

Université Kasdi Merbah Ouargla



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

Département de Forage et Mécanique des Chantiers Pétroliers

MEMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Filière: hydrocarbures

Option: Forage

Présenté Par :

BOUABID Ammar, CHOULI Rédha, FEKHAR Ilyass,

-THÈME-

Etude analytique de l'instrumentation réalisée dans le puits OKS27 : Haoud BERKAOUI.

Soutenu le : 23/05/ 2016 devant la commission d'examen

Jury:

Président: DOBBI Abdelmadjid

Examineur: KHENOUT Abdelkader

Rapporteur: M^{elle} .BOUHADDA Mebarka. Maitre Assistant A UKMO



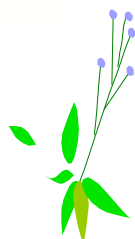
Dédicaces

Nous dédions ce travail :

A nos chers parents que dieu les garde

A nos chers frères et sœurs.

A toute nos amis.





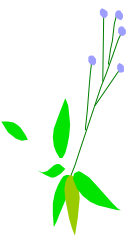
Remerciement

Voici venu le temps de mettre un point final à ce manuscrit et à ces années de études au sein de l'université KASDI MERBAH- Ouargla, sous la direction de M^{lle}. M. BOUHADDA pour la confiance et pour ses perpétuels encouragements.

nous tenons à remercier Mr. DOBBI Abdelmadjid pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Nous présentons également nos profondes reconnaissances à Mr. KHANOUT Abdelkader qui a accepté d'examiner notre travail.

Enfin, dans ces dernières lignes nous tenons à remercier nos parents, nos sœurs et nos frères, les conseils et les encouragements qu'ils nous ont toujours prodigués ainsi que pour leur soutien tant moral que financier. Sans eux, nous ne serais pas où nous en sommes et ce que nous sommes.



Sommaire

Remercîment	I
Dédicace	II
Résumé	III
Liste des figures	VI
Liste des tableaux	XI
Liste des abréviations	XII
Notions et symboles	XIII
Introduction générale	

Chapitre I : Généralités sur l'instrumentation

I.1.Nature des accidents	03
I.2.Raison d'une instrumentation	04
I.3.Les causes des accidents	05
I.3.1.Causes liées à l'état du matériel utilisé	05
I.3.2.Causes liées au personnel	05
I.3.3.Causes liées à des conditions de forage difficiles	05
I.4. Mesures préventives	05
I.4.1.Actions préventives concernant les équipements	05
I.4.2.Actions préventives concernant erreur humaine ou négligence	06
I.4.3.Le programme de forage adapté	06
I.5.Les étapes préliminaires à une instrumentation	07
I.6.Critères de choix : récupérer le poisson ou faire un side-track ?	07
I.6.1.Nécessité de récupérer le poisson	07
I.6.2.La décision de procéder à l'instrumentation ou side-track	08
I.7.Les différents types d'instrumentation	09
I.8.Les outils d'une instrumentation	09
I.8.1.Les outils de repêchage de petits éléments	09
I.8.2.Les outils de fraisage	11
I.8.3.Les outils de surforage	12
I.8.4.Les outils de repêchage a prise externe	12
I.8.5.Les outils de repêchage a prise interne	13
I.9.Le battage et les équipements de battage	13
I.9.1.Définition	13
I.9.2.Les équipements de battage	14
I.10.Dévisage back off	16
I.10.1.Back off à l'explosif	16
I.10.2.Coupes à l'explosif	16
I.10.3.Dévisage mécanique	17
I.11.Side track	17

Chapitre II : Etude de cas

II.1 Présentation du puits	19
II.2.Réalisation du puits	22
II.3.Présentation du problème	23
II.3.1.Premier coincement	23
II.3.2.Deuxième coincement	28
II.4. Analyse et discussion	32
Conclusion générale	
Références bibliographiques	

Liste des figures

Figure	Page
Figure I.1: Mauvais nettoyage	04
Figure I. 2 : Trou de serrure (key seat)	04
Figure I.3: Argile feuilletée	04
Figure I.4: Argile fluente	04
Figure I.5: Argile éboulan	04
Figure I.6: panier a sédiment	09
Figure I.7: Basket	10
Figure I.8: Reverses circulating Junk-baskets	10
Figure I.9: junk mill	11
Figure I.10: pilot-mill	12
Figure I.11: Les Tarauds	13
Figure I.12: Coulisse hydraulique	14
Figure I.13: Coulisse mécanique	15
Figure I.14: Bumper subs	16
Figure I.15: Side-track	17
Figure II.1: Coupe lithologique du puits OKS27.	20
Figure II.2: <i>le programme d'avancement.</i>	21
Figure II.3: <i>la composition de poisson.</i>	23
Figure II.4: <i>la composition de poisson après la récupération d'un joint 3 ½ HWDP.</i>	25
Figure II.5 : <i>Le profil du puits après la réalisation de side track1.</i>	27
Figure II.6: <i>Le schéma du puits après le deuxième coincement.</i>	28
Figure II.7: <i>Le nouveau poisson.</i>	30
Figure II.8 : <i>Le profil du puits après la réalisation de side track 2</i>	31

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau II.1 : <i>les coordonnées UTM de puits OKS27</i>	19
Tableau II.2: <i>le programme de réalisation du puits OKS27.</i>	22
Tableau II.3: <i>les caractéristiques du poisson.</i>	23
Tableau II.3: <i>Les opérations de décoincement et leurs résultats (premier coincement).</i>	26
Tableau II.4 : <i>Les opérations de décoincement et leurs résultats (deuxième coincement).</i>	29

Liste des abréviations

DST:	Drill Stem Test
BHA:	Bottom Hole Assembly
UTM:	Universal Transverses Mercator
ROP:	Rate Of Penetration
WBM:	Water Based Mud
OBM:	Oil Based Mud
WOB:	Weight On Bit
RPM:	Revolution Per Minute
DP:	Drill Pipe
HWDP:	Heavy Weight Drill Pipe
TD:	Total Depth
VSP:	Vibration Sonde
LHDP:	Left Hand Drill Pipe
HI-VIS:	High Viscosity
YP:	Yield Point
Kop :	kick of point

Notions et symboles

d :	densite (sg)
D :	diameter (m)
Q :	débit (lpm =litre par minute)
PV:	Viscosite Plastique (cp = centi poise)
X :	l'axe des X (longitude) a pour origine une ligne tracée à 500 km à L'Ouest du méridien central
Y :	l'axe des Y (latitude) a pour origine l'équateur
Z sol:	L'altitude par rapport le sol
Z tab :	L'altitude par rapport la table de rotation

Le pétrole et le gaz jouent un rôle capital dans l'industrie de plusieurs pays dont leur économie s'appuie principalement sur l'exploitation et la commercialisation de ces sources d'énergie et jusqu'à maintenant le seul moyen et la seule méthode pour extraire et exploiter ces sources d'énergie c'est le forage.

Ce dernier consiste à toutes les opérations successives qui nous permettent d'atteindre le réservoir dans des bonnes conditions techniques avec un prix de revient minimum, sans l'endommager ni compromettre son exploitation ce qui nécessite le concours de plusieurs compétences et le suivi rigoureux et quotidien des opérations et cela peut aboutir à l'optimisation de celles-ci.

Malgré toutes les améliorations et les précautions qui ont été faites, on rencontre toujours des problèmes et des accidents qui peuvent survenir lors de la réalisation des puits pétroliers empêchant la poursuite normale de l'opération. Parmi ces problèmes le coincement.

