

Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des hydrocarbures des énergies renouvelables et science de la terre et de l'univers

Département de forage et de mécanique des chantiers pétroliers

MEMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Option: FORAGE

Présenté Par :

BACHI Brahim
SAOUD Med Elhadi

-THEME-

LA REALISATION DE LA TECHNIQUE DE RE-ENTRÉE EN UBD
ETUDE DE CAS OMO13

Soutenu le : 28 / 05 / 2014 devant la commission d'examen

Jury:

Président: HADJI Touta

Univ. Ouargla

Rapporteur: HADJAJ SOUAD

Univ. Ouargla

Examineurs: HELLAL Yazid

Univ. Ouargla

Remerciements

Tout d'abord, Nous Remercions le Dieu notre créateur de nous avoir donné les forces pour achever ce travail.

Nous adressons nos remerciement à notre encadreur (hadjaj souad) qui a proposé le thème de ce mémoire, pour ses conseils et ses dirigés.

Nous remercions le département des Hydrocarbures (Université Kasdi Marbah – Ouargla), l'administration, les étudiants, et surtout les profs.

Enfinement nos remerciements s'adressent aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail, et aussi tout ce qui a participé à réaliser ce mémoire.

Figure	Titres	page
I.1	Puits en ré-entrée	01
I.2	Les puits en Short, Medium& Long Radius	03
II.1	Tiges lourdes spiralées	05
II.2	Raccords d'orientation	06
II.3	Raccords coudés	07
II.4	Whipstocks	08
II.5	Moteur volumétrique	09
II.6	Turboforeuse	10
II.7	Elargisseurs	11
II.8	Garniture de build up	11
II.9	forage en OBD et UBD	12
II.10	Compresseur d'air	15
II.11	Unité nitrogène	15
II.12	Amplificateur de pression	14
II.13	La tête rotative	16
II.14	ESD (Emergency Shut Dawn)	17
II.15	Manifold de L' underbalance	17
II.16	Séparateur vertical	18
II.17	Valve anti-retour (Float valve)	19
III.1	Outil de side track type ST	22
III.2	BHA de build up	23
III.3	le drain horizontal du puits OMO13, en projection verticale	26
III.4	: le drain horizontal du puits OMO13, en projection horizontale	26

Liste des tableaux

Tableau III 1 : Les donnés de WO.	20
Tableau III 2 : Caractéristiques géologiques.	21
Tableau III 3 : les outils de forage utilisés.	24

Nomenclature

Termes	Description
MWD	Measurement While Drilling
LWD	Logging While Drilling
BHA	Bottom Hole Assembly
GOR	Le rapport gaz-huile
DC	Drill-Collar
UBD	Under Blanced drilling
BHP	Bottom Hole pressure
ROP	Rate off Penetration
GR	gamma raye
ID	Internal diameter
Z	Coefficient de compressibilité
KOP	Kick-Off Point
DP	drill pipe
TVD	Total Vertical Depth
NRV	Now Return Valve
D	Densité
WOB	Weight On Bit
Q	Débit
N2	Nitrogène
TD	Total Depth
INC	Inclinaison
AZI	Azimut
DLS	dog legs
RPM	Rote par minute
PSI	Pound per square inch
So	Saturation en huile
Sw	Saturation en eau
NPT	Now Proected Time
ΔP	Pression différentielle
WO	Work over

Introduction

Suite à la déplétion du gisement de Hassi Messaoud après des années de production, certains puits ont vu leur production chuter considérablement et d'autres sont même fermés.

Plusieurs techniques telles que: la stimulation, la sismique 3D et le forage dirigé ont été opérées dans les années 90 pour remédier à cette situation.

Le rajout d'un drain horizontal, dit la technique ré-entrée est devenu la solution la plus adaptée, vu les garanties survenus sur l'échelle forage ou production

Souvent que cette technique sera combinée avec la technique d'underbalanced (UBD) pour tenter de remettre les puits déplétés en production, en pourvoyant de bons résultats sur les puits forés à Hassi Messaoud.

Cette technique nécessite des équipements spéciaux et donc engendre des coûts supplémentaires mais, tout reste insignifiant comparativement aux performances réalisées.

Ce travail consiste à l'interprétation de la réalisation d'un ré-entrée combiné avec l'UBD, à niveau du puits OMO13.

Cette présente étude est structurée sous trois chapitres, dont le premier contient des généralités sur la technique de ré-entrée et le deuxième consacré pour les équipements de forage en short radius et aussi les équipements de l'UBD et dans le troisième on a essayé d'interpréter un cas réel, concernant le puits OMO 13

La technique de ré_entrée (re-entry) est considérée parmi les techniques récentes d'assistance des puits pour améliorer leurs productions, elle est utilisée intensivement depuis les années 1980, en éprouvant des garanties très élevés, pour avoir plus de survie aux anciens puits ainsi qu'aux nouveaux puits peu producteurs verticalement.

I.1. Généralités sur le ré-entrée :

I.1.1. Description du Puits en ré-entrée :

La technique de ré-entrée consiste à abandonner le fond d'un puits existant (vertical ou dévié) pour forer latéralement un nouveau puits, celui-ci se terminant souvent par un drain horizontal.

Cette technique permet de faire l'économie du forage et des équipements de la partie supérieure du puits.

On peut considérer ce type de puits déviée comme un puits horizontal, en rayon de courbure court, dit en short radius, qui peut atteindre 5 à 6 mètres. (voir fig I.1)

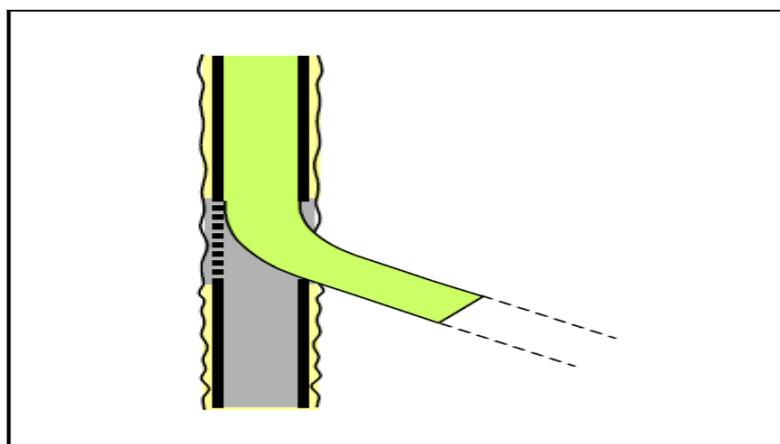


Fig.I.1:Puits en ré-entrée.

I.1.2. Applications :

Le forage en ré-entrée s'applique surtout aux puits secs ou à faibles productions, qui nécessitent une étude géologique et de réservoir afin de bien choisir :

- les puits candidats.
- la position idéale pour les drains cibles.
- l'orientation favorable à leur donner.

Pour la réussite de tels ouvrages deux étapes doivent être bien étudiées :

Etape1:

Les critères de sélection des puits pour reprise en Short Radius.

- les critères de choix du drain (la cible).

- les critères de choix de la direction (Azimut) du drain.

Etape2:

L'analyse des résultats obtenus.

- Evaluation du gain de production de puits.
- Essai de dégager d'autres critères de choix .

I.1.3. Objectif du ré-entrée:

Les objectifs essentiels de la reprise des puits en ré-entrée sont :

- Remédier les problèmes de percé d'eau ou de gaz.
- Optimiser le nombre des puits de développement.
- Baisser la pression d'abandon.
- Améliorer la récupération totale.
- Drainer la partie qui présente des meilleures caractéristiques pétro physiques

Produire à débit plus élevé pour une même ΔP .

I.1.4. Inconvénients:

- Les puits short radius nécessitent des équipements de forage flexibles ou articulés ; souvent lent à manier, moins résistants que les équipements standards.
- Vu l'importance des Dog legs, la vitesse d'avancement des outils est faible ainsi que leurs espérances de vie.
- Etant donné que la garniture est particulière pour ces opérations, le coût du forage dévié peut être très coûteux. [1]

I.2. Les types des puits horizontaux puits en Short, Medium & Long Radius:

Les puits horizontaux se classifient selon leur rayon de courbure, ce dernier peut gérer le gradient de déviation et la longueur du drain horizontal. Il existe 3 types des puits horizontaux sont : (voir fig I.2)

- Les puits en short radius sont principalement des reprises (ré-entrée) d'anciens puits verticaux. Ils ont une courbe d'un rayon inférieur ou égal à 44m.
- Les puits en medium radius ont une courbe d'un rayon de 61 à 152m.
- Les puits en long radius ont une courbe d'un rayon supérieur ou égal à 229m.

