

Module : Interprétation sismique structurale

Par Prof Jalal FERAHTIA.

Boumerdes 2020

A qui est adressé ce cours

Ce cours est destiné aux étudiants en licence géophysique. Le contenu de ce document est allégé par rapport à celui des étudiants en master. A la fin du cours, les étudiants seront en mesure de comprendre les différentes étapes de l'interprétation sismique structurale, et capable de réaliser leurs propres interprétations.

Important !

Ce document est destiné uniquement aux étudiants du département géophysique de la faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, de l'université M'Hamad Bougara de Boumerdes. Il est interdit d'utiliser ce document en dehors de l'université de Boumerdes. Une version plus détaillée et plus riche de ce document fera l'objet d'une prochaine publication. Le document est la propriété exclusive du Professeur Jalal FERAHTIA du département géophysique, de l'université de Boumerdes.

Contenu du cours :

Partie I : Géologie

1. Introduction
 - 1.1. Définition
2. Origine des hydrocarbures
3. Bassins sédimentaires
 - 3.1. Formation des bassins sédimentaires
 - 3.2. Classification des bassins sédimentaires
 - 3.3. Exemples de bassins sédimentaires en Algérie
4. Le système pétrolier
 - 4.1. Roche mère
 - 4.2. Roche réservoir
 - 4.3. Roche couverture
 - 4.4. Processus de formation-migration-accumulation des hydrocarbures
5. Pièges d'hydrocarbures
 - 5.1. Définition
 - 5.2. Pièges de plissement
 - 5.2.1. Définition
 - 5.2.2. Types de pièges de plissement
 - 5.3. Failles

- 5.3.1. Définition
- 5.3.2. Types de failles
- 5.4. Pièges associés aux diapirs
- 5.5. Pièges stratigraphiques
 - 5.5.1. Définition
 - 5.5.2. Types de pièges stratigraphiques
- 5.6. Pièges combinés
- 6. Terminologie d'un réservoir

Partie II : interprétation des données de sismique réflexion

Introduction

- 1. Définition et objectif de l'interprétation sismique structurale
- 2. Documents de référence
 - 2.1. Section sismique
 - 2.1.1. Représentations d'une section sismique
 - 2.1.2. Codage des sections sismiques
 - 2.2. Plan de position
 - 2.3. Données de puits
 - 2.3.1. Fiche stratigraphique
 - 2.3.2. Profil sismique vertical (PSV)
 - 2.3.3. Check shot
 - 2.3.4. Diagraphies
 - 2.3.5. Well-tops
 - 2.3.6. Film synthétique
- 3. Etapes de l'interprétation sismique
 - 3.1. Le calage
 - 3.2. Corrélation (pointé)
 - 3.3. Interprétation des failles
 - 3.4. Chronométrage
 - 3.5. Report des temps et des failles
- 4. Etablissement des cartes
 - 4.1. Définition
 - 4.2. Cartes en isochrones
 - 4.3. Cartes en isovitesse
 - 4.4. Conversion temps-profondeur
 - 4.5. Cartes en isobaths
 - 4.6. Cartes en isopachs
 - 4.7. Représentation en 3D
- 5. Quelques logiciels d'interprétation sismique

Note :

La partie en rouge, c-à-d du chapitre 1 au chapitre 4, a été abordée en cours.

Pr. J. FERAHITA 2020

Partie I : Géologie

5. Pièges d'hydrocarbures

Il existe deux types de pièges d'hydrocarbures, les pièges conventionnels et les pièges non conventionnels. Dans la première catégorie, l'existence d'une roche couverture imperméable est nécessaire au piégeage des hydrocarbures, tandis que dans la deuxième catégorie la présence de la roche couverture n'est pas nécessaire. Dans ce qui suit, nous n'allons traiter que les pièges conventionnels d'hydrocarbures.

5.1. Définition

Un piège d'hydrocarbure est une partie du sous sol où les hydrocarbures se sont accumulés et qui n'ont pas d'échappatoire.

Tout piège contrôlé par une déformation tectonique est un piège structural. Ces derniers sont définis par la fermeture structurale qui est la distance verticale entre le point le plus haut et le point le plus bas du piège.

Les principaux pièges structuraux sont : les pièges de plissement –anticlinaux, synclinaux etc. et les failles.