Le terme instrumentation désigne les opérations dans un puits mettant en œuvre des instruments spécifiques permettant le rétablissement à la normale de la situation convenable à la continuation de forage.

L'instrumentation joue un rôle primordial dans forage, elle aide à libérer la garniture s'il y a un coincement en réalisant des opérations de repêchage, de surforage, de fraisage et de reforage. Le choix adéquat et optimal de celle-ci est la clef de succès, une bonne décision permet de gagner du temps et éviter tout usage prématuré d'où l'intérêt économique de chaque entreprise.

Dans ce contexte, le présent travail a pour but d'analyser l'instrumentation en forage sur le puits OKS27 foré dans le champ de Barkaoui. Le travail a été présenté en deux parties :

- La première consacrée à l'exposition de quelques généralités sur l'instrumentation en discutant les différents accidents rencontrés et leurs causes, les mesures préventives pour éviter tels accidents et les équipements d'instrumentation utilisés pour résoudre ces problèmes.
 - La deuxième partie, nous nous sommes intéressés tout d'abord à la présentation du puits. Ensuite, nous présenterons le problème et l'analyse et la discussion des décisions prises,
 - Une conclusion générale sera présentée à la fin de ce mémoire.
-

L'instrumentation est l'ensemble des opérations de remise en état d'un puits -au cours de forage ou de production- à la suite d'un accident survenu dans le puits. Les accidents peuvent se produire au cours d'opérations divers (forage, descente de tubage, logging, DST, etc.). [1]

Dans les paragraphes suivants, nous nous sommes intéressés à l'instrumentation au cours de forage.

Malgré qu'elle aide à résoudre un problème apparu au cours d'opération sur le puits, l'instrumentation est une opération coûteuse et non productive. Donc c'est une opération que chacun doit éviter si possible. Il faut avoir des précautions à prendre pour ne pas tomber dans des problèmes nécessitant une instrumentation. Mais avant de désigner les précautions il faut citer la nature et les causes de ces problèmes. [2]

Au fur et à mesure de l'évolution des techniques et des équipements de forage, la façon de résoudre les instrumentations change. Autrefois, il y avait un point d'honneur à récupérer le poisson sans se préoccuper du coût de l'opération. Actuellement le côté économique et le côté technique sont les deux critères déterminants. Beaucoup de compagnies essaient pendant 3 ou 4 jours de repêcher le poisson et, si l'opération n'est pas couronnée de succès, le poisson est abandonné et un side track est réalisé. Cette option est d'autant plus justifiée que les techniques de forage dirigé sont efficaces. [1]

I.1. Nature des accidents :

- Perte de tout ou d'une partie de l'outil,
- Les chutes d'objets métalliques dans le puits,
- Les ruptures (dus à la fatigue et la méconnaissance des résistances mécaniques de différents composants de la garniture),
- Les coincements : les coincements sont la cause la plus fréquente et correspondent aux instrumentations les plus graves. Généralement, ils se compliquent avec le temps.

Vu que dans les cas que nous allons traiter dans la partie pratique, le coincement est le problème qui nécessite l'instrumentation, nous allons dans ce qui suit détailler ce point.

Les coincements se produisent dans environ 20 à 25 % des puits. Ils coûtent très cher, chaque année à l'industrie pétrolière environ 300 à 500 millions de dollars sont dépensés pour décoincer. [1]

On peut classer les coincements en trois catégories :

- les coincements dus à une pression différentielle trop élevée en face de zones poreuses perméables,
- les coincements mécaniques (trou de serrure, chute de ferraille, écrasement du tubage, accumulation de déblais due à un mauvais nettoyage du puits, trou sous calibre causé par des terrains abrasifs,), les figures (I.1) et (I.2) montrent quelques exemples.

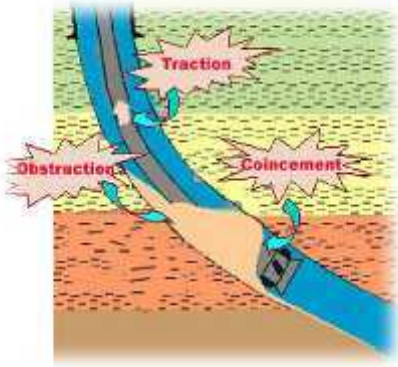


Figure I.1 : *Mauvais nettoyage.*

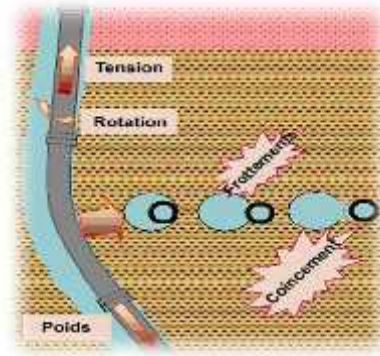


Figure I.2 : *Trou de serrure (key seat).*

- Les coincements dus à la formation (formations éboulantes, sous-compactées, fluentes, non consolidées, gonflantes, etc.), les figures (I.3), (I.4) et (I.5). [1]

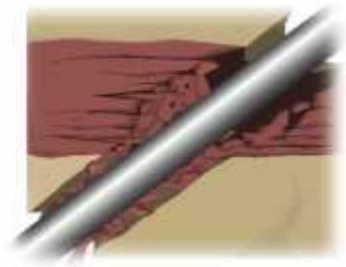
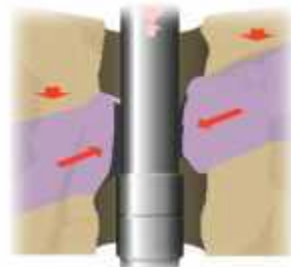


Figure I.3: *Argile feuilletée.* **Figure I.4:** *Argile fluente.* **Figure I.5:** *Argile éboulant.*

I.2. Raison d'une instrumentation :

Les problèmes nécessitant l'instrumentation sont toujours la conséquence directe ou la combinaison de:

- un problème d'équipement,
- un programme inadapté (implique l'instabilité de puits),
- une erreur humaine. [2]

I.3. Les causes des accidents :**I.3.1. Causes liées à l'état du matériel utilisé :**

L'utilisation d'équipements non adaptés au forage en cours (utilisation d'équipements fatigués, de tiges de classe II, etc.), le mauvais entretien et suivi du matériel seront aussi des causes de ruptures. Un mauvais fonctionnement des équipements de traitement des solides peut être la cause de coincement. [1]

I.3.2. Causes liées au personnel :

Dans cette catégorie, on peut citer: la méconnaissance des limites d'utilisation des équipements et le non respect des règles de l'art (garniture laissée immobile trop longtemps, etc.) et le non respect des consignes de forage ou des consignes mal adaptées et le non maintien des caractéristiques rhéologiques du fluide de forage. Ces différents points peuvent être facilement corrigés par une formation adéquate car le manque de compétence, l'inattention et le manque d'expérience du personnel seront la cause de nombreux problèmes. [1]

I.3.3. Causes liées à des conditions de forage difficiles :

Les forages très déviés, les longs déports, les drains horizontaux sont difficiles à nettoyer correctement, les déblais s'accumuleront dans l'espace annulaire et produiront des coincements. L'augmentation de risques de key seat et de fatigue de tubulaires due aussi à la nature des formations (éboulantes, gonflantes, fluentes), un trou mal calibré seront également des causes de coincements. [1]

I.4. Mesures préventives :**I.4.1. Actions préventives concernant les équipements:**

La prévention en ce qui concerne les équipements passe par la et le contrôle systématique de tout équipement descendant dans le puits.