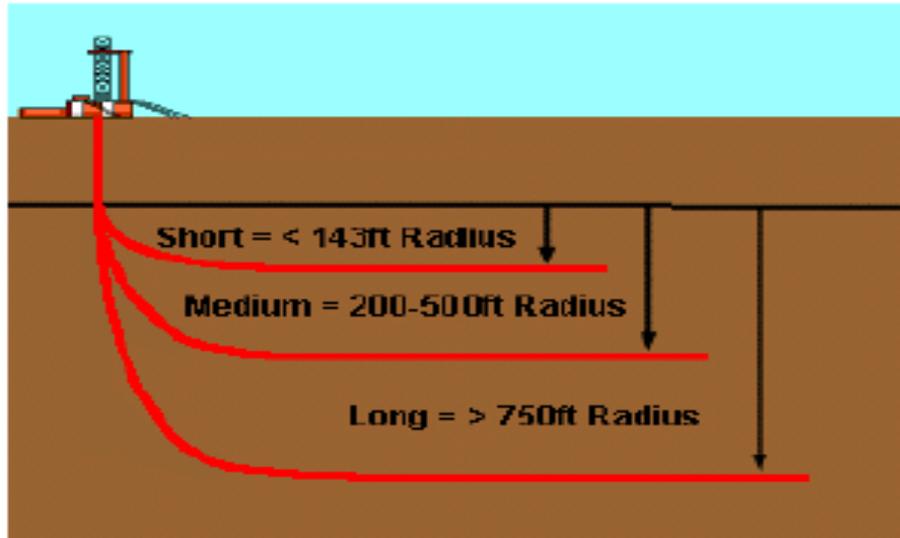


Fig.I.2 : Les puits en Short, Medium& Long Radius.

I.3. Généralités sur short radius:

La réalisation d'un drain horizontal dans une partie du réservoir vient par la suite d'un programme détaillé d'une équipe pluridisciplinaire ou se côtoient l'ingénieur réservoir, le géologue, le producteur, le foreur et les prestataires de service pour les équipements de mesures (MWD, LWD, BHA).

Le short radius est réservé pour plusieurs applications, dont la principale est la technique de ré-entrée, la multi latéralité, le développement des réservoirs peu profond qui nécessitent des équipements légers de forages [brochure short radius].

I.3.1. L'intérêt du Short Radius :

Les puits sont reconvertis en short radius pour les raisons essentielles suivantes :

- ✓ Drainer la partie qui présente les meilleures caractéristiques pétrophysiques (porosité, perméabilité,...).
- ✓ Produire à débit plus élevé pour un même ΔP .
- ✓ Eviter le plan d'eau.
- ✓ Eviter les zones à gaz ou les rayons des puits injecteurs d'eau ou de gaz.
- ✓ Eviter les rayons de zone sèche.

Un drain horizontal est réalisé dans une zone à huile tout en évitant :

- La zone à eau pour les puits situés en flanc de structure, ou en zone d'injection d'eau.
- La zone à gaz pour les puits à fort GOR.

I.3.2. Inconvénients :

- Les puits short radius nécessitent des équipements de forage flexibles ou articulés ; souvent lent à manier, moins résistants que les équipements standards.
- Vu l'importance des Dog legs, la vitesse d'avancement des outils est faible ainsi que leurs espérances de vie.
- Etant donné que la garniture est particulière pour ces opérations, le coût du forage dévié peut être très coûteux. [2]

II.1. Procédure et équipements de réalisation du ré-entrée :

La sélection de la plateforme de réalisation est importante pour effectuer un bon short radius, on peut utiliser des plateformes légères ou des plateformes désignées aux opérations de workover, pour économiser notre projet.

La réalisation de ré-entrée nécessite le whipstock en premier lieu pour tenir la déviation, puis un moteur de fond muni d'un raccord coudé indépendant ou intégré à son intérieur, plus une garniture de build up, avec des masses tiges et des tiges de forage spiralés, parfois un élargisseur. Les instruments de mesure recommandés sont le MWD ou le géosteering

En cas d'utilisation des instruments de mesure magnétiques, quelques équipements peuvent être amagnétiques, pour avoir plus d'exactitude de mesure, en évitant la perturbation créée par le champ magnétique terrestre.

La garniture peut être composée par d'autres équipements standard selon le cas et la nature de formation traversée.

II.1.1 Masse-tiges articulées:

Les masse-tiges articulées (articulated DC): commercialisées sous « Wiggly DC) composées d'éléments courts reliés par des joints flexibles et incorporent un tube interne en caoutchouc pour permettre le passage du fluide de forage, s'utilisent que pour le forage des puits à court rayon.

II.1.2 Tiges lourdes spiralées:

les tiges lourdes spiralées (Spiraled and Heavy Weight Drill Pipe): sont utilisées fréquemment en forage horizontal à rayon moyen. (voir fig .II.1)



Fig .II.1: Tiges lourdes spiralées

II.1.3.Raccords d'orientation:

Les raccords d'orientation sont conçus pour recevoir une chemise dans laquelle viendra se loger l'extrémité inférieure ("mule shoe") de l'outil de mesure.

Ils sont habituellement fabriqués en acier amagnétique en raison de leur proximité par rapport au compas ou aux magnétomètres.

La chemise peut être positionnée et bloquée dans une position permettant d'indexer l'orientation de l'outil de déviation par rapport à l'outil de mesure.

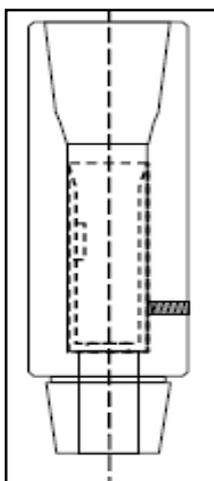


Fig.II.2:Raccords d'orientation

II.1.4. Raccords coudés:

Les raccords coudés sont utilisés en combinaison avec un moteur de fond (de corps droit) pour le désaxer par rapport à l'axe du puits et donc désaxer l'outil de forage.

L'angle est obtenu en désaxant le filetage mâle et sa portée par rapport à l'axe du corps (voir fig.II.3).

Ils sont installés immédiatement au-dessus du moteur.

Ils sont fabriqués soit en acier standard, soit en acier amagnétique.

La valeur de l'angle est gravée dans le corps du raccord et une ligne de repérage ("*scribe line*") est usinée le long du corps afin de permettre le repérage précis de l'angle.

La valeur de l'angle détermine le gradient de montée ou de rotation du puits, qui dépend aussi des diamètres du trou et du moteur ainsi que de la longueur de celui-ci, mais aussi de la formation. Le rendement du raccord est donc difficilement prévisible à moins de disposer d'une expérience locale.

Il est donc nécessaire de disposer sur site de raccords de différentes valeurs afin de couvrir une gamme de gradients adaptée au programme de forage.

L'utilisation des raccords coudés tend à disparaître avec le développement des coudes incorporés aux moteurs ("*bent-housing*").

Les raccords coudés et les raccords d'orientation sont fréquemment combinés en seul raccord appelé "raccord coudé d'orientation".

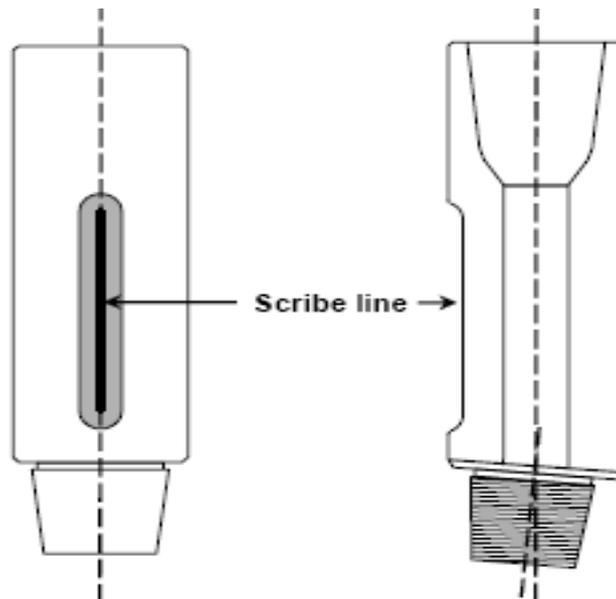


Fig.II.3: Raccords soudés

II.1.5. Whipstock (Outils de déflexion):

Les outils de déflexion sont souvent appelés "Whipstock" du nom de leur inventeur.

Un Whipstock est un sabot d'acier dont la surface intérieure est concave et sur laquelle viendra s'appuyer l'outil de forage, ainsi obligé de riper vers la paroi et de sortir du puits initial.

Les Whipstocks peuvent être :

- permanent ou récupérables.
- orientable ou non. Ils peuvent être utilisés.
- en trou ouvert, pour effectuer un side-track ou démarrer un drain latéral.
- dans un tubage, pour y ouvrir une fenêtre.

Communément utilisés au début du forage dirigé, les Whipstocks avaient peu à peu disparus avec le développement des moteurs de fond et les progrès relatifs à l'orientation.

