

Apport de la modélisation géologique de corrections statiques profondes dans le traitement sismique en ondes P dans un contexte de paléo-canyon

Florian MIQUELIS¹, Sylvain POULIQUEN², Franck HANOT¹

1 CDP Consulting, 7, Boulevard Chanzy, 41000 Blois, f.miquelis@cdpconsulting.fr

2 EDF-DI-TEGG, 905, Avenue du camp de Menthe Cedex 02, 13097 Aix-en-Provence, sylvain.pouliquen@edf.fr

Mots clefs

Reconnaitances géophysiques, sismique réflexion HR, traitement sismique, modélisation géologique des corrections statiques, corrections statiques profondes, Bassin du Sud-Est ; Messinien ; paléo-Rhône ; paléo-Canyon.

Résumé

Une acquisition sismique HR récente visant à reconnaître le paléo-Rhône et son substratum, a permis le développement d'un traitement sismique innovant, reposant sur une modélisation géologique des vitesses de remplissage du paléo-canyon. Cette méthode permet de lever les problèmes d'imagerie connus à l'aplomb du paléo-canyon et de restituer une image géologique fiable. Elle apporte une solution dans une fenêtre de temps où la migration profondeur avant addition est inopérante.

Abstract

A recent HR 2D seismic data acquisition, shot in order to recognize the paleo-Rhone and its underlying structural geology, has led to set up new solutions for seismic processing based on the modelling of the velocity of the filling units of the paleo-canyon. This method solves partly well-known seismic imaging issues occurring above the paleo-canyon. It provides a reliable geological image and a solution in a time window where pre-stack depth migration is useless.

Éléments de contexte

La vallée du Rhône recouvre aujourd'hui une paléo-topographie abrupte caractérisée par la présence de paléo-canyons mio-pliocènes, aujourd'hui comblés, et entaillant les assises crétacées et jurassiques de manière abrupte sur des profondeurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Hors les contrastes de vitesses opposant les unités de remplissage du canyon et les unités de l'encaissant sur des distances très faibles engendrent des problèmes d'imagerie sismique à l'aplomb de ces paléo-canyons (pull Down, absence d'addition) empêchant une lecture géologique fiable de l'histoire géologique anté-miocène.

Une campagne sismique HR (haute résolution) visant à reconnaître le paléo-Rhône et son substratum a permis le développement d'une méthode de traitement innovante qui permet de restituer une image géologique plus réaliste à l'aplomb des canyons. Ce traitement polyphasé s'articule en 3 étapes :

- Un traitement sismique conventionnel (traitement 1) permettant d'obtenir une image en temps la plus précise possible de la base du canyon et des unités de remplissage, rendu possible par l'utilisation de paramètres d'acquisition adaptés.
- Un traitement sismique profond (traitement 2) intégrant des statiques « profondes » obtenue par modélisation des vitesses de remplissages du canyon sur la base du traitement 1.
- Une conversion temps profondeur combinée des traitements 1 et 2 peut être réalisée afin de remettre le canyon à sa place tout en conservant l'imagerie de l'encaissant. Cette version permet de restituer une image profondeur assez proche de la réalité.

1° Traitement sismique conventionnel en temps

But et méthode

Un traitement sismique conventionnel en temps (traitement 1) a été réalisé selon une séquence classique qui visait à répondre aux enjeux suivants: apporter une image fiable de la base du paléo-canyon, caractériser en vitesse les séquences de remplissage du canyon et de l'encaissant.

Une attention particulière a été portée au mute et aux statiques primaires afin d'optimiser l'addition et les pointés de vitesses NMO en cours de traitement. Dans ce cadre, les statiques doivent reposer sur

l'établissement d'un modèle géologique de vitesse des terrains de surface et exclure l'utilisation de la réfraction en primaire particulièrement dangereuse dans un domaine autant structuré. Ce modèle a pris en considération les contrastes de vitesses observés entre les alluvions anciennes de la vallée du Rhône et les terrains jurassiques des reliefs adjacents.