La garniture de forage sera inspectée régulièrement:

- En puits vertical: une inspection toutes les 800 heures pour la BHA et pour les tiges il ne faut pas dépasser 1000 heures.
- En puits dévié: les fréquences d'inspection seront réduites de moitié.
- Après une instrumentation: systématiquement tout le matériel mis en œuvre ou impliqué dans l'opération sera inspecté.

Après inspection seules les tiges et masses tiges de classe premium ou II seront conservées pour la suite des opérations. Cependant, pour les puits difficiles les classes I ou premium sont exigées.

Notons que tout élément de la garniture de fond doit figurer sur le cahier de garniture avec son diamètre extérieur, son diamètre intérieur et la longueur de ses différentes parties. Pour le matériel autre que les tiges et les masses-tiges, un schéma est toujours préférable. La position de chaque élément doit également être parfaitement connue. Une bonne identification du matériel se trouvant dans le trou ne va pas réduire les risques d'instrumentation, mais permettra une action plus rapide et mieux adaptée en cas de problèmes. [1] et [2]

I.4.2. Actions préventives concernant erreur humaine ou négligence :

Formation et compétences sont les facteurs primordiaux pour :

- Prévenir les instrumentations.
- Limiter les risques.
- Éviter l'aggravation des problèmes existants.

Il n'existe pas de méthode pour éviter l'instrumentation, mais la bonne pratique de chef de poste (le mot-clé dans le forage) et le suivi de certaines règles d'or, interprétées et exécutées de manière correcte, peut aider à sauver la plupart des situations.

Quelques-unes de ces règles d'or sont basées sur les trois paramètres principaux suivants :

- circulation
- rotation
- mouvement (vers le haut ou vers le bas)

Il ne faut jamais insister au cours d'un coincement et essayer de se dégager dans le sens où le coincement s'est produit:

- Si le coincement vers le haut se dégager vers le bas.
- Si le coincement vers le bas se dégager vers le haut. [2]

I.4.3. Le programme de forage adapté

Le choix approprié de la cote des sabots, du nombre de colonnes, de la trajectoire du puits (kick off point (Le point où le puits quitte la verticale), inclinaison, taux de build up, etc.), du programme de boue (choix du type, de la densité, des caractéristiques

rhéologiques, hydrauliques, etc.) permettra de réduire les risques de coincements. Le choix des garnitures (longueur, diamètre, type de masses-tiges, rigidité de la BHA, nombre de stabilisateurs, etc.) et des outils sont également importants. [1]

I.5. Les étapes préliminaires à une instrumentation :

Les instrumentations correspondent à une situation d'exception à laquelle le foreur n'est pas toujours bien préparé. Il ne s'agit pas ici d'en faire un spécialiste, mais d'essayer de définir la meilleure façon d'appréhender le problème. Deux aspects importants et contradictoires résument la complexité de l'opération :

- Il ne faut pas perdre de temps,
- Mais, il ne faut pas prendre de décision précipitée.

Il est important de déterminer la cause du problème pour prendre le plus rapidement possible les mesures adaptées. Pour établir un diagnostic et fixer la marche à suivre.

Il s'agit surtout de s'organiser très rapidement ; il faut :

- Collecter toutes les informations concernant l'incident,
- Analyser la situation, identifier la cause première de l'incident,
- Agir rapidement (la première intervention est souvent déterminante pour la réussite de l'opération). [2]

I.6. Critères de choix : récupérer le poisson ou faire un side-track ?

Deux cas peuvent se produire :

- Il faut sortir impérativement le poisson du puits (ce qui est rarement le cas),
- Il est possible de choisir entre récupérer le poisson et faire un side-track.

I.6.1. Nécessité de récupérer le poisson :

Certains impératifs peuvent contraindre le foreur à nettoyer complètement le trou, par exemple:

- Règlements miniers,
- Impératifs géologiques et conservation du gisement,
- Nature des équipements perdus dans le puits (cas de sources radioactives).

Dans ce cas, le facteur temps devient secondaire et il faut procéder prudemment pour ne pas compliquer l'intervention ou la compromettre définitivement.

I.6.2. La décision de procéder à l'instrumentation ou side-track :

Le side-track est l'abandonnement d'une partie de puits difficilement récupérable et apprendre une déviation permettant de prendre un trou parallèle.

Lorsque l'une des deux solutions n'est motivée par aucun impératif majeur, le seul critère de choix est le coût de l'opération. Le coût du side track est généralement assez facile à estimer mais il n'en va pas de même pour l'instrumentation. L'expérience montre que le repêchage est généralement plus coûteux qu'un side track et le résultat de ce dernier est beaucoup plus sûr.

Dans le cas où l'on choisit d'instrumenter, il faut évaluer :

- La disponibilité du matériel de repêchage et du personnel spécialisé,
- La durée d'instrumentation (très difficile à évaluer),
- Le coût de l'instrumentation,
- Les chances de réussite du repêchage.

La formule généralement utilisée pour déterminer le temps économique de repêchage est la suivante:

$$\text{Temps économique} \propto \frac{\text{Coût du side track} \cdot \% \text{ de chance de repêchage}}{\text{Coût journalier de l'opération}}$$

Le coût du side track comprend :

- Le coût de l'équipement abandonné dans le trou,
- Le coût du dévissage de la partie libre de la garniture lorsque on ne peut pas le décoincer,
- Le coût de la préparation du side track,
- Le coût du forage en side track pour atteindre la profondeur initiale.

Le coût journalier de l'opération est le coût journalier global en cours d'instrumentation.

Le point le plus difficile à déterminer est le pourcentage de chance de repêchage. Il sera estimé à partir des expériences passées, d'où l'intérêt d'avoir des rapports d'instrumentation détaillés et de tenir des statistiques. Ce pourcentage varie suivants les endroits, mais en général, il se situe aux environs de 50 %.

Donc comme règle générale et sauf impératifs particuliers, si l'on décide d'instrumenter, il faudra éviter d'insister au-delà d'un coût égal à la moitié du coût total estimé du side track.

De ce fait, de nombreuses compagnies limitent la durée des tentatives de repêchage à 3, 4 jours, voire 2 jours dans certains endroits. [1]

I.7. Les différents types d'instrumentation

Les instrumentations peuvent être classées en différentes catégories suivant leurs degrés d'importance et surtout suivant le matériel nécessaire à leurs réalisations.

- ❖ Première Catégorie : Cette catégorie concerne le repêchage d'équipements de petites dimensions non coincés dans le puits.
- ❖ Deuxième Catégorie : Cette catégorie comprend toutes les opérations de repêchage tubulaire ainsi que free point, back off et reforage de packers dans tubage. [2]

I.8. Les outils d'une instrumentation

Les outils d'une instrumentation peuvent être classés en :

I.8.1. Les outils de repêchage de petits éléments : cette catégorie comprend:

A. Paniers à sédiments (Junk Sub ou bit Junk baskets) : L'outil consiste en un mandrin et une jupe surdimensionnée formant entre eux un espace annulaire, la figure (I.6). Le mandrin et la jupe sont soudés ensemble et renforcés par des renforts-guide. La jupe comporte des trous à sa partie inférieure, trous qui permettent le passage de la boue. Ces outils servent à récupérer la ferraille ou objet trop lourd pour être remontés par circulation. Ils sont installés juste au-dessus de l'outil de forage ou de fraisage. [3]

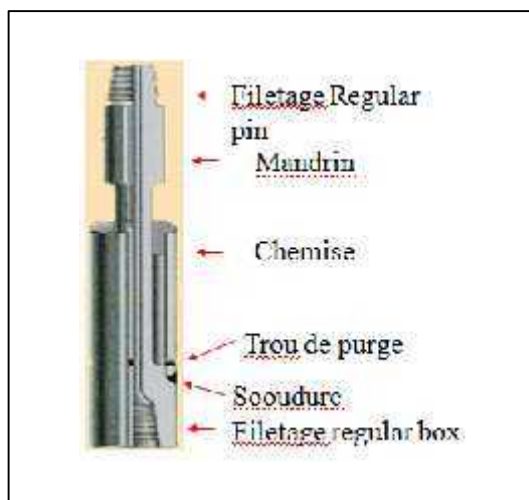


Figure I.6: panier a sédiment.