Ils réapparaissent en raison du développement des puits en ré-entrée, offrant un bon moyen d'ouvrir une fenêtre dans le tubage. (voir fig II.4)

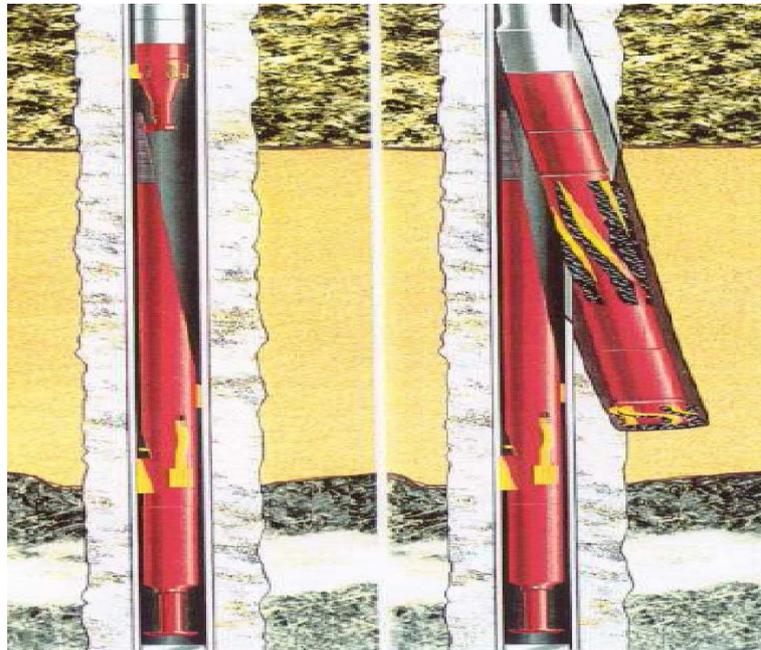


Fig.II.4 : Whipstocks

II.1.6.Moteurs de fond:

II.1.6.1.Moteur volumétrique

Dérivent de la pompe à moineau (pompe à cavité progressive), ses éléments principaux sont :

Le rotor : pièce hélicoïdale en acier inoxydable

Le stator : élastomère moulé en forme d'hélice interne avec une spire supplémentaire par rapport au rotor.

Le rotor et le stator correspondent étroitement et engendrent des cavités étanches les unes des autres.

Quand le fluide de forage est pompé à travers le moteur, une montée de pression apparaît entraînant la rotation du stator et permettant le passage du fluide dans la cavité voisine. Le fluide progresse alors de cavité en cavité entraînant ainsi une rotation régulière du rotor

La vitesse de rotation est proportionnelle au débit à travers le moteur.

Ils sont caractérisés par le nombre de circonvolutions du rotor et du stator, dits lobes, dont le stator doit posséder un lobe de plus que le rotor, ils existent plusieurs modèles tels que : 1/2, 3/4, 5/6, 7/8 et 9/10 lobes

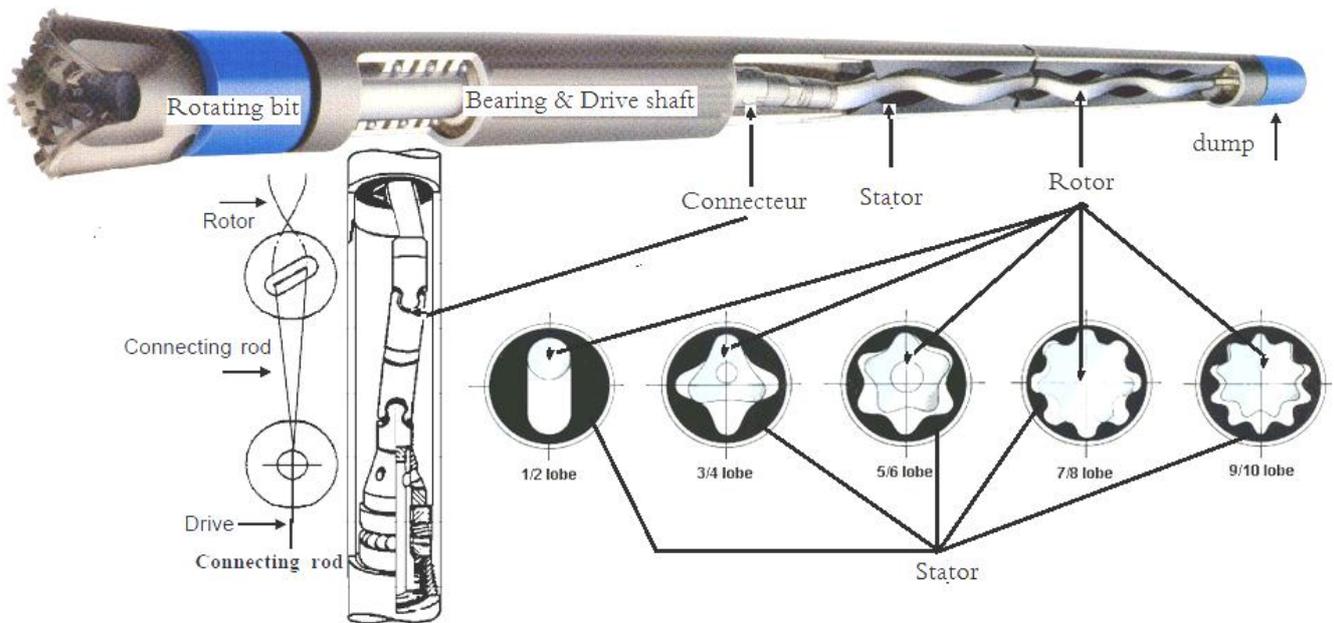


Fig II.5: Moteur volumétrique

Le moteur volumétrique peut:

- forer directement le trou en plein diamètre, en nécessitant pas l'élargissement de ce dernier.
- effectuer aussi plusieurs déviations sans le remonter.
- forer les éventuels bouchons.
- permettre le nettoyage du fond par circulation avant d'amorcer la déviation.

Son orientation est facile et précise par rapport aux autres outils de déviation, comme on peut corriger la trajectoire sans la remontée de la garniture.

L'inconvénient de ce moteur est sa mauvaise résistance à la chaleur (plus de 100°C) et sa sensibilité aux gaz dissous dans la boue.

Pour prolonger sa durée de vie, il faut respecter les limites de son utilisation, comme :

- éviter les excès du poids sur l'outil de forage → calage (arrêt brusque de rotation).
- utilisation des valves anti retour entre le moteur et l'outil pour l'envahissement des déblais de forage → bouchage.
- éviter tout excès des particules solides dans le fluide de forage → abrasivité du rotor ou du stator (usure rapide).
- la boue à l'huile a un effet corrosif sur les élastomères → usure rapide (voir fig II.5)

II.1.6.2.Turboforeuse

Entraine directement le trépan de forage.

Les turboforeuses sont de type multi-étages à écoulement axiale, chaque étage comprend un stator à ailettes (aubages) de distribution de la boue sur un rotor identique qui transforme l'écoulement en couple moteur.

Les meilleurs rendements sont obtenus pour une inclinaison des aubages entre 40 et 50° par rapport à l'axe de rotation. (voir fig II.6)

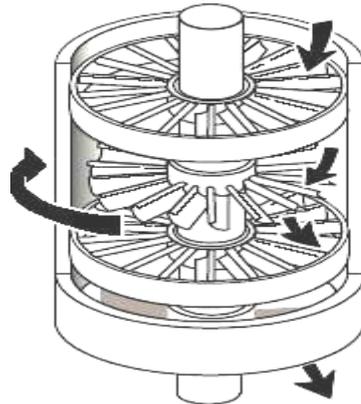


Fig II.6 : Turboforeuse

II.1.7. Elargisseurs

Plusieurs causes nous obligent de forer en premier lieu en petit diamètre, puis on aura besoin d'élargir ce trou ensuite, sont :

- La sécurité : pour détecter ou contrôler une venue.
- L'évaluation : pour effectuer une diaggraphie de qualité.
- En forage dirigé : pour effectuer un bon contrôle.
- La probabilité de changement de programme : en cas d'existence du risque d'abandonner ou possibilité d'effectuer un side track. (voir fig II.7)

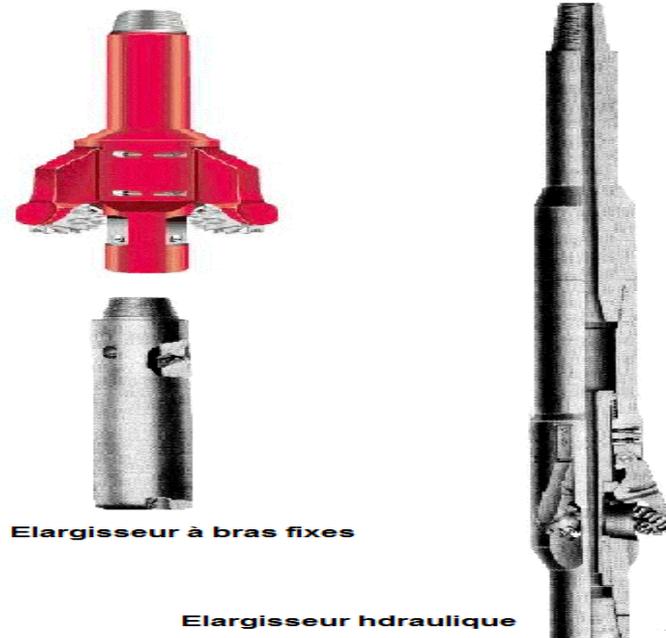


Fig II.7 : Elargisseurs

II.1.8. Garniture de build up

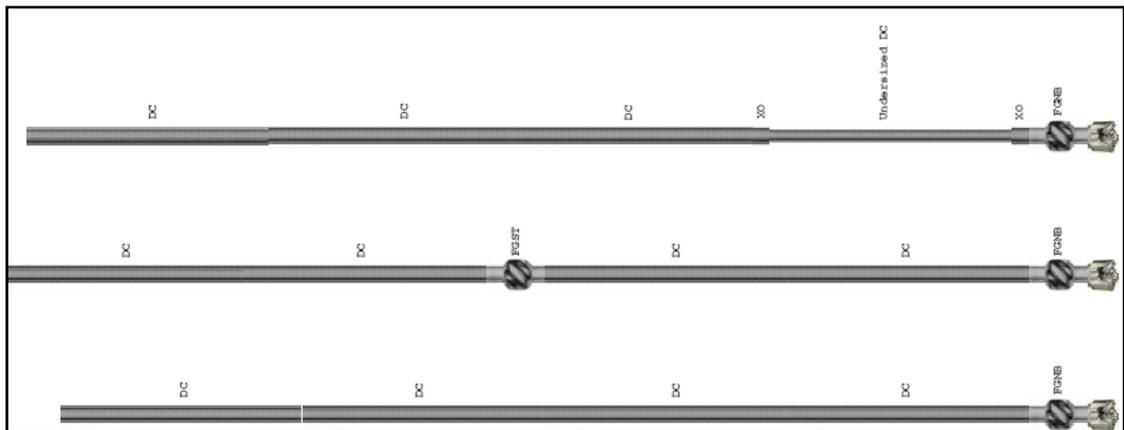


Fig II.8: Garniture de build up. [3]

II.2. GENERALITES SUR L'UBD :

L'UBD (Underbalanced Drilling) est une méthode de forage dans laquelle la pression de fond exercée par le fluide de forage est maintenue inférieure à la pression de pore du réservoir facilitant l'écoulement de l'effluent dans le puits, en respectant les conditions à ne pas fracturer la formation.