Résultats et limites d'un traitement conventionnel

Le traitement a permis d'obtenir une image particulièrement fine du canyon et de son remplissage. En revanche, ce traitement sismique fait face à des problèmes d'imagerie en temps engendrés par les vitesses lentes du remplissage du paléo-canyon (inférieur à 2200m/s) en comparaison des vitesses des terrains jurassiques encaissants (en moyenne 3500m/s). En effet, la forte pente des flancs du canyon conjuguée à ces forts contrastes latéraux de vitesses sur des distances très faibles et des épaisseurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres induisent:

- Des effets de pull-down affectant les réflecteurs situés à l'aplomb du canyon,
- des problèmes importants d'addition (destruction locale du stack) sous les flancs du canyon dus aux contrastes latéraux de vitesses très importants

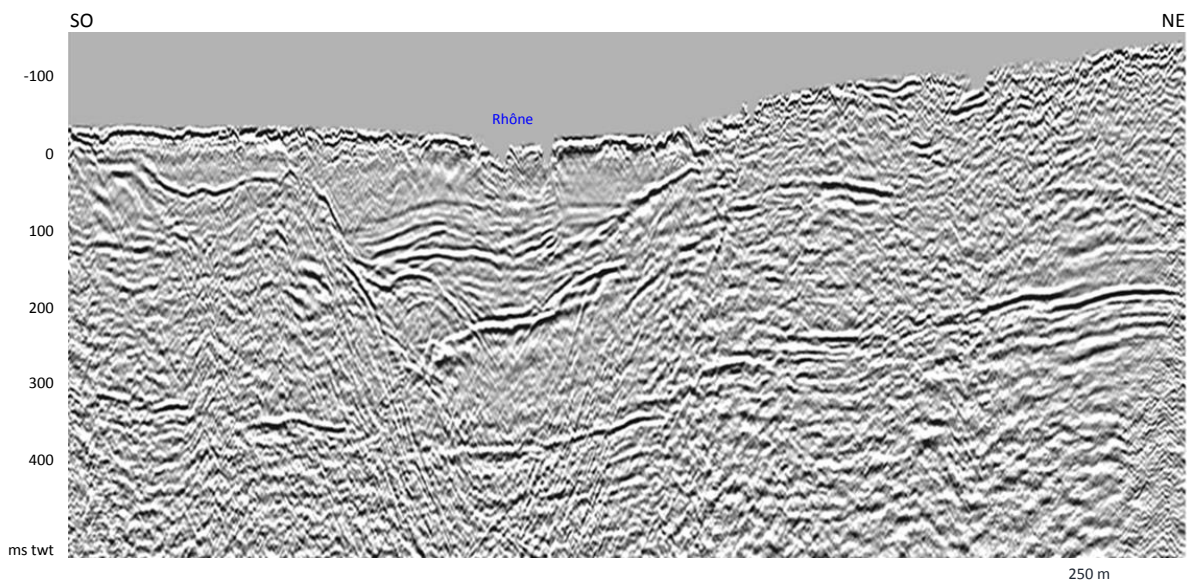


Figure 1: Traitement conventionnel en temps permettant d'imager convenablement le canyon mais présentant des problèmes d'imagerie à l'aplomb du canyon (pull down et absence d'addition) empêchant une interprétation structurale fiable sous le canyon.

En conclusion, ce premier traitement, combiné aux paramètres d'acquisition HR, offre une image très fine de l'incision et de son remplissage mais reste malheureusement inexploitable voire dangereuse pour l'interprétation structurale de l'histoire anté-canyon.

2° Traitement sismique profond en temps

Fort d'une méthodologie développée ces dernières années dans des contextes similaires (forts contrastes latéraux de vitesses sur les premières centaines de mètres telle que la Craie du Bassin de Paris), et afin de pallier les problèmes d'imagerie en temps observés sous le canyon, un second traitement a été réalisé. Celui-ci intègre le calcul de corrections statiques « profondes » appliquées avant stack, en sus des statiques primaires du traitement conventionnel. Ces corrections statiques « profondes » découlent d'une modélisation géologique de vitesse des unités de remplissage du canyon, réalisée sur la base d'une interprétation sismique du stack obtenu lors du traitement conventionnel et de l'exploitation minutieuse des stacks à vitesses constantes en l'absence de données de vitesses issues de forage. Il est à noter que cette étape requiert à la fois une qualité de data permettant l'exploitation des premiers réflecteurs et un traitement temps conventionnel optimal (ayant réglé les problèmes de corrections statiques primaires issus des terrains de surface et ayant fait l'objet d'un pointé de vitesse et de choix de mute minutieux).

