

Présentation de la formation :

La formation dite : Caractérisation du réservoir, est conçue pour répondre aux questions de caractérisation du réservoir d'un point de vu structural, et géomécanique en intégrant différentes méthodes d'investigation tels que : l'analyse structural, l'imagerie aux puits et la modélisation géomécanique. Cette formation comprend 4 cours regroupés sous deux parties résumées dans les tableaux des pages (2,3 et 4).

Objectifs de la formation :

Cette formation a pour objectif d'introduire la modélisation géomécanique et la rendre une étape incontournable dans la caractérisation du réservoir, en passant par des outils et méthodes géosciences essentiels tels que l'analyse structurale(géologique) et l'imagerie aux puits. Cette modélisation a pour but d'optimiser les forages et de rendre le puits plus stable.

Compétences visées :

Comprendre et interpréter les logs d'imagerie aux puits, utiliser les interprétations d'imagerie dans les différentes analyses, utiliser les données d'imagerie dans le calcul et l'orientation des contraintes, comprendre et exécuter le workflow de la modélisation 1D géomécanique en mettant en évidence les méthodes diagraphiques et de laboratoire.

Durée de la formation :

- Partie I (imagerie aux puits) : Niveau 1 : 3 jours, niveau 2 : 5 jours
- Partie II (géomécanique du réservoir) : Niveau 1 : 3 jours, niveau 2 : 5 jours

Audience :

Les géologues, géophysiciens, petrophysiciens, réservoir engineers, geomodellers, geoscientists, petroleum engineers, drillers (ingénieurs de forage), mudloggers, log analystes, technical-sales

Langues : Anglais/ Français

Tableau 1 : aperçu sur l'organisation de la formation

Formations

Niveaux

Durée

Durée Total par	Thème
------------------------	--------------

Partie I : Imagerie aux Puits

Acquisition, processing et artefacts

Niveau 1

3 jours

8 jours

Techniques d'interprétation et d'analyses des logs

d'imagerie

Niveau 2

5 jours

Partie II : Géomécanique du réservoir (Modélisation

1D)

Mécanique et physique des roches

Méthodes d'étude diagraphique et laboratoire

De la résistance et de la rupture des roches

Niveau 1

3 jours

8 jours

Étude des contraintes in-situ

Niveau 2

5jours

Et leur impact sur la stabilité du puits

Partie I : Imagerie aux puits

Intitulé de la formation

Nbre de jours

Thématiques/jour

Description

Acquisition, processing et artefacts

Jour 1

Outils et acquisition

-

Description et mode de fonctionnement des outils

-

QC lors de l'acquisition

-

Data management et bases de données

Jour 2

Traitement des données et QC

-

Techniques et étapes de traitement des données.

-

Control de qualité des données à chaque étape du

traitement

Jour 3

Post-traitement et artefacts

-

Détection et classification des artefacts selon

leur origines

-

Préparation à l'interprétation

Techniques d'interprétation et d'analyses des logs d'imageries

5

Jour 1

Interprétation sur imagerie de résistivité

-

Détection et interprétation des stratification, couches et lithologie

Jour 2

Interprétation sur imagerie acoustique

-

Détection et interprétation des fractures

naturelles, breakouts et fractures induites

Jour 3

Analyses structurales et sédimentologiques

-

Etape de réalisation et utilisations de l'analyse

structurale et sédimentologique

Jour 4

Analyses et caractérisation des fractures naturelles

-

Etapas de caractérisation des fractures naturelles

et leurs utilisations

Jour 5

Analyses des contraintes

-

Etapes d'orientation et d'analyses des contraintes

InSitu

Tableau 2 : Description des thématiques de la partie I : Imagerie aux puits

Tableau 3 : Description des thématiques de la partie II : Géomécanique du réservoir

Partie II :Géomécanique du réservoir (Modélisation 1D)

Intitulé de la formation

Nbre de jours

Thématique/jour

Description

Mécanique et physique des roches :

Méthodes d'étude diagraphique et laboratoire de la résistance et de la rupture des roches

3

Jour 1

Les méthodes laboratoire compressive et de traction

-

Méthodes uni axiale, triaxiale et multiaxiale

Jour 2

Cercle de Mohr 2D et 3D

-

Construction et utilisation du cercle de Mohr dans

la réalisation d'un model géomécanique

Jour 3

Calcul de rupture à partir des diagraphies

-

Méthodes de calcul à partir des différentes

diagraphies

Étude des contraintes in-situ et leur impact sur la

stabilité du puits

Jour 1

Introduction aux contraintes régionales et InSitu

-

Contraintes sismiques et contraintes Insitu

Jour 2

Méthodes de calcul des magnitudes de contraintes

-

Méthodes sismiques, forage et diagraphies

Jour 3

Contraintes autour du puits : Hoop Stress

-

Estimation de la contrainte pour la stabilité du puits

Jour 4

Calcul des contraintes dans un puits vertical

-

Différentes méthodes de calcul

-

Utilisation de l'imagerie dans le calcul des contraintes

Jour 5

Calcul des contraintes dans un puits dévié ou Horizontal

-

Méthodes et équation de Kirch

Partie I : Imagerie aux puits

L'imagerie aux puits est une technique très efficace et high-tech qui visualise le réservoir tel une échographie médicale et permet donc de voir en temps réel les différentes structures tels que les stratifications, les fractures naturelles, les fractures induites, les ovalisations du puits (breakouts) et les washouts.