Le fluide de forage doit fournir une pression BHP inférieure à la pression de gisement de 100 à 200 PSI, appelée Drowdown, soit 10 à 20 % de la pression de gisement, en tenant compte de :

- ✓ La stabilité des parois.

- ✓ Les débits d'injection.
- ✓ Les pressions de fonctionnement des équipements de surface.

Les limites du BHP évitent la construction du filtre cake sur les parois, comme elle évite l'invasion de boue dans la formation, ce qui permet d'améliorer la productivité du réservoir et de réduire les problèmes du forage.

Le choix d'un puits candidat doit être évalué techniquement et économiquement, en passant par plusieurs étapes :

- le criblage, un processus technique d'évaluation qui répond une série de question. (voir annexe)

- la décision selon l'IADC (International Association of Drilling Contractors).

qui permet de déterminer si un puits convient à la considération de l'UBD ou pas.

-Une étude de possibilités économiques doit alors être faite pour déterminer la viabilité économique du projet.

La reprise des puits déplétés en ré-entrée en utilisant l'UBD doit accomplir les conditions de sélection pour l'application de cette méthode, et aussi bien le coût supplémentaire généré par l'utilisation d'équipements spéciaux.

L'application de l'UBD est surtout prévue au niveau des zones productrices épuisées ou sous pressurisées. (Voir fig II.9).

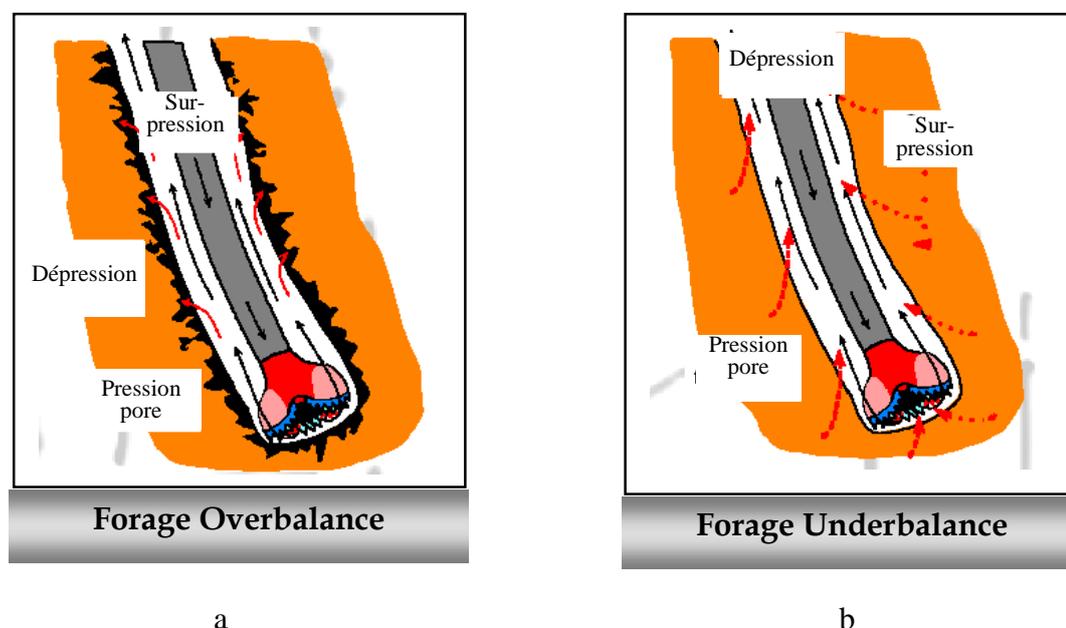


Fig II.9 : forage en OBD et UBD.

II.2.1. Objectifs de l'Underbalance :

Les objectifs principaux de l'UBD sont:

- ✚ Maximiser la récupération des Hydrocarbures.
- ✚ Minimiser les problèmes de forage.

II.2.2. Avantage De L'UBD :

L'UBD offre une multitude d'avantages, tels que :

- Augmentation des vitesses d'avancement(ROP).
- Longévité et consommation moindre des outils de forage.
Elimination des pertes de circulation.
- Elimination des coincements par pression différentielle.
- Réduction d'endommagement des réservoirs due à.
- Augmentation de la productivité du puits.
Réduction des opérations de stimulation.
- Evaluation instantanée du réservoir au cours du forage.
- Réduction des programmes de fluides de forage coûteux.
- Plus de sécurité et moins d'impact sur l'environnement.

II.2.3. Inconvénients de L'UBD:

Les facteurs limitatifs (inconvénients) qui peuvent générer des complications lors de l'exécution du L'UBD sont :

- Utilisations de technologie supplémentaires et complexités opérationnelles, ce qui demande une connaissance parfaite du terrain.
- Instabilités potentielles du puits de forage (telles que la présence des schistes).
- Risques opérationnels accrus (tels que des pressions superficielles plus élevées).
- Utilisation des équipements spéciaux.
- Risque d'incendie au fond du puits (si le pourcentage de O₂ est important).
- Débit d'eau excessif (cas du forage à la mousse).

II.3. Equipement de l'underbalance :

Pour éviter la déplétion du réservoir et l'endommagement de la structure rocheuse le ré-entrée doit se réaliser par le forage en underbalanced (UBD), ce dernier nécessite des équipements supplémentaires par rapport au forage directionnel. Ces équipements sont:

II.3.1. Equipements d'injection :

II.3.1.1. Compresseurs :

Nous avons trois compresseurs (deux fonctionnels le troisième en back up), pour comprimer l'air de la pression atmosphérique à une pression de 300 psi avec une vitesse de rotation de 2100 tr/min et un débit max : 50m³/min (voir fig II 10).



Fig II.10 : Compresseur d'air

II.3.1.2. Air cooler (Refroidisseur) :

Le refroidisseur d'air enlève l'humidité permettant d'obtenir un air pur dirigé vers le générateur d'azote.

Le refroidisseur a les caractéristiques suivantes:

- Pression d'entrée : 200 psi
- pression de sortie : 175 psi
- Température d'entrée : 42°C
- Température de sortie : 32°C
- Débit de sortie : 85 m³/min

II.3.1.3. Unité nitrogène (NPU) :

Cette unité, le générateur d'azote, comprend des fibres qui laissent passer les molécules d'azote et éliminent les molécules d'oxygène (un taux de 3 % d'O₂ est toléré).

Le NPU a les caractéristiques suivantes: (voir fig II .11)

- Débit d'entrée d'air : 85 m³/min
- Débit de sortie : 42 m³/min
- T° d'entrée d'air : 50°C
- Puissance : 75KW
- Pression sortie : 175 PSI
- Pureté : 95

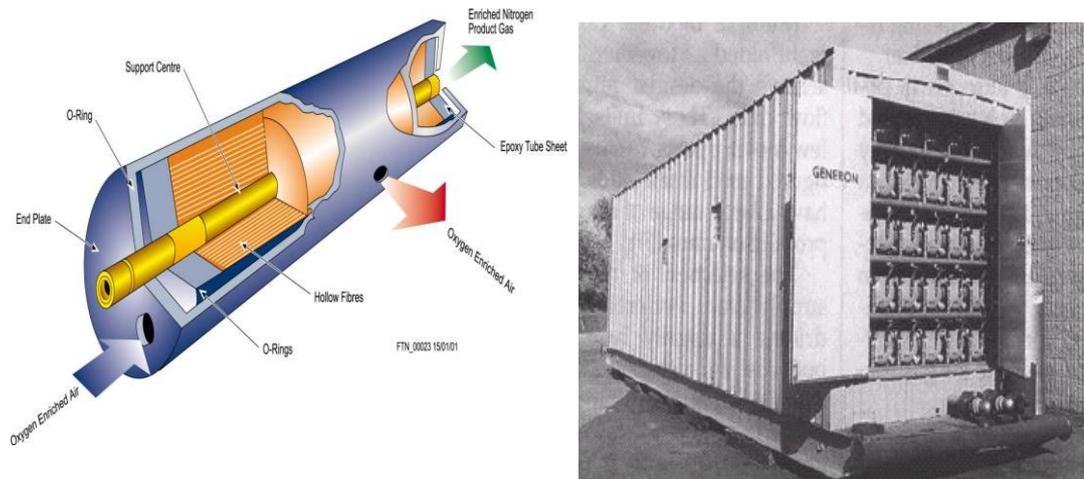


Fig.II.11: Unité nitrogène

II.3.1.4. Booster :