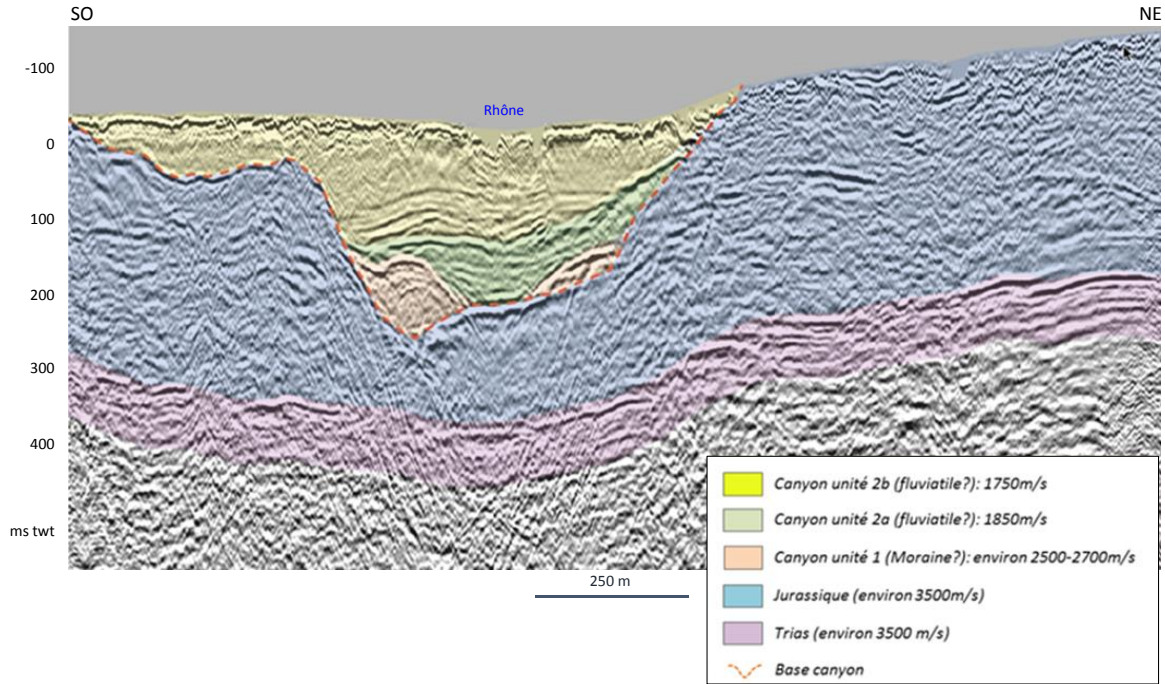


Figure 2: modélisation des vitesses de remplissage du canyon et de l'encaissant

Résultats et limites

Une fois les statiques profondes intégrées, le traitement sismique permet d'obtenir une image en temps permettant une interprétation sismique fiable des horizons sismiques situés sous le canyon.