D'une manière générale, les pièges d'hydrocarbure se divisent en trois catégories:

- Pièges structuraux
- Pièges stratigraphiques
- Pièges combinés

Les pièges stratigraphiques sont des pièges dont la fermeture a été créée par une variation stratigraphique, lithologique ou pétrophysique de la roche réservoir. On trouve dans cette catégorie les pièges associés aux discordances, les lentilles de sable, les biseaux etc.

Le tableau I-1 résume les différents types de pièges.

I **Pièges structuraux** causés par des processus tectoniques

1. Pièges de plissement : anticlinaux compressifs+anticlinaux de compaction (représentent environ 30 % des champs dans le monde)
2. Pièges associés aux failles (environ 7% des pièges)

II **Pièges associés aux diapirs** – dus à des écoulements causés par des différences de densités entre les roches.

1. Diapirs salifère
 2. Diapirs argileux
-

III	Pièges stratigraphiques – issus de morphologie de dépôt ou de diagénèse
IV	Pièges hydrodynamiques – causés par l'écoulement de l'eau
V	Pièges combinés – issus d'une combinaison de deux, ou plusieurs, pièges cités ci-dessus.

Tableau I.1. *Tableau récapitulatif des principaux types de pièges d'hydrocarbures.*

5.2. Pièges de plissement

5.2.1. Définition

Les pièges de plissement sont dus à déformations plastiques d'une, ou de plusieurs couches sédimentaires planes, sont cassures (Sroor, 2010). Les pièges de plissement sont les plus courants des pièges structuraux d'hydrocarbures à travers le monde.

5.2.2. Types de pièges de plissement

On dénombre plusieurs types de pièges de plissement (Figure I-1)

- Anticlinal
- Synclinal
- Plissement symétrique
- Plissement asymétrique
- Plissement retourné
- Monoclinal
- Plissement en chevron
- Plissement parallèle
- Plissement isoclinal
- etc.

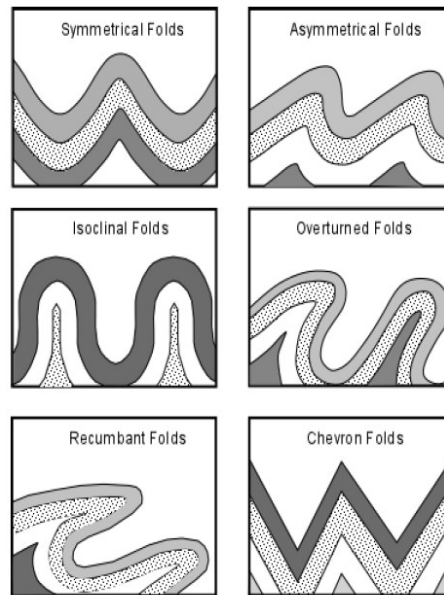


Figure I-1. Différents types de pièges de plissements (d'après Sroor, 2010)

5.3. Failles

5.3.1. Définition

Une faille est un déplacement d'un bloc de roche (Hanging wall) par rapport à l'autre (Foot wall) le long d'un plan de faille. Les failles sont généralement regroupées dans une zone géographique appelée zone de failles.

On définit la faille par :

- Le plan de faille, qui est une surface selon laquelle le bloc de roche glisse,
- Le rejet de la faille, qui est le déplacement vertical du bloc de roche par rapport à l'autre.

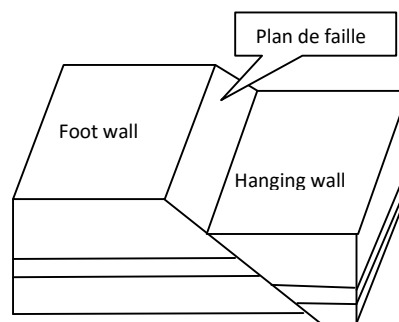


Figure I-2. Schéma d'une faille.

5.3.2. Types de failles

Selon le sens de déplacement du hanging wall par rapport au foot wall, on définit quatre types de failles :

- Faille normale
- Faille inverse
- Faille de chevauchement : pendage $< 45^\circ$
- Faille de cisaillement :
 - senestre
 - dextre

Les failles jouent un rôle important, mais indirect, dans le piégeage des hydrocarbures.