Dans cet amplificateur de pression l'azote pénètre à une pression de 300 psi et ressort du booster à une pression variant de 1500 à 2500 psi. (Voir fig II.12)



Fig. II.12 : Amplificateur de pression

II.3.1.5. Pompe triplex :

Cette pompe refoule l'azote vers le puits a travers les conduites de refoulement

Elle a les caractéristiques suivantes :

Diamètre du piston : 3"

Course du piston : 5"

Débits : 248l/min

Pression max : 2300 psi

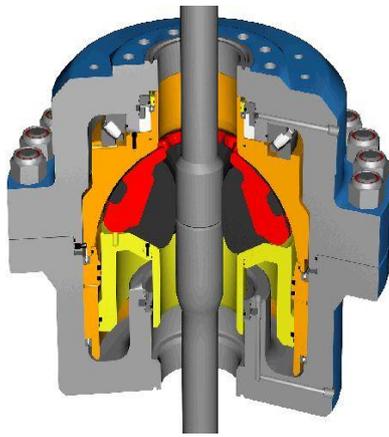
II.3.2. Equipements utilisés dans le circuit d'injection:

II.3.2.1. tête rotative :

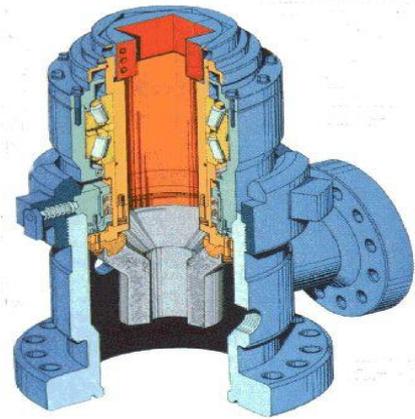
La technologie de la tête rotative est devenue un élément clé dans beaucoup de programmes du forage.

Ce système est appelé une tête du contrôle rotative communément (RCH) parce que l'élément d'étanchéité tourne au même temps que les tiges de forage cependant.

Il y a deux types de têtes du contrôle rotatives; passive et active.(Voir fig II.13)



RBOP Active



RBOP Passive

Fig.II.13 : La tête rotative

II.3.2. 2. Vanne ESD (Emergency Schut Down):

C'est une vanne hydraulique, située à la sortie latérale de la Mud Cross supérieure en dessous du dual annulaire. Cette vanne de sécurité est utilisée en cas d'éventuels problèmes tels que :

- Le changement de la garniture du dual annulaire.
- Fuite au niveau des équipements de retour.
- En cas de détection d'un gaz toxique (H_2S). (voir fig II.14)

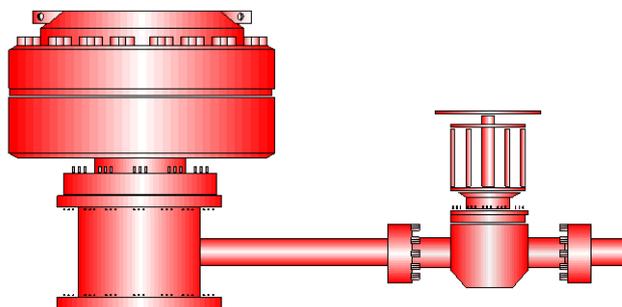


Fig. II.14 : ESD (Emergency Shut Dawn)

II.3.2.3. Manifold de l'underbalanced :

C'est un choke manifold de série 5000 psi disposé sur la sortie annulaire composé de :

- Deux duses réglables manuelle et l'autre automatique.
- D'une chambre d'échantillonnage de 4" de diamètre pour la récupération des analyses de géologie.

Le rôle des duses réglables c'est le contrôle de la pression de fond pendant le forage, connexion, et la remontée. (voir fig II.15).



Fig.II.15 : Manifold de L' underbalance

II.3.2.4. Bacs de décantation :

Ce sont des bassins servant à la récupération du fluide de forage équipés de tamis pour l'élimination des cuttings. Ils servent aussi de décantation du fluide avant d'être acheminé vers les bacs de circulation.

II.3.2.5. Séparateur :

C'est un séparateur vertical qui sépare le liquide du gaz sous une pression de travail de 500 psi.

Il est constitué par un corps cylindrique en acier fermé à chaque extrémité par un fond bombé. Ce dernier a une forme sphérique afin d'éviter les pressions perpendiculaires sur les parois.

Le séparateur est situé entre le manifold underbalanced et les tamis, comporte des étages de décompression, et porte un certain nombre d'orifices :

Orifice latéral, orifice à l'extrémité supérieure, orifice situé à l'extrémité inférieure.

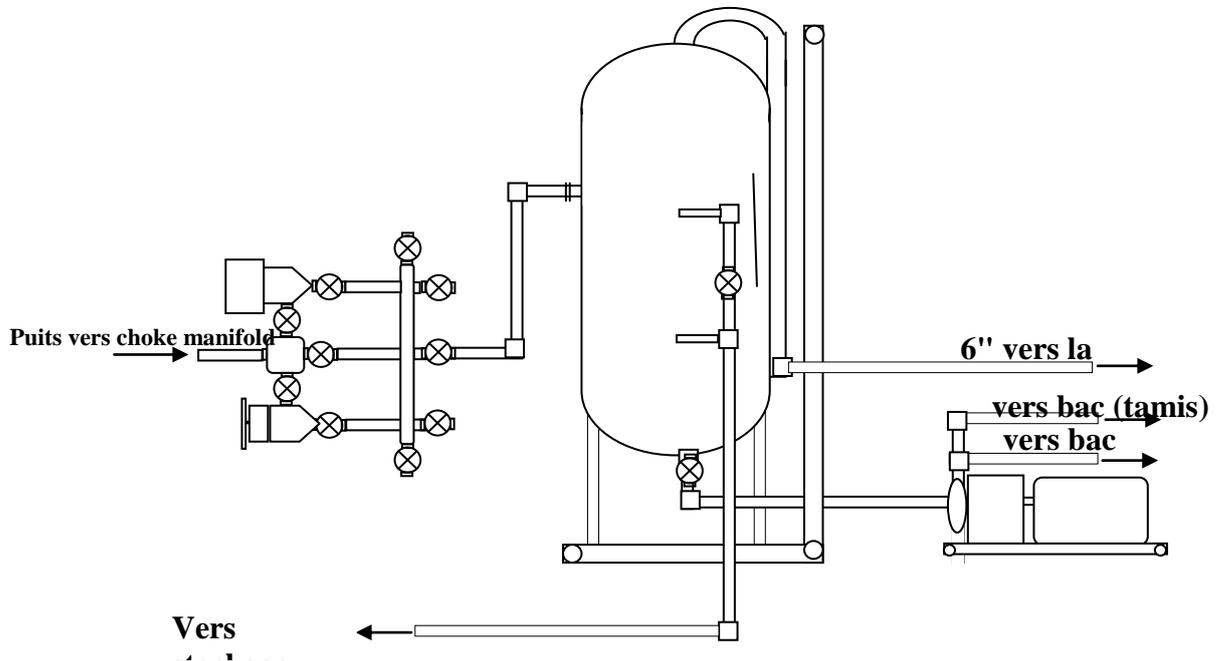


Fig.II.16 : Séparateur vertical

II.3.2.6. Flow line Principale:

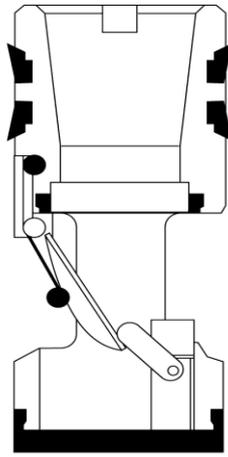
Elle est située à la sortie de la tête rotative, elle est normalement utilisée pendant toute la durée des opérations underbalance

II.3.3. Equipement de fond :

II.3.3. 1. Vannes anti-retour:

Pour des raisons de well control, dans les opérations en underbalance, on ajoute deux vannes anti-retour (non-ported float valve) juste au-dessus du moteur de type Spring loaded plunger, dans le but d'éviter le retour par l'intérieure et le bouchage de l'outil.

Aussi, au-dessus de la BHA et/ou à chaque 400 m on trouve une autre vanne anti-retour (string float valve) de type Flapper, dans le but de conserver le gaz injecté pendant les purges, d'où la réduction des temps de manœuvres. (Voir fig II.17). [4]



FTN_00033 18/01/01

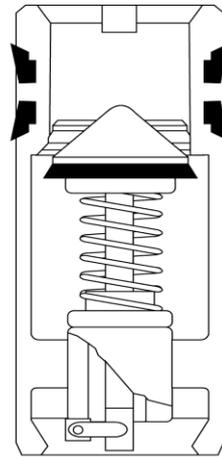


Fig. II.17 : Valve anti-retour (Float valve)

L'objectif principal dans la reprise de puits OMO13 est de le remettre en production en augmentant ses potentialités, tout en préservant le réservoir de l'endommagement.

III.1. Historique du puits :

Le puits OMO13 doit être foré comme un puits horizontal en ré-entrée dans le champ de Hassi-Messaoud.

