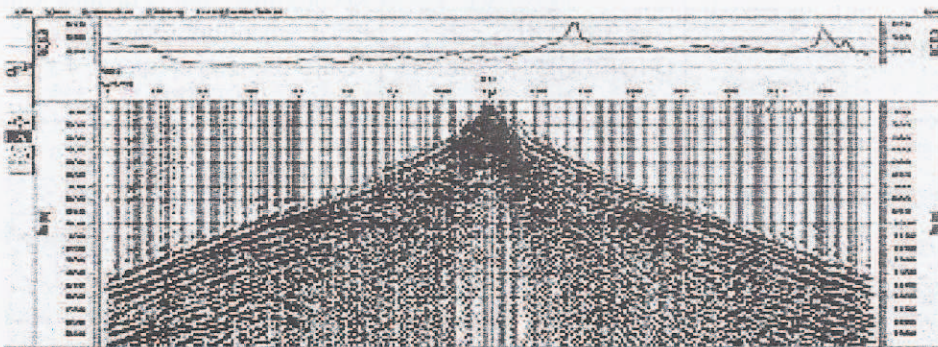
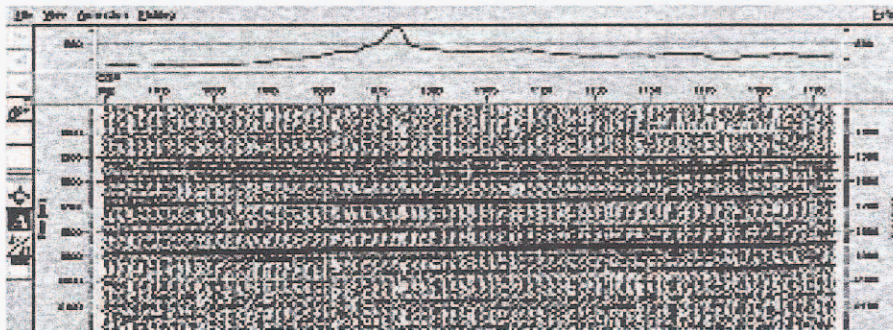


Planche 02 : Enregistrement Brut

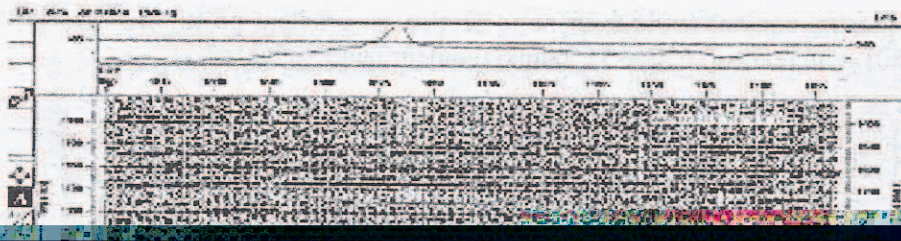
Après traitement en amplitudes égalisées on obtient la section suivante :



Section final du profil 03-OHS-02 en amplitudes égalisées

Sur section l'anomalie n'est pas visible par contre on voit bien les réflecteurs dans leur continuité.

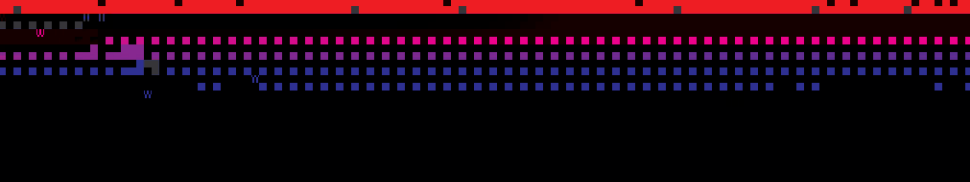
Après traitement en amplitudes préservées on obtient la section suivante :



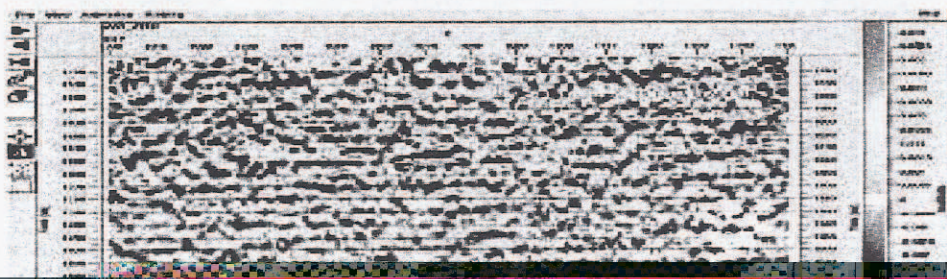
The following text is severely distorted and illegible due to heavy digital corruption. It appears to be a technical description of the seismic data processing.