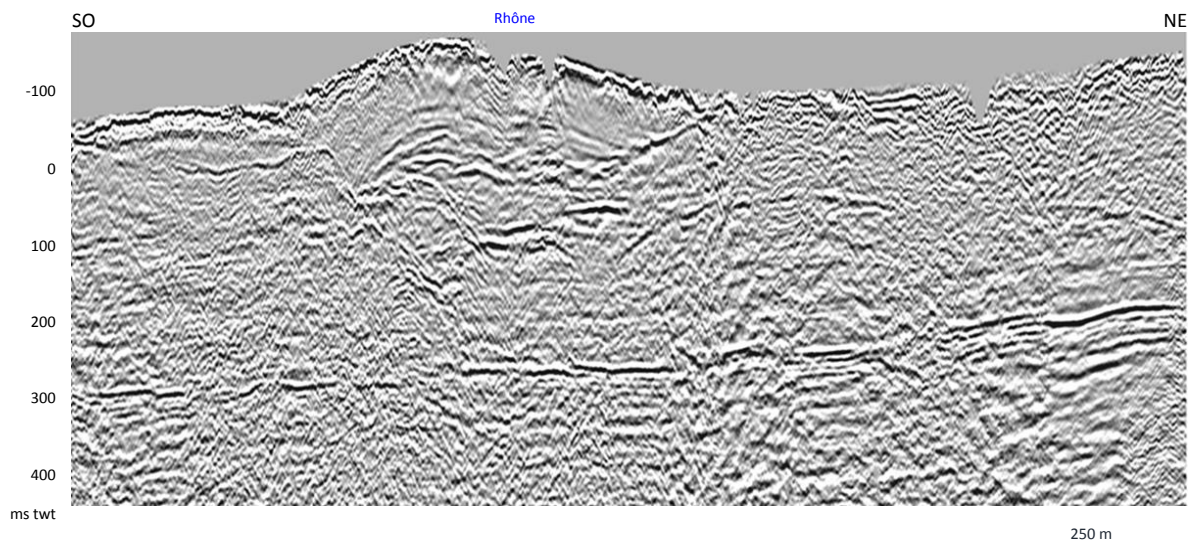


Figure 3: Traitement sismique profond obtenu suite à l'application de statiques "profondes" permettant de restituer une image structurale plus fiable des terrains situés à l'aplomb du canyon

Plusieurs remarques peuvent être faites :

- Ce traitement permet de restituer une image structurale plus fiable des horizons jurassiques et supprimer ainsi les effets de pull down,
- Contrairement à une conversion temps profondeur simple, l'application de statiques profondes permet d'améliorer l'addition,
- L'addition est meilleure sous les flancs du canyon même si le traitement 2D montre ses limites face aux problèmes de diffraction engendrés par les fortes pentes des parois,
- En revanche le canyon et son remplissage sont anamorphosés dans cette version de traitement avec une régionale très haute.

3° Conversion temps profondeur du traitement sismique profond

Dans un troisième temps, une conversion temps/profondeur particulière du stack obtenu lors du traitement sismique profond a été réalisée. Elle intègre une « décorrection » des statiques profondes pour les unités comprises entre la surface et la base du canyon.

Le résultat est un stack en profondeur qui permet de bénéficier des statiques canyons sur la qualité de l'addition en profondeur (contrairement à une simple conversion temps profondeur du stack sans statiques profondes appliquées).

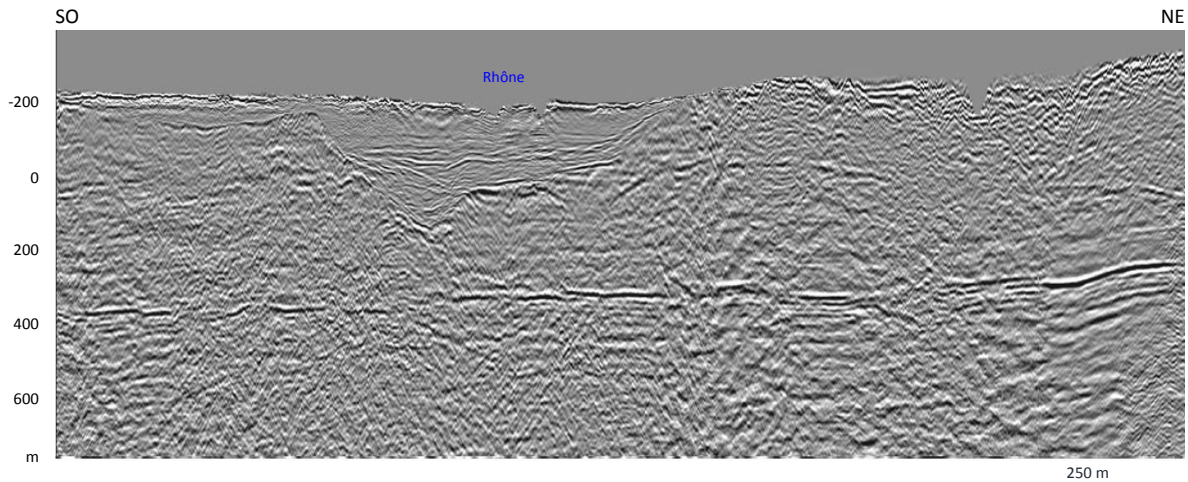


Figure 4: Conversion profondeur du stack obtenu lors du traitement profond et pour lesquelles les unités intra-canyons ont été décorrégées de l'effet des statiques profondes