Le puits vertical existant est complété avec un casing 7" posé au toit du cambrien à la profondeur 3326.5m. La cote a été confirmée par la géologie après le log GR/MWD.

III.2. Objectif de l'intervention :

Le puits est programmé pour réalisation d'un drain latéral dans l'ID avec un déplacement de 500 m vers l'azimut N300°.

Le 7" est posé à 12m au dessus du Ra, dans le Trias gréseux, la zone peut être traversée sans risque de coincement ou d'éboulement des terrains. (voir tableau III.1).

Drain	Toit (m)	Mur (m)	Azimut	Déplacement (m)
ID	3370	3378	300°	500

Formation	Drain
R1 – Ri	D5
R1 – Ra	D4
	D3
	D2
	ID
	D1
R2	
R3	

Tableau III.1 : Les données de WO

III.3. Données générales du puits:

Coordonnée de localisation : X = 811283 m Y = 133692 m

Z (sol) 170 m Z RT = 177.62m

III.4. le puits existant :

Colonne de surface 13"3/8 à 249 m cimenté jusqu'au surface, la colonne intermédiaire 9"5/8 à 2499 m , le top ciment est à 900 m Dernier casing 7" sabot a 3326.50 m Localiser par GR suite enregistrement par MWD.

(*):Pression de gisement: 180 Kg/cm² @-3200m C/abs estimée
 Puits injecteurs gaz voisins : néant
 Puits injecteurs d'eau voisins : néant

Drain	Résultats carottes					Résultats Elan		
	Top (m)	Bottom (m)	K (md)	ϕ (%)	So*	ϕ (%)	Sw(%)	VCL(%)
I2	3338	3360	0.29	8.29		10.32	10.64	3.46
ID	3360	3388	0.16	6.65		09.06	10.83	4.92
D1 +Z P	3388	3418	0.13	5.52		08.97	13.04	4.58
R2 r1	3418	3453	1.21	7.62		10.84	29.52	6.72
	3453	3468	0.05	9.55		11.53	43.56	4.65
r2								

Tableau III.2: Caractéristiques géologiques

III.5. Plan ré-entrée du puits :

Méthode side track	A travers un bouchon de ciment
KOP	3329 m
Target bottom	3856.5m
Inclinaison du puits	88.90°
Azimuth	300°
Section verticale	500 m

III.2. Exécution du programme:

La procédure d'exécution de ce projet est définie par les phases suivantes :

III.2.1. Préparation du puits :

- Remonter la complétion existante.
- Fraisage et repêchage du packer de production.
- Contrôler et tester les tubages.
- Contrôler et nettoyer l'open hole et enregistrer le caliper.
- Enregistrer le GR avec le MWD pour localiser le shoe 7''.

III.2.2. Pose du bouchon de Ciment

Suit à l'exploitation du Caliper on a pomper 2.4 m³ de CW, 1.5 m³ de laitier de densité

2.1 sg, 0.4 m³ de CW et 11.9 m³ de chasse.

- ✓ Descente de l'outil 6" au top ciment à 3262 m et reforage ciment jusqu'à 3290 m.
- ✓ Après une constatation d'une chute de pression on'a effectuer un test de casing 7" à 2000 psi par palier de 500 psi (test ok), puis reforage ciment jusqu'au KOP à la côte 3329 m suivi par pompage d'un bouchon visqueux et déplacement par une boue neuve. Le Sabot 3326.5m est recalé à 3329m.

III.2.3. Side track

- Assemblage BHA : outil TC 5" 7/8 + moteur (3° fixe) + 15 DC 4"3/4 +DP 3"1/2.
- Opération gyro, lecture de tool face 308°.

Le taux de formation dans les tamis et de 50 à 60 % est un bon indice de succès de Side track. (Voir fig III.1).

- Turboforage de : 3329 m à 3335 m.



Fig.III.1: Outil de side track type ST

III.2.4. Section de Build Up :

- ✓ Assemblage BHA : outil 5 7/8" moteur (bend 3°).

Turbo forage de 3335 m jusqu'a 3353 m MD (3351 m TVD).

- ✓ Remontée et descente d'une autre BHA avec un moteur (bend 2.12°) et reprise turboforage jusqu'a 3410 m MD, vs = 55.62 m.
- Build inclinaison 84.44° à 21.55°/30m jusqu'à 3375.9m TVD.
- Azimuth 314.98°
- ✓ Remontée, désassemblage BHA, test BOP, montage équipements UBD et test (stand pipe, ligne d'azote, kelly coke, gray valve et safety valve) à 3000 psi.

Test PCWD et primary flow line 6".

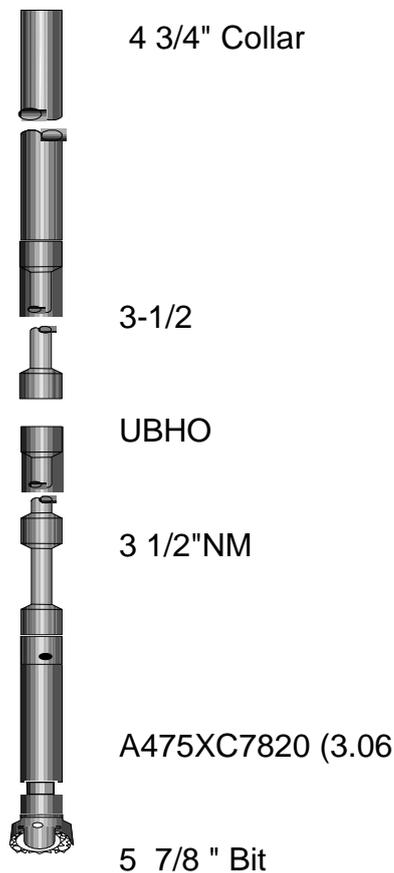


Fig.III.2 : BHA de build up

III.2.5. Drain Horizontal:

La BHA Utilisée est : outil 5"7/8, moteur 4"3/4, dual float valve, MWD, screensub, keeper sub, single floate sub, DP 3"1/2, 15 DC 4"3/4, DP 3"1/2, keeper sub, NRV, DP 3"1/2.

Dans cette étape on procède au déplacement de boue ($d = 0.9$) par le brut (crude) $d = 0.82$, puis reprise Turboforage jusqu'à 3704 m avec du brute nitrifié dont les paramètres de forage sont les suivantes:

Débit N2 = 16 – 22 l/min, RPM = 35 tr/min, WOB = 5 – 6 T

Débit de brut Q = 725 l/min

A la TD descendre le bull nose pour enregistrer le GR au fond et à chaque changement du BHA on doit faire une homogénéisation du fluide de forage (brut) au niveau du sabot 7".

Les débits programmés génèrent des vitesses suffisantes pour le nettoyage du fond. Les arrêts de circulation sont très néfastes dans la mesure où le pouvoir de suspension du brut est très faible.

Des bouchons visqueux seront pompés après chaque longueur, et à chaque fois que cela est jugé nécessaire, en fonction des valeurs de torque & drag en cours de forage. Ces

Valeurs peuvent nous renseigner sur une bonne ou une mauvaise évacuation des cuttings forés.

III.2.6. Outils de forage utilise:

Les outils utilisés sont les suivants:

	Type d'outil	Temps de Forage	Métrage foré
Reforage ciment	MD331	25.5	65.8
Section build up	TC	22.5	6
	TC	20.5	18
	SMITH	25.5	18
	SMITH	31.5	41.5
Drain	EP4955MX	20	32
	EP5850MX	27.5	112
	MX55DX2	33	134
	MX55DX2	44.5	115.5
	XR4OYPD	11	36.5

Tableau III.3 :les outils de forage utilisés

III.2.7. Fluides de forage utilisés :

Compte tenu des spécificités du champ Hassi-Messaoud, le mélange brut azote a été adopté. La densité du mélange est basée sur une faible dépression par rapport à la pression de réservoir.

Le débit d'injection dépend de plusieurs facteurs, et pourrait être réajusté sur site en fonction de la production du puits (brut & gaz naturel).

III.3. Procédure d'ajouts de simple ou de longueur :

Après forage de la tige ou de la longueur, continuer à circuler et ramoner la garniture

- By passer le N2 et pomper 2,5 m3 de brut.
- Arrêter la pompe de forage.
- Ouvrir la vanne de purge vers le séparateur jusqu'à avoir du fluide dans le séparateur

(Alignement du circuit pour purge du N2).

- Avoir la vanne de N2 fermée, la vanne de purge vers séparateur ouverte, et la vanne de purge atmosphérique ouverte avant l'ajout.
- Confirmer la purge et arrêter les pompes de forage.
- Faire l'ajout une fois la pression au stand pipe nulle.
- Reprendre la circulation, avant la reprise avoir la vanne de purge vers le séparateur. avec la vanne de purge atmosphérique fermées.
- Commencer l'injection de brut à moitié débit de forage.
- Reprendre l'injection du N2 à l'intérieur de la garniture, la vanne de N2 doit être ouverte et la vanne by pass fermée.
- Faire chuter la pression à la duse à sa valeur durant le forage.
- Augmenter le débit de brut à la valeur utilisée en cours de forage pour éviter les conditions overbalance et assurer un bon nettoyage. Après avoir établi les paramètres de circulation, les comparer à ceux avant l'ajout.
- Descendre au fond, orienter le moteur et reprendre le forage.