The following text is severely distorted and illegible due to heavy digital corruption. It appears to be a technical description of the seismic data processing.

The following text is severely distorted and illegible due to heavy digital corruption. It appears to be a technical description of the seismic data processing.



La section Gradient montre l'ampleur de variation de l'amplitude avec l'offset, toute augmentation ou diminution est liée au signe du contraste du coefficient de poisson, nous observons sur notre section un gradient positif les CDP [1060-1080] et au temps [1650ms -1660ms] (couleur jaune rouge).



Les sections intercept et gradient ainsi que leur cross plot sont des attributs fondamentaux pour la détection d'anomalie AVO et la détermination des classes correspondantes.

Les autres attributs peuvent être utilisés pour la confirmation de ces anomalies.

Cependant, l'interprétation de ces attributs doit être réalisée avec précaution.

L'analyse AVO qu'on a effectué a révélé une anomalie d'amplitude au niveau des CDP [1045-1130] à temps double $t = 1650$ ms et cette anomalie est due à la présence du gaz d'après cette analyse, et ça été confirmé par les autres attributs AVO.

Conclusion

L'analyse de la variation de l'amplitude en fonction de l'offset (AVO) est une méthode très utile pour la détection directe des hydrocarbures, et elle répond bien notamment quand on est en présence de réservoir à gaz.

On a effectué une analyse AVO sur le profil 02 DHS 02 qui a révélé l'anomalie d'amplitude présente sur les sections sismiques au niveau des CDP [1045-1130]. Les sections d'attributs AVO ont été générées à partir de ces sections.

Après avoir effectué l'analyse de la variation de l'amplitude en fonction de l'offset (AVO) nous avons constaté la présence d'un grand réservoir qui passe par le CDP N° 1045-1130.

Après avoir effectué l'analyse « Gradient » nous avons constaté la présence d'un grand réservoir qui passe par le CDP N° 1045-1130.

Le résultat de l'analyse AVO appliquée à notre cas a donné un résultat acceptable malgré les difficultés rencontrées au cours de l'analyse.

Les amplitudes prédictives ont été générées à partir de ces sections.

Les sections d'attributs AVO ont été générées à partir de ces sections.

Après avoir effectué l'analyse de la variation de l'amplitude en fonction de l'offset (AVO) nous avons constaté la présence d'un grand réservoir qui passe par le CDP N° 1045-1130.

Après avoir effectué l'analyse « Gradient » nous avons constaté la présence d'un grand réservoir qui passe par le CDP N° 1045-1130.

Le résultat de l'analyse AVO appliquée à notre cas a donné un résultat acceptable malgré les difficultés rencontrées au cours de l'analyse.

Les amplitudes prédictives ont été générées à partir de ces sections.

Les sections d'attributs AVO ont été générées à partir de ces sections.

Après avoir effectué l'analyse de la variation de l'amplitude en fonction de l'offset (AVO) nous avons constaté la présence d'un grand réservoir qui passe par le CDP N° 1045-1130.

Après avoir effectué l'analyse « Gradient » nous avons constaté la présence d'un grand réservoir qui passe par le CDP N° 1045-1130.

Le résultat de l'analyse AVO appliquée à notre cas a donné un résultat acceptable malgré les difficultés rencontrées au cours de l'analyse.

Bibliographie

- ALLEN, I. & PHILLIPS, G.P., 1987. Coefficientes d'atténuation des ondes P et S en fonction de la vitesse et de la densité des roches sédimentaires. *Journal of Geophysical Research*, **92**, 1081-1092.
- BÉGIN, J., 1995. L'impact des variations de la partie réelle du coefficient de réflexion AVO. *Revue de Géophysique*, **33**, 1-10.
- BÉGIN, J., 2006. La théorie de l'interprétation des amplitudes, en sismiques réflexion. *Groupement Institut Algérien du Pétrole Corporate University (IAPCU)*.
- CASTAGNA, J.P. and Backus M.M., 1993. Offset-Dependent Reflectivity—Theory and practice of AVO Analysis. *Investigation in geophysics*, No.8.
- GARDINER, J.R., 1986. *Geophysical Aspects of Seismicity*. *Journal of Geophysical Research*, **91**, 1081-1092.