B. Repêchage à l'aimant (fishingmagnet) : Les aimants sont constitués d'un :

- corps avec un raccord supérieur,
- élément magnétique,
- une plaque polarisée et d'un guide amovible.

Les aimants sont descendus au câble ou au bout de la garniture de repêchage. La descente avec la garniture est préférable car elle permet la circulation. Ils peuvent être également placés dans un junk-basket. L'aimant permet de récupérer des petites quantités de ferraille. [3]

C. Le carottier de repêchage simple (Junk basket) : Cet outil, comme le montre la figure (I.7), est constituée:

- D'un raccord supérieur,
- D'un corps de diamètre variant de 3 5/8 à 13 3/4 in possédant une partie inférieure sur lequel vient se visser une fraise.
- Entre la fraise et le corps une ou deux rangées de doigts de repêchage sont montés sur roulement et retiennent les débris carottés après l'opération. Le roulement permet aux doigts de retenue de rester immobile pendant la rotation de l'outil et le carottage.

Le Junk-basket est utilisé pour récupérer en général les éléments très variés et de formes diverses tels que molettes d'outils, masses, marteaux, bras d'outil, éléments de clef, etc..) . [3]

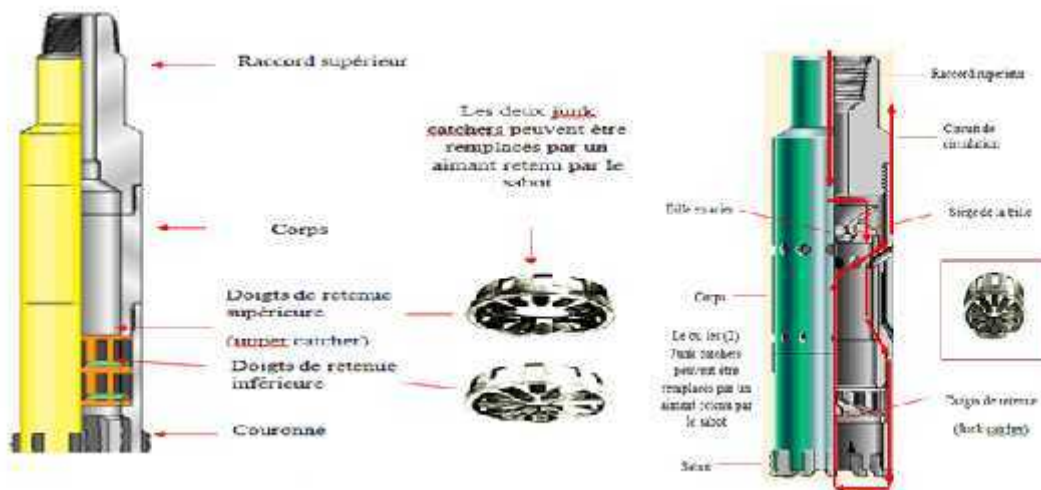


Figure I.7: Basket.

Figure I.8: Reverses circulating Junk-baskets.

D. Le carottier de repêchage à circulation inverse : Le corps est constitué de deux cylindres concentriques qui permettent à la circulation de passer en inverse quand la bille est sur son siège. Comme le montre la figure (I.8).

Les « reverses circulating Junk-baskets » sont utilisés pour retrouver toutes sortes de petits débris, particulièrement les molettes d'outils. Ils ont la même utilisation que les Junk baskets mais sont conçus différemment. [3]

I.8.2. Les outils de fraisage

Ces outils servant à la destruction de ferraille au fond du puits ou au conditionnement d'une tête de poisson. Généralement ils sont à base de carbure de tungstène, brasés ou frittés. Ces outils sont généralement descendus avec un train de masse-tiges et il est recommandé de placer immédiatement au-dessus de la fraise un panier à sédiments et un stabilisateur.

Il existe différents types de fraises dont les principaux sont :

A. Les Junk-Mills : fraises très robustes utilisées pour broyer toute sorte de ferraille dans le puits. Il existe plusieurs modèles différents par leurs parties inférieures, la figure (I.9).

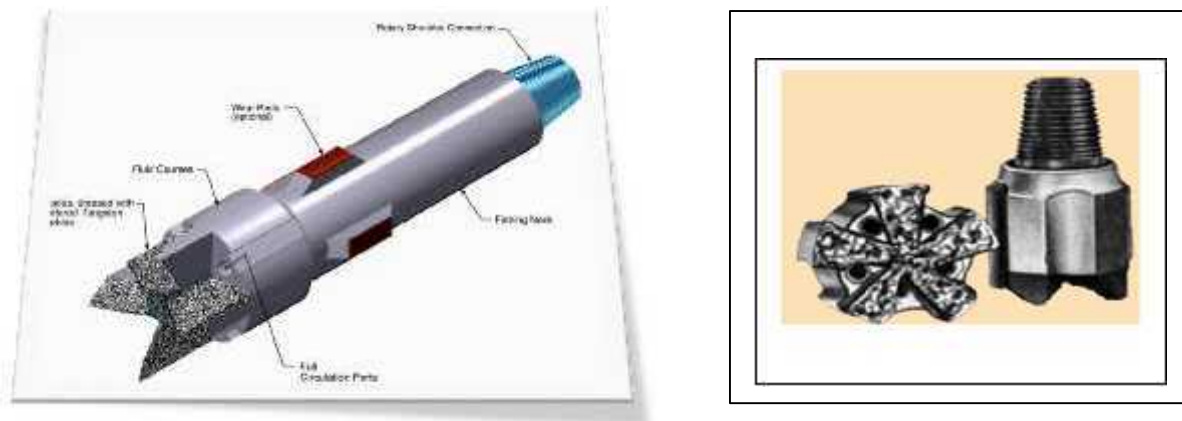


Figure I.9: junk mill.

B. Les Pilots-Mills : la figure(I.10) montre les fraises à lames qui ayant un pilote pour guider l'entrée dans le poisson, elles peuvent être utilisées pour fraiser le tubage ou nettoyer l'intérieur d'une tête de poisson. [3]



Figure I.10: Pilot-mill.

I.8.3. Les outils de surforage :

A. Les tubes de surforage :

Le surforage consiste dans chaque cas à nettoyer une certaine longueur de poisson et ensuite à aller le récupérer par back-off.

Les tubes de surforage possèdent en général des types de filetages faciles à visser et plus résistant au torque que celui des Tool-joints des tiges.