D'après Bailey et Stoneley (1981), il existe huit configurations possibles de piégeage des hydrocarbures associés aux failles, selon le type de faille, le sens de la faille et son rejet. Ces configurations sont résumées dans le tableau I-2.

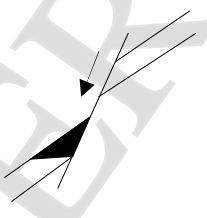
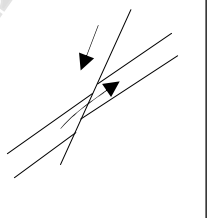
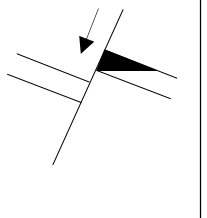
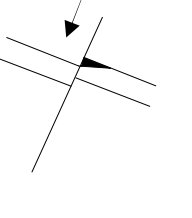
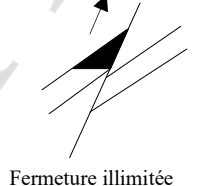
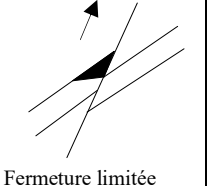
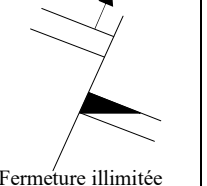
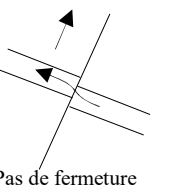
	Pendage dans le sens de la faille		Pendage opposé au sens de la faille	
	Rejet > épaisseur	Rejet < épaisseur	Rejet > épaisseur	Rejet < épaisseur
Faille normale	Fermeture illimitée 	Pas de fermeture 	Fermeture illimitée 	Fermeture limitée 
Faille inverse	Fermeture illimitée 	Fermeture limitée 	Fermeture illimitée 	Pas de fermeture 

Tableau I-2. Pièges d'hydrocarbures associés aux failles (d'après Selley, 1997)

5.4. Pièges associées aux diapirs

Les diapirs sont des formations géologiques dues à des écoulements verticaux de sédiments moins denses que l'encaissant. Les principaux types de diapirs sont les diapirs salifères et les diapirs argileux. Le mouvement vertical cause la déformation des strates

sus jacentes à la couche de sel et est à l'origine des différents pièges d'hydrocarbures associés aux diapirs. La figure I-3 donne un aperçu de ses pièges.

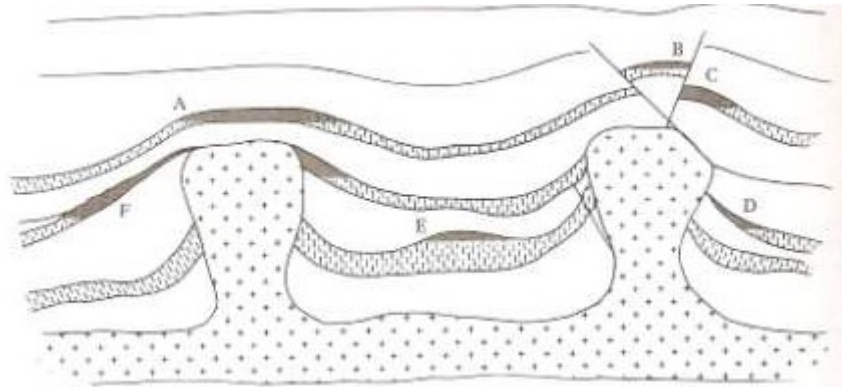


Figure I-3. Structure de diapir salifère avec les pièges d'hydrocarbures associés : A) piège en dôme, B) et C) pièges de failles, D) piège en biseaux, E) piège en dos de tortue et F) piège de discordance (d'après Selley, 1997).

5.5. Pièges stratigraphiques

5.5.1. Définition

Les pièges dont l'origine n'est pas due à la tectonique sont considérés comme pièges stratigraphiques. C'est le changement de la lithologie (porosité ou perméabilité, par exemple) qui est à l'origine du piégeage des hydrocarbures. Les pièges stratigraphiques sont plus subtils que les pièges structuraux, et donc plus difficiles à mettre en évidence par l'interprétation structurale.