Différents types d'imagerie sont introduites en Wire line ou en LWD (Logging While Drilling)

et peuvent être :

-

Imagerie de résistivité

-

Imagerie acoustique

-

Imagerie de densité et d'onde gamma (GR)

Chaque type d'imagerie nous donne une information précise qui sera interprétée puis utilisée pour l'analyse. La combinaison de plusieurs types d'imageries donnera une meilleure

visibilité sur la composition du réservoir d'un point de vue structural et sédimentologique.

Dans cette formation nous traiteront essentiellement des imageries Wire line de résistivité et acoustique du fait de leur importance dans la détection des :

-

Stratifications et couches sédimentaires

-

Fossiles

-

Fractures (naturelles et induites)

-

Breakouts

-

Brèches

Afin de maîtriser la thématique, ce cours est présenté sous 2 niveaux :

1.

Niveau 1 : Acquisition, processing et artéfacts :

Dans cette formation, nous illustreront la phase d'acquisition des images, nous procéderont par le fonctionnement des outils, les QC réalisés durant et après l'acquisition, le data

management dans les différentes structures depuis la cabine du logging jusqu'à l'arrivée chez le client (la société opératrice), nous discuteront également les étapes du traitement des données et les QC réalisés par le géoscientist et enfin le postprocessing ou des artefacts seront détectés et éliminés pour ne pas fausser l'interprétation.

1.

Niveau 2 : Techniques d'interprétation et d'analyse des logs d'imagerie :

Après le traitement et le QC, le data sera prêt à être interpréter ; l'interprétation veut dire reconnaître les différentes structures géologiques apparues sur les images, leur attribuer un type et une orientation et une classification ; ces structures peuvent être des stratifications, des fractures naturelles, des fractures induites, ou des breakouts.

Après l'interprétation des structures géologiques, une analyse sera nécessaire pour l'intégrer avec les résultats petrophysique et commencer une modélisation géomécanique.

Le but de cette formation est de savoir reconnaître chaque structure par ses caractéristiques sur l'image, faire la différence entre une fracture naturelle et une autre induite, reconnaître un breakout d'un washout, classer les stratifications selon leur nature lithologique, donner une orientation pour l'utiliser lors des analyses.

En exploitant l'interprétation, les analyses suivantes peuvent être réalisées :

-

Une analyse structurale : pendage structural : qui permet de choisir l'emplacement des nouveaux puits ainsi que le forage des drains et le programme geostering,

-

L'analyse des dépôts : qui permet de reconstruire l'environnement des paléo dépôts et les directions d'apports des sédiments.

-

L'analyse des contraintes in situ : l'orientation et la magnitude des contraintes horizontales **S_{hm}** et **S_{hn}**

S_{Hmax}

et leur importance dans le choix des directions de fracturation hydraulique.

-

La caractérisation des fractures naturelles : définir le type de fractures, l'orientation, la projection stéréographique, la densité de fractures : $P_{10}, P_{11}, P_{21}, P_{22}, P_{32}, P_{33}$.

-

Introduction à la modélisation géomécanique 1D.

Partie II : Géomécanique du réservoir (Modélisation 1D) :

La géomécanique est une discipline qui étudie le comportement des roches vis-à-vis les contraintes et pressions à l'intérieur et aux alentours du puits et donc permet :

-

D'optimiser le forage

-

Etudier la stabilité du puits

-

Modéliser les contraintes et étudier leur comportement en association avec la structure

Plusieurs disciplines sont intégrées pour réaliser une étude géomécanique :

-

Les données petrophysiques : porosité et perméabilité

-

Les données sismiques et ultrasoniques

-

Les données de carottes

-

Les données d'imagerie

-

Les données conventionnelles : GR, NPHI, RHOB

Afin de maîtriser la thématique, ce cours est présenté en 2 niveaux :

1.

Niveau 1 : mécanique des roches

La mécanique des roches étudie le comportement de ces derniers dans des conditions de contraintes et de mouvement prédéfini au laboratoire et donc permet d'obtenir des résultats statiques. Les nouvelles technologies comme le sonique ou la sismique peuvent fournir du data dynamique permettant de calculer instantanément les paramètres élastiques des roches tels que le module de Young et le ratio de poisson, et ensuite les comparer avec les paramètres statiques obtenues au laboratoire pour une étude plus complète et réaliste.

L'objectif de cette formation est de discuter les étapes de calcul des paramètres Elastique dynamique et statique des roches en suivant différentes méthodes diagaphiques et du laboratoire utilisées dans l'industrie pétrolière.

1.

Niveau 2 : étude des contraintes Insitu et leur impact sur la stabilité du puits

Les contraintes régionales et in situ constituent la matière grise de la modélisation géomécanique, trois contraintes principales sont à identifier lors de la modélisation : σ_1 σ_2 et σ_3 en d'autres termes une contrainte verticale : S_v et deux contraintes horizontales : S_{hmin} et S_{Hmax} qui décideront du sort et de la stabilité du puits.

L'objectif de cette formation est de calculer la magnitude et l'orientation de ces contraintes en utilisant différentes méthodes et théories : poroélasticité, mohr-coulum criterion theory,

méthodes diagraphiques : le polygone de stress, le hoop stress et les méthodes
diagraphiques et données de forage : Leak of tests LOT, mini frac et imagerie (breakout
width) et dans différentes trajectoires du puits : vertical, dévié et horizontal.

Cette formation vous permettra enfin de connaître les étapes de réalisation d'un modèle
géomécanique 1D et de l'adapter avec les différents cas d'études.