B. Les fraises de surforage :

Il y a deux modèles :

1. Open hole: dans ce modèle il y a deux types le premier type utilisé pour nettoyer la formation autour de tiges ou masses-tiges et le fond et permet un maximum de circulation (formation tendre à moyennement dur). Alors que le deuxième type est utilisé pour nettoyer autour du poisson où l'espace à l'intérieur du trou est limité.

2. Cased hole: Ce modèle est utilisé où l'espace est limité. Il coupe sur le diamètre intérieur. [3]

I.8.4. Les outils de repêchage à prise externe

A. Les OVER-SHOTS :

L'Overshot est l'outil de repêchage à prise externe le plus solide. Il peut être utilisé avec une garniture de battage comme avec une garniture de dévissage (back-off) et est particulièrement recommandé pour le repêchage des tiges et masse tiges.

L'Over-shots peuvent être équipés soit de :

❖ **Spiral grapple** : C'est un ressort en forme d'hélice utilisé pour des poissons ayant un diamètre extérieur proche de la prise maximum de l'Overshot.

❖ **Basket grapple** : C'est un cylindre segmenté utilisé quand le diamètre extérieur du poisson est au moins 1/2 in plus petit que la prise maximum de l'Overshot.

L'Overshot « sockets »: Les "Sockets" ne diffèrent que très peu des Overshot, ils ont toutefois deux avantages :

- ✓ ils supportent plus facilement un battage intensif,
- ✓ ils se relâchent plus facilement après battage.

Pour ces raisons ils sont employés par les spécialistes en instrumentation dans les situations difficiles. [3]

I.8.5. Les outils de repêchage à prise interne:

A. **Les Tarauds**: ils sont construits d'une seule pièce avec un filetage conique durci par traitement thermique. Ces outils permettent de faire des repêchages surprises et résolvent un bon nombre de problèmes notamment en work-over. Le taraud est un outil difficile à relâcher, il faut toujours l'utiliser avec un safety joint, la figure (I.11).

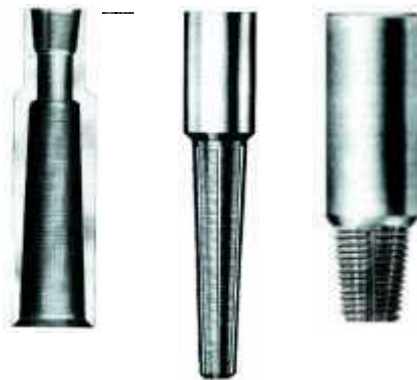


Figure I. 11: Les tarauds.

B. **Les releasing spears**: Les releasing spears sont utilisés pour s'engager à l'intérieur des tiges, tubings et tubage afin de les remonter. On peut également les utiliser pour dévisser et pour poser un liner. [3]

I.9. Le battage et les équipements de battage :

I.9.1. Définition

Le battage consiste à frapper fortement la partie coincée de la garniture qui joue le rôle d'enclume avec la partie libre qui joue le rôle de marteau et à provoquer des vibrations suffisamment importantes en amplitude et en durée pour libérer le poisson. [2]

I.9.2. Les équipements de battage

Il existe des coulisses mécaniques, hydrauliques et hydromécaniques. Ces dernières ont une combinaison d'une partie mécanique et d'une partie hydraulique, l'une battant dans un sens, l'autre dans l'autre. La majorité d'entre elles permet de battre vers le haut et vers le bas. Une coulisse peut être descendue en position ouverte (coulisse en tension), en position fermée (coulisse en compression) ou en position intermédiaire (position neutre) [2]

A. coulisses hydrauliques :

Une coulisse hydraulique se compose d'un mandrin intérieur et d'un corps extérieur délimitant deux chambres remplies d'huile, suivant la position du mandrin, l'huile circule librement d'une chambre à l'autre ou, au contraire, elle est forcée de passer par une restriction limitant son débit.

Pour battre vers le haut, une traction est appliquée sur la coulisse qui doit être au préalable en position fermée ou intermédiaire, l'huile de la chambre inférieure est comprimée et passe à faible débit dans la deuxième chambre par la restriction; la coulisse est armée.

Lorsque le mandrin atteint une certaine position, le fluide passe librement et la pression s'égalise instantanément dans les deux chambres permettant au marteau de frapper violemment l'enclume.

Pour réamorcer, il suffit de descendre, puis la bille 3 monte et l'huile passe alors rapidement par le grand orifice 4 de la partie A à la partie B (la figure (I.12)). [3]

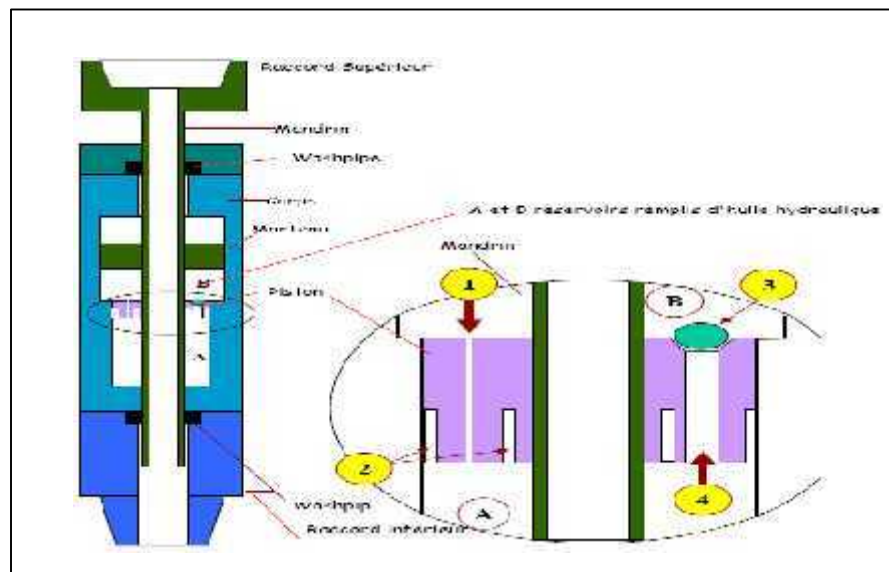


Figure I.12: Coulisse hydraulique.

B. les coulisses mécaniques :

Ce type de coulisse ne déclenche qu'à partir d'une certaine traction ou compression. Suivant les modèles, les valeurs seront réglées lorsque la coulisse est en surface ou au fond (certains modèles ne permettent de faire varier le réglage que d'environ 15 % lorsqu'elles sont au fond). Pour une coulisse utilisée en forage, ces valeurs sont choisies au dessus des valeurs de traction et de compression normalement rencontrées en cours de forage. [3]

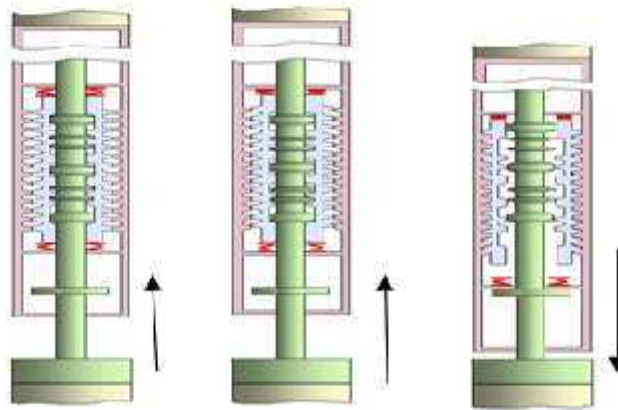


Figure I.13: Coulisse mécanique.