III.4. Procédure de Flow test:

- Pomper un bouchon visqueux et circuler après atteinte de la côte du test.
 - Remonter outil au sabot 7" 3324 m avec stripping.
 - Mettre en marche le package de production d'azote et faire chuter le débit de brut par paliers de 100 l/mn. Pour chaque palier circuler pendant 20 min.
 - On commence le flow test en circulant (two phase flow): Q brut = 500l/min, 400l/min, 300l/min et 200 l/min avec un débit de Nitrogène QN2 = 500 scf/min.
 - Normalement si production, laisser le puits débiter pendant 01 heure le temps de relever les débits stables par l'opérateur du tank farm. Ce débit servira au modeling pour l'estimation de la pression du réservoir.
 - Mais comme il y'a pas production on'a injecter un bouchon visqueux pour nettoyer le puits, puis reprise flow test avec: Qbrut = 200l/min, QN2 = 500, 600 et 700 scf/min.
 - Arrêt des pompes et réglage de la duse à 3/4": Qoil = 5.4 m3/h puis il a chuté à 2.5 m3/h.
- La poursuit des opérations est la suivante:

- Circulation, homogénéisation du fluide de forage et reprise turboforage de 3704m jusqu'à 3856.5 m suivé d'une prise de survey:

WHP = 42 psi MD = 3856.5m TVD = 3382.3m VS = 501m
INC = 89.91° AZI = 302.20° DLS = 4.44°/30m

- Pompage d'un bouchon visqueux, circulation, remontée au jour et démontage équipements UBD après rinçage des conduites de surface.
- Descente BHA: outil+ PO+ keeper sub+ single+ float sub + DP+ DC+ DP
- Circulation à travers le manifold, puis remontée.
- Assemblage sabot + liner 4"1/2 NVAM préperforé qui fait 589m (soit 50 joints dont 8 joints sont lisses) + XO +keeper sub + NRV + 1 DP 15 DC +DP
- Désancrage liner et remontée outil de pose au jour
- Descente bull nose 3"1/8 au fond (3856 m), circulation
- Vue changement du programme : remontée bull nose en dégerbant
- En fin assemblage sabot 4"1/2 et descente kill string jusqu'à la cote 1580 m. [5]

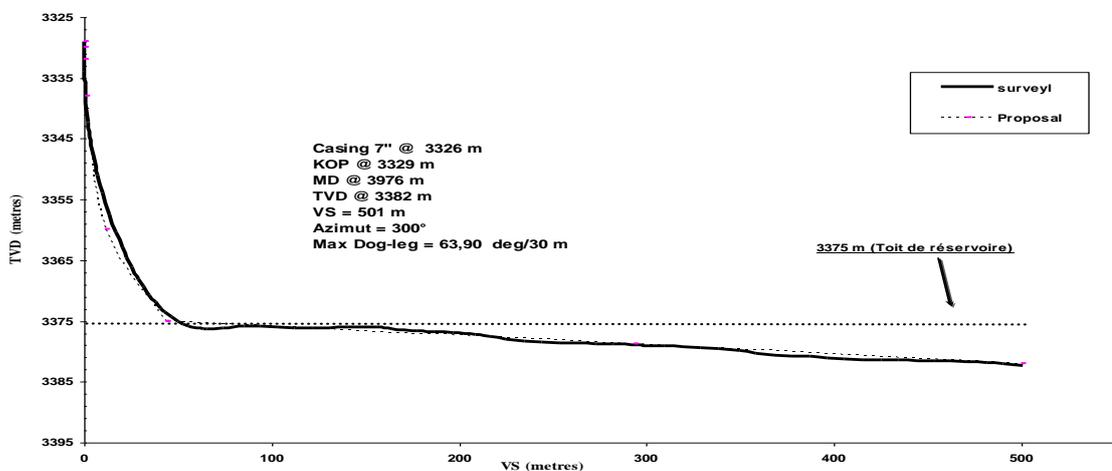


Fig III.3 : le drain horizontal du puits OMO13, en projection verticale

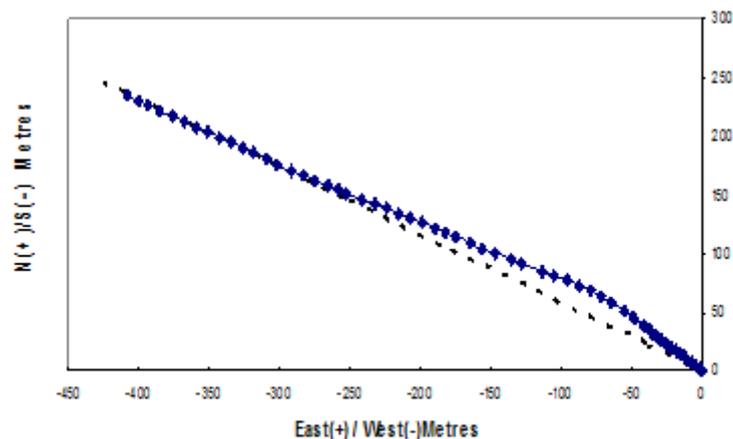


Fig III.4 : le drain horizontal du puits OMO13, en projection horizontale

Conclusion

Depuis des années la reprise des puits verticaux en ré-entrée (short radius) a pu donner des résultats par l'augmentation du rayon de drainage.

Cette technique provoque l'endommagement du réservoir et nécessite parfois d'être jumelé par le forage en UBD, ce dernier a ajouté de plus en terme de production surtout par leurs performances prouvées tels que :

- Longévité des outils d'où réduction des manœuvres et des NPT ;
- Réduction de l'endommagement du réservoir ce qui reflète une récupération maximale des hydrocarbures et réduction des prix de revient du forage.

La réalisation d'un short radius exige une étude géologique et petrophysique de la roche réservoir, pour choisir le drain à cibler, l'azimut et déterminer l'intervalle le plus poreux et perméable.

Pour les futurs travaux de recherche, on estime l'étude et le traitement des problèmes vécus lors de réalisation des puits en ré-entrée, ainsi qu'en UBD

Annexe

Annex 1 : Selection D'un Puits Candidat Pour Le Forage En UBD (criblage) :

- Y aura-t-il un bon avancement du forage par l'utilisation de l'UBD ?
- Le forage conventionnel endommage-t-il la formation et cet endommagement peut il être réduit par l'utilisation de l'UBD dans ce puits ?
- Y aura-t-il des problèmes réservoir-formation par l'utilisation de l'UBD ?
- Problèmes de stabilité de puits ?
- Le puits supporterait-il conjointement la haute pression avec une perméabilité élevée ?
- La formation du puits est elle susceptible à l'imbibition spontanée ?
- Est ce que l'UBD peut être pratiquement réalisé ?
- La possibilité d'avoir un drawdown fixe ?
- La possibilité d'avoir un bon nettoyage du puits (trou) ?
- Compatibilité du moteur de fond avec la BHA pour l'opération de l'UBD ?
- La possibilité de contrôler la pression du trou tout en forant ?
- La disponibilité des pompes, des compresseurs, de l'aiguillage tournant, de l'équipement extérieur, des appareils de manutention de solides, etc.
- Un système liquide approprié peut-il être conçu ? :
 - Fluide / compatibilité de formation.
 - Fluide / compatibilité extérieure de système.
 - Compatibilité de la mousse / anti-mousse.
- Une considération spéciale qui posent des obstacles ? :
 - A hautes températures.
 - Dans un environnement corrosif.
 - Sécurité et considérations de normalisation.
 - Logistique et disponibilité d'équipement
- Le puits est-il économiquement viable ?
- La position topographique de puits.

1- Survey OMO 13 :

MD (m)	Incl. (deg)	Azimuth (deg)	T.V.D. (m)	Northing (m)	Easting (m)	Vertical section	Dog-leg deg/30m
3329,00	0,00	0,00	3329,00	0,00	0,00		0,00
3334,01	5,06	324,17	3334,00	0,18	-0,13	0,20	30,30
3336,31	8,67	321,22	3336,29	0,40	-0,30	0,46	47,30
3339,31	14,92	316,84	3339,22	0,86	-0,70	1,04	63,09
3342,63	21,16	316,92	3342,38	1,61	-1,41	2,02	56,39
3345,10	26,41	316,07	3344,64	2,33	-2,09	2,98	63,90
3352,70	40,46	311,32	3350,96	5,19	-5,13	7,04	56,38
3356,70	44,45	311,85	3353,91	6,98	-7,15	9,68	30,04
3361,90	49,09	311,35	3357,48	9,49	-9,98	13,39	26,85
3366,50	52,48	309,75	3360,38	11,81	-12,69	16,90	23,54
3370,80	55,51	309,54	3362,91	14,03	-15,37	20,33	21,17
3373,70	57,79	310,72	3364,50	15,59	-17,22	22,71	25,70
3376,80	60,43	310,51	3366,10	17,32	-19,24	25,32	25,61
3381,00	63,39	311,07	3368,07	19,74	-22,05	28,96	21,44
3384,00	65,67	311,19	3369,36	21,52	-24,09	31,62	22,83
3387,40	68,31	311,43	3370,69	23,59	-26,44	34,69	23,38
3390,80	70,94	311,95	3371,88	25,71	-28,82	37,81	23,60
3393,90	73,08	312,57	3372,83	27,69	-31,00	40,69	21,48
3396,70	75,25	313,77	3373,60	29,53	-32,96	43,31	26,34
3399,80	77,37	313,57	3374,33	31,61	-35,14	46,24	20,60
3403,80	80,14	313,97	3375,11	34,33	-37,97	50,05	20,98
3407,10	82,68	314,54	3375,60	36,60	-40,31	53,21	23,65
3409,60	84,44	314,90	3375,88	38,35	-42,08	55,62	21,55
3418,00	89,35	314,96	3376,34	44,27	-48,01	63,72	17,54
3419,80	90,40	314,98	3376,34	45,55	-49,29	65,46	17,50
3428,50	91,42	311,16	3376,21	51,49	-55,64	73,93	13,63
3440,10	91,54	305,64	3375,91	58,69	-64,72	85,40	14,27
3448,70	89,92	301,65	3375,80	63,45	-71,88	93,98	15,02
3457,70	88,45	299,20	3375,92	68,01	-79,64	102,97	9,52
3466,90	89,26	297,37	3376,11	72,36	-87,74	112,17	6,52