5.6. Types de pièges stratigraphiques

On distingue deux types de pièges stratigraphiques : primaires et secondaires. Les pièges stratigraphiques primaires sont caractérisés par des changements de faciès, ou d'épaisseur, contemporains à la sédimentation. Tandis que les pièges stratigraphiques secondaires sont caractérisés par un changement postérieur à la sédimentation (cimentation ou dolomitisation, par exemple).

On distingue dans cette catégorie, les pièges suivants :

- Biseaux (Figure I-4)
- Discordance (Figure I-5)
- Lentilles de sables
- Récifs (Figure I-6)

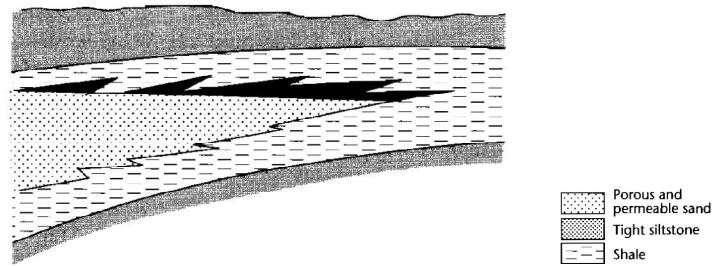


Figure I-4. Piège stratigraphique résultat d'un changement de faciès (d'après Downey, 1984)

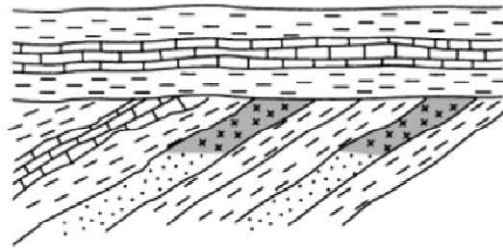


Figure I-5. Piège stratigraphique associé à une discordance (d'après Ross, 1988)

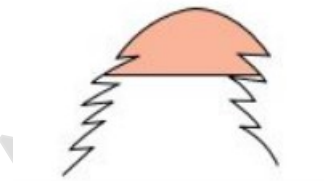


Figure I-6. Piège récifal.

5.5 Pièges combinés

Les pièges combinés sont, comme leur nom l'indique, une combinaison entre un ou plusieurs pièges cités ci-dessus.

6 Terminologie d'un réservoir

La terminologie d'un réservoir de type anticlinal est illustrée par la figure I-4:

- Crête ou culmination: le point le plus haut du réservoir
- Point de déversement : le point le plus bas en dessous duquel l'huile s'échappe
- Fermeture structurale : distance verticale entre la crête et le plan de déversement
- Bottom water : la zone immédiatement en dessous de la zone à huile.

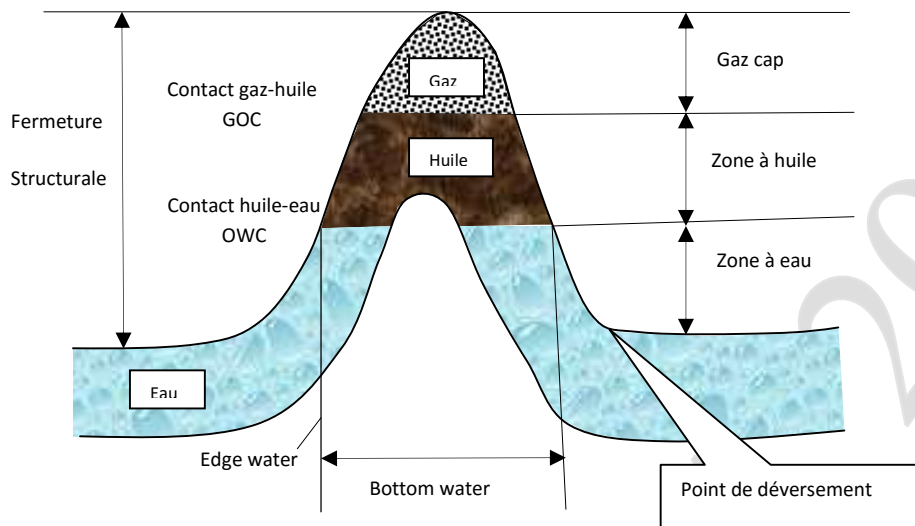


Figure I-4. Terminologie relative à un réservoir d'hydrocarbures de type anticlinal (modifiée d'après Selley, 1997)