C. Les Bumpersubs :

Ils comportent un mandrin coulissant librement dans un corps. Ce mandrin possède un marteau à sa partie supérieure pour battre vers le bas et vers le haut.

En instrumentation le bumper-sub est placé en général immédiatement au-dessus de l'outil de prise.

Les bumper-sub sont surtout utilisés :

- pour battre vers le bas, et à la rigueur vers le haut,
- pour localiser parfaitement le point libre,
- en forage en mer pour compenser le pilonnement. [3]

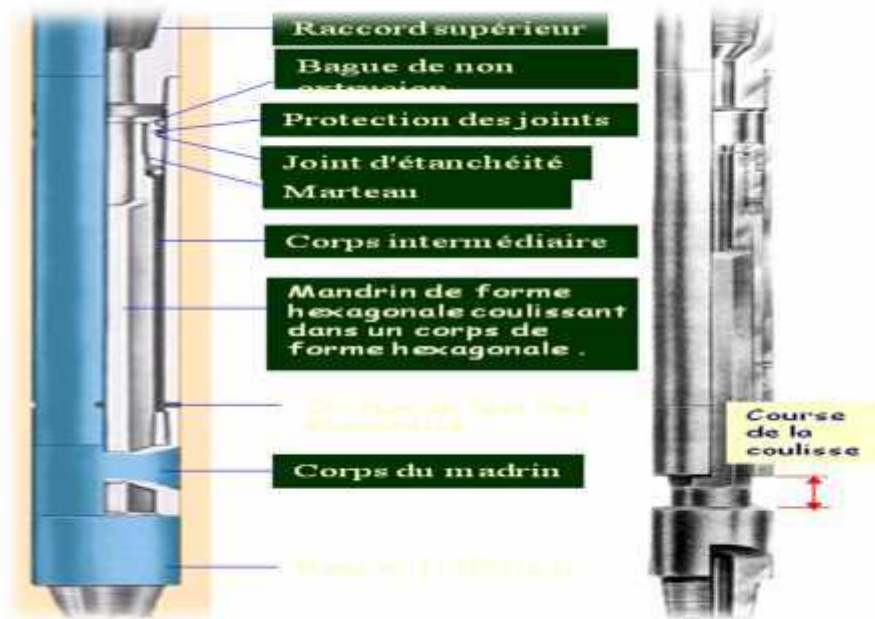


Figure I.14: *Bumper subs.*

I.10. Dévissage back off

Lorsque les essais de décroincement n'ont donné aucun résultat, il faut procéder au dévissage (Back off) de la partie libre de la garniture. Le back off est une opération délicate et dangereuse et les chances de succès sont souvent relativement faibles.

Il existe deux méthodes pour dévisser une garniture coincée :

I.10.1. Back off à l'explosif:

L'ensemble de la garniture étant soumis à un couple à gauche, le dévissage du joint choisi est favorisé par les vibrations provoquées par une explosion déclenchée au niveau de ce joint. L'explosif est descendu au bout d'un câble conducteur qui permet ensuite de déclencher électriquement la mise à feu à partir de la surface.

I.10.2. Coupes à l'explosif :

Une charge creuse équipée d'un détonateur est descendue à l'aide d'un câble électrique. La côte de coupe est localisée au cabine de control et la mise à feu est commandée de la surface.

C'est une méthode rapide et sûre à l'exception des coupes des masses tiges et elle élimine les manœuvres sous couple et les risques qu'elles comportent.

I.10.3. Dévissage mécanique :

C'est une opération délicate, le point de dévissage est incertain, elle est caractérisée par :

- ❖ Dévissage en soumettant la garniture à un couple à gauche,
- ❖ Nécessite l'application d'un couple à gauche important, supérieur au couple de blocage à droite ;
- ❖ Au mieux, dévissage dans une zone proche du joint choisi. [1]

I.11. SIDE TRACK

On procède à cette opération lorsque toutes les tentatives possible de remonter le poisson ont été échoué ou si l'on a déterminé qu'il n'était plus rentable d'essayer de le récupérer par rapport au coût de l'opération de forer un trou en légère déviation. Le but est de forer en déviation au dessus de la tête du poisson pour pouvoir ensuite poursuivre le forage jusqu'à atteindre l'objectif. [1]

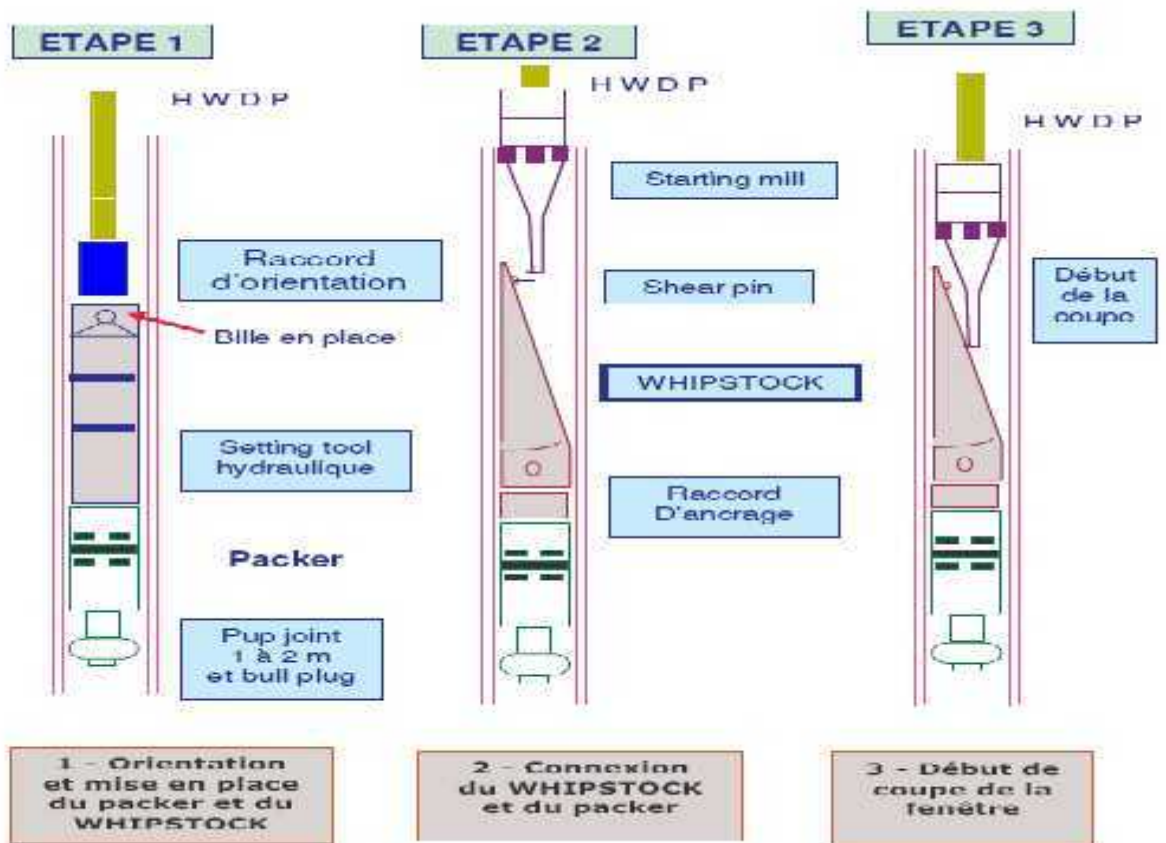


Figure I.15: Side-track

II.1. Présentation du puits :

Le puits OKS27 est un puits vertical de développement, il est situé au sud-est de champ Haoud Barkaoui, dans le bloc 438c. Les coordonnées de ce puits sont présentées dans le tableau (II.1), sa coupe lithologique est présentée dans la figure (II.1).