3476,40	90,00	294,68	3376,17	76,53	-96,28	121,64	8,81
3485,90	90,99	294,47	3376,09	80,48	-104,91	131,10	3,20
3495,50	90,56	294,35	3375,96	84,45	-113,66	140,65	1,40
3510,90	88,72	294,94	3376,05	90,87	-127,65	155,98	3,76
3519,20	88,43	295,39	3376,26	94,40	-135,16	164,25	1,93
3532,60	88,49	295,10	3376,62	100,11	-147,28	177,60	0,66
3542,00	89,20	295,17	3376,81	104,10	-155,79	186,97	2,28
3551,90	89,01	296,04	3376,96	108,38	-164,71	196,84	2,70
3563,60	87,75	297,48	3377,30	113,65	-175,15	208,51	4,91
3571,30	87,67	297,74	3377,60	117,21	-181,97	216,20	1,06
3580,40	87,76	297,83	3377,97	121,45	-190,02	225,28	0,42
3590,00	88,30	296,48	3378,30	125,83	-198,55	234,87	4,54
3599,30	88,80	295,82	3378,53	129,93	-206,90	244,14	2,67
3608,90	89,72	295,01	3378,66	134,05	-215,57	253,71	3,83
3618,30	89,94	295,06	3378,68	138,03	-224,08	263,08	0,72
3627,90	89,32	295,06	3378,74	142,09	-232,78	272,64	1,94
3637,30	89,41	294,77	3378,85	146,05	-241,31	282,00	0,97
3650,10	89,32	295,74	3378,99	151,51	-252,88	294,76	2,28
3656,10	89,94	296,37	3379,03	154,15	-258,27	300,74	4,42
3664,60	88,92	295,22	3379,11	157,85	-265,92	309,22	5,43
3674,70	89,14	296,01	3379,29	162,21	-275,03	319,29	2,44
3684,30	89,11	297,74	3379,43	166,55	-283,59	328,87	5,41
3694	89,41	297,57	3379,56	171,05	-292,18	338,56	1,07
3704,9	86,65	298,75	3379,93	176,19	-301,79	349,45	8,26
3713,7	87,77	299,38	3380,36	180,46	-309,47	358,24	4,38
3723,8	89,33	299,25	3380,62	185,41	-318,27	368,33	4,65
3732,7	89,47	298,26	3380,71	189,69	-326,07	377,23	3,37
3742,3	88,83	297,6	3380,85	194,18	-334,55	386,82	2,87
3751,7	88,7	298,47	3381,05	198,60	-342,85	396,22	2,81
3761,2	88,8	298,75	3381,26	203,15	-351,19	405,71	0,94
3771,1	89,97	298,36	3381,37	207,88	-359,88	415,61	3,74
3780,6	89,94	298,88	3381,37	212,43	-368,22	425,10	1,64
3789,9	89,54	296,91	3381,42	216,78	-376,44	434,40	6,48
3809,2	89,91	298,16	3381,53	226,22	-393,27	453,69	9,22

3817,2	89,85	300,72	3381,55	230,15	-400,24	461,69	9,60
3826,5	88,95	302,03	3381,65	234,99	-408,18	470,99	5,13
3837	89,41	302,23	3381,80	240,57	-417,07	481,48	1,43
3845,8	87,75	303,29	3382,02	245,33	-424,47	490,27	6,71
3856,5	88,9	303,2	3382,33	251,20	-433,41	500,94	3,23

Bibliographique

- [1] inteq ,BAKER HUGHES , re-entry ,2001.
- [2] inteq , BAKER HUGHES ,short radius, 2001
- [3] Jean-Paul Szezuka ,ENSPM , Forage dirigé - Ingénierie et méthodes,
Edition 3.3 , Juin 2005
- [4] IAP (ALGERIAN PETROLEUM INSTITUTE) , Forage Dirigé & UBD
,
Février 2008
- [5] Document SONATRACH, Fiches technique de puits OMO13 , SH/DP
Hassi Massaoud

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

Introduction

Chapitre I :Généralité

I.1.Généralité sur le rè-entrèe	1
I.1.1.Description du puits en rè-entrèe	1
I.1.2.Applications	1
I.1.3.Objectif du rè-entrèe	2
I.1.4.Inconvénients	2
I.2.Les type des puits horizontaux puits en Short, medium et Long radius	2
I.3.Généralités sur short radius	3
I.3.1. L'intérêt du Short radius	3
I.3.2. Inconvénients	4

Chapitre II :Procédure et équipement de réalisation

II.1.Procédure et équipements de réalisation du rè-entrèe	5
II.1.1. Masse-tiges articulées	5
II.1.2.Tiges lourdes spiralées	5
II.1.3.Raccords d'orientation	5
II.1.4.Raccords coudés	6
II.1.5.Wipstoch (Outils de déflexion)	7
II.1.6.Moteurs de fond	8
II.1.6.1.Moteur volumétrique	8
II.1.6.2.Turboforeuse	10
II.1.7. Elargisseurs	10
II.1.8.Garniture de build up	11

II.2.GENERALITES SUR L'UBD	11
II.2.1. Objectifs de l'Underbalance	13
II.2.2. Avantage De L'UBD	13
II.2.3. Inconvénients de L'UBD	13
II.3.Equipement de l'underbalance	13
II.3.1. Equipements d'injection	14
II.3.1.1. Compresseurs	14
II.3.1.2. Air cooler (Refroidisseur)	14
II.3.1.3. Unité nitrogène (NPU)	15
II.3.1.4. Booster	15
II.3.1.5. Pompe triplex	
II.3.2. Equipements utilisés dans le circuit d'injection	16
II.3.2.1.tête rotative	16
II.3.2.2.Vanne ESD (Emergency Schut Down)	16
II.3.2.3.Manifold de l'underbalanced	17
II.3.2.4.Bacs de décantation	17
II.3.2.5.Séparateur	18
II.3.2.6.Flow line Principale	18
II.3.3. Equipement de fond	19
II.3.3.1. Vannes anti-retour	19

Chapitre III: Etude de cas puits OMO 13

III.1.Historique du puits	20
III.2.Objectif de l'intervention	20
III.3.Données generals du puits	20
III.4.le puits existant	20
III.5.Plan ré-entrée du puits	21
III.6.Exécution du programme	21
III.6.1.Préparation du puits	21
III.6.2.Pose du bouchon de Ciment	21
III.6.3.Side track	22
III.6.4.Build Up Section	22

III.6.5.Drain Horizontal	23
III.6.6.Outils de forage utilise	24
III.6.7.Fluides de forage utilisés	24
III.7.Procédure d'ajouts de simple ou de longueur	24
III.8.Procédure de Flow test	25

Conclusion

Annexe

Bibliographie

Résumé

Résumé

Le rajout d'un drain horizontal, dit la technique ré-entrée est devenu la solution la plus adaptée, vu les garantis survenus sur l'échelle forage ou production

Souvent que cette technique sera combinée avec la technique d'underbalanced (UBD) pour tenter de remettre les puits déplétés en production, en pourvoyant de bons résultats sur les puits forés à Hassi Messaoud.

Ce travail interprète un cas réel d'un forage en ré-entrée combiné de l'UBD, cas du puits OMO 13.

Mots clés : ré-entrée, UBD, short radius, puits déplété

Abstract

The addition of a horizontal drain, said the technical re-entry became the most appropriate solution, given the guaranteed occurred on the scale drilling or producing

Often this technique is combined with the technical underbalanced (UBD) to try to restore the depleted production wells by providing good results on wells drilled in Hassi Messaoud.

This work interprets a real drilling combined re-entry of UBD, if well OMO 13 cases.

Keywords: re-entry, UBD, short radius, depleted wells

ملخص

أصبحت تقنية إعادة الدخول إلى البئر الحل الأكثر ملائمة نظرا للنتائج المحققة بإتباع هذه التقنية لأنه وبواسطتها يمكن استخراج اكبر كمية ممكنة من الإنتاج ، كما يتم جمعها بتقنية اخرى لا تقل عنها أهمية وهي الحفر بضغط منخفض إذ أعطى الجمع بين التقنيتين نتائج جيدة على الآبار التي تم حفرها في حاسي مسعود

والبئر OMO13 مثال عن إتباع هاتين التقنيتين

الكلمات المفتاحية : إعادة الدخول ، الانحاء القصير ، الحفر بضغط منخفض .