4° Comparaison des résultats obtenus avec des essais de PSDM

Des essais de traitement PSDM (migration profondeur avant addition) réalisés à la suite du traitement temps conventionnel ont été effectués dans plusieurs centres de traitement. à partir du même modèle de vitesse déterminé pour le calcul des statiques profondes. L'ensemble de ces essais se sont avérés très compliqués et peu concluants malgré le temps dépensé. L'ensemble des contracteurs de géophysique consultés doutent de sa capacité à résoudre les problèmes d'addition et à restituer convenablement les formes structurales en raison des forts contrastes de vitesses (et donc de temps ici 50ms temps simple sur 400m) observés à une faible profondeur (faible nombre de traces), et parce qu'il s'agit de sismique 2D.

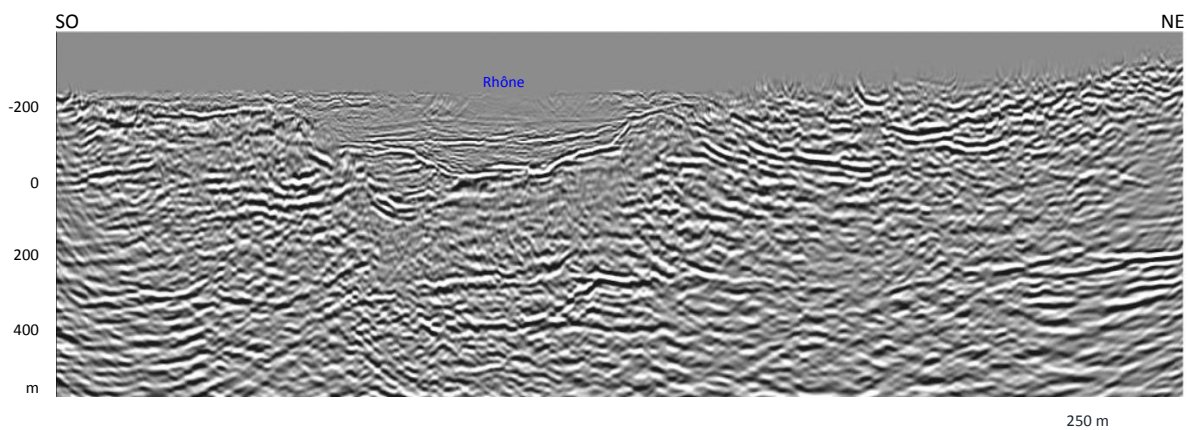


Figure 5: Meilleure version de PSDM obtenue pour la ligne parmi les essais réalisés dans des centres de traitement extérieurs et montrant l'inefficacité de cette méthode pour répondre convenablement à la problématique.

Conclusion/recommandations

Le traitement temps de sismiques 2D HR a permis de mettre en place un traitement sismique polyphasé intégrant des corrections statiques profondes basées sur une modélisation des hétérogénéités de vitesse dans les premières centaines de mètres. Cette méthode permet de lever

« Comparaison des méthodes sismiques de surface pour imager les premiers décimètres du sous-sol »

des problèmes d'imagerie connus à l'aplomb du paléo-canyon et de restituer une image géologique fiable. Elle apporte une vraie solution dans une fenêtre de temps où la migration profondeur avant addition est inopérante. Elle ouvre un champ d'application au traitement sismique dans des zones géographiques présentant des phénomènes similaires et où la PSDM reste difficile à exploiter. D'un point de vue géologique, elle ouvre des possibilités importantes dans la lecture du contrôle structural des paléo-canyons messiniens.

Remerciements

Nous remercions EDF pour la mise à disposition des résultats de ces travaux et les centres de traitement sismique ayant accepté de tester la PSDM pour cette ligne.