Tableau II.1 : *les coordonnées UTM de puits OKS27*

Coordonnées UTM	X = 705759,20 m	Y = 3509860,85 m
	Z sol = 209,760 m	Z tab = 217 m

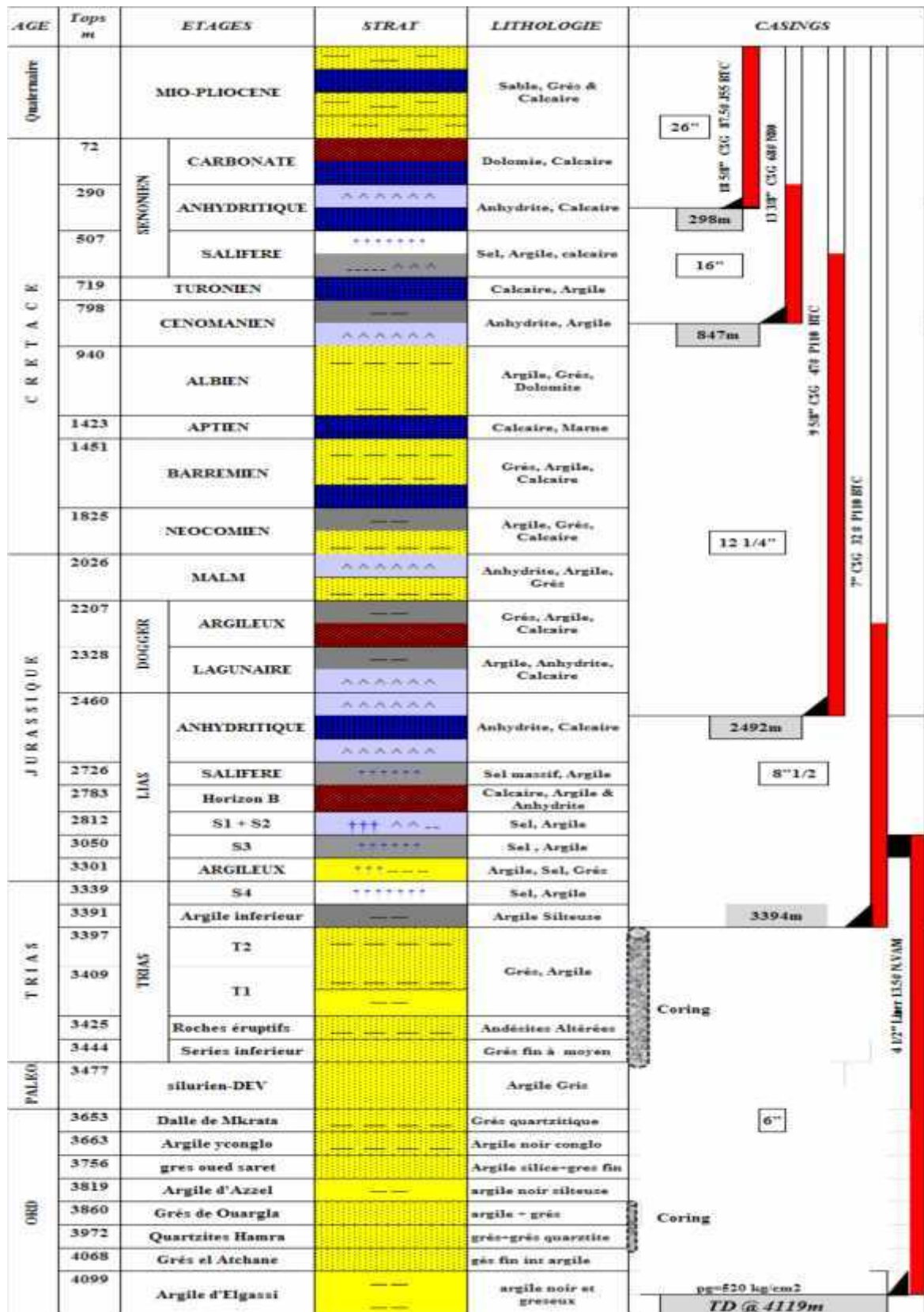


Figure II.1: Coupe lithologique du puits OKS27.

Pour une meilleur réalisation dans les conditions économique on doit atteindre notre profondeur finale de 4119 m dans 68,32 jours par un avancement moyen de ROP 60,28 m/ jour, donc ces chiffres sont prévisionnels, comme le montre la courbe suivante:

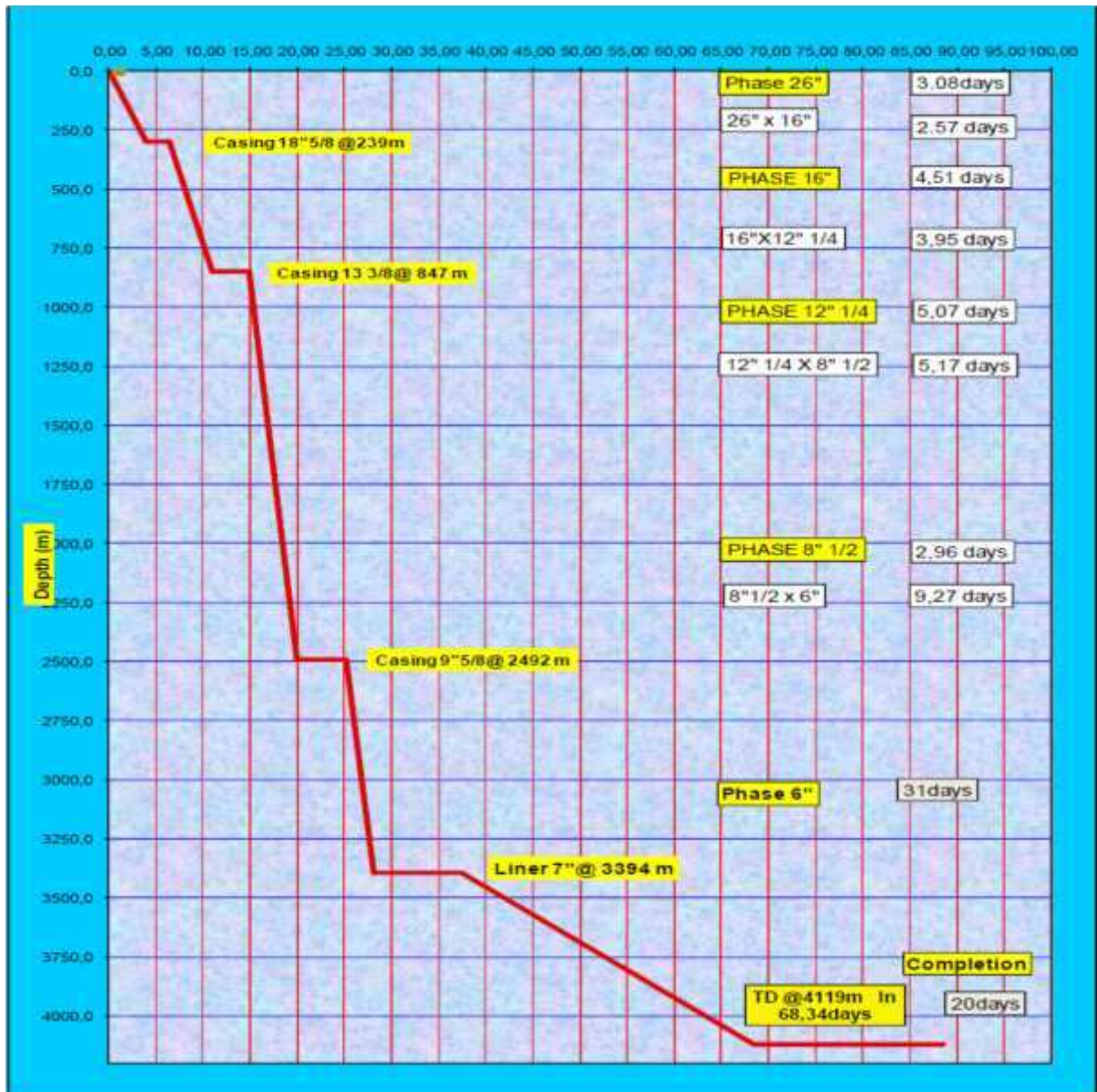


Figure II.2: le programme d'avancement.

II.2. Réalisation du puits :

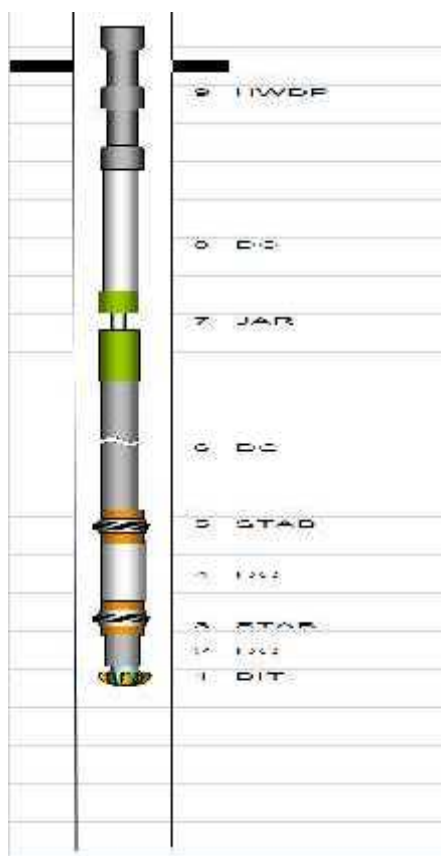
Tableau II.2: le programme de réalisation du puits OKS27.

Phase	Profondeur	Boue	Paramètre de forage	Problème
Trou 26"	312 m	Type:WBM Caractéristiques: - d = 1,05 -PV = 20 cp -YP = 48 lbf/100ft ² -Gel 10m =39 lbf/100ft ²	- WOB = 5-17t - RPM= 70-100 tr/mn - Q = 2800 lpm	-Perte total à 56 m, (Forer par l'eau douce)
Trou 16"	544 m	-Type = OBM Caractéristiques: -d = 1,30 -FUN VIS = 70s/qt -PV = 18cp -YP = 15 lbf/100ft ² -Gel 10m =18 lbf/100ft ²	-WOB = 8-20 t -RPM= 80-140 tr/mn -Q = 850 lpm -SPP =1550-1700psi	Aucun problème
Trou 12" ¹ / ₄	1640 m	-Type = OBM Caractéristiques: -d = 1,30 -FUN VIS = 69s/qt -PV = 18 cp -YP = 15 lbf/100ft ² -Gel10m=18 lbf/100ft ²	-WOB = 4-19/10-25t -RPM= 50-170-210 tr/mn -Q = 3000 lpm -SPP =2500-2800psi	Aucun problème
Trou 8" ¹ / ₂	896 m	-Type = OBM Caractéristiques: -d = 2,02 -FUN VIS = 90-70 s/qt -PV = 37-24 cp -YP = 15-11 lbf/100ft ² -Gel10m=16-10bf/100ft	-WOB = 10-18 t -RPM= 60-200tr/mn -Q = 1800 lpm -SPP = 3400 psi	Aucun problème
Trou 6"	3389 m	-Type = OBM Caractéristiques: -d = 1,45 -FUN VIS = 90-70 s/qt -PV = 37-24 cp -YP = 15-11 lbf/100ft ² -Gel10m=16-10bf/100ft		Coincement à la cote 3639 m au cours de la connection, -249 m au dessus de sabot, - la coulisse ne travail pas.

II.3. Présentation du problème:

II.3.1.Premier coincement

Lors de la descente de BHA de forge de la phase 6", pour continuer le forage jusqu'à la profondeur finale prévue 4119 m, un coincement était produit à la cote 3639 m, lors de l'ajout d'une longueur. Les éléments perdus sont montrés dans la figure (II.3) et leurs caractéristiques sont données dans le tableau (II.3).



BHA Table		Tube		Cum
Item Number	Description	OD (in)	ID (in)	Length (m)
1	BIT	6		0.23
2	DC	4.75		4.03
3	STAB	6		1.11
4	DC	4.75		8.33
5	STAB	6		1.5
6	18 X DC	4.75		160.43
7	JARS	4.75		8.99
8	3X DC	4.75		26.86
9	8X HWDP	3.5		53.99
10	DP	3.5		
Total BHA =				267.47

Tableau II.3: les caractéristiques du poisson.

Figure II.3: la composition de poisson.

Après 20 min de remplissage de garnitures sans rotation, ils ont essai de batter vers le haut mais sans succès le jar ne fonctionne pas. Ensuite, ils ont réalisés les opérations suivantes :

❖ **Le 2^{ème} jour** : Pomper un bouchon tensio-actif de 4 m³ de volume et 0,94 de densité, tout on travaillant la garniture 140t-50t et essayer de tourner avec limite torque 400 amp, mais sans résultat.

❖ **Le 5^{ème} jour** : un premier Back off mécanique, ils sont récupéré en surface 1118 m de 3''^{1/2} DP.

❖ **Le 6^{ème} jour** : Descente avec OEDP 3''^{1/2} @ 1120 m TOP poisson à cette cote. En vissant le OEDP avec le poisson, et augmentant la pression de 200 psi à 1180 psi, ils ont récupéré 120 joints DP 3''^{1/2} et 01 joint HWDP 3 1/2 dont 10jts DP sont endommagés.

Dans les 8^{ème}, 9^{ème} et 10^{ème} jours, les opérations suivantes sont été réalisées mais malheureusement elles ne donnent aucun avancement.

- Circulation BOTTOM up: 550lpm-2000psi,
- Pompage d'un 2^{ème} bouchon tensio-actif 2,5 m³ de 0,92 de densité, déplacé avec un débit de 100 l /heure en battant vers le haut,
- Evacuation du bouchon tension–actif et continuation de battage vers le haut,
- Pompage de 2,5 m³ d'un bouchon d'acide (15%), déplacé avec un débit de 250 l/1/2 heure en battant toujours,
- Evacuation du bouchon d'acide.
- Pompage d'un 2^{ème} bouchon d'acide 2,5m³, déplacé avec un débit de 250 l/1/2 heure en battant,

Après plusieurs tentatives, ils ont récupéré dans le 22^{ème} jour un joint HWDP 3''^{1/2} (9,33 m) endommagé sur le corps.

La composition du nouveau poisson est montrée dans la figure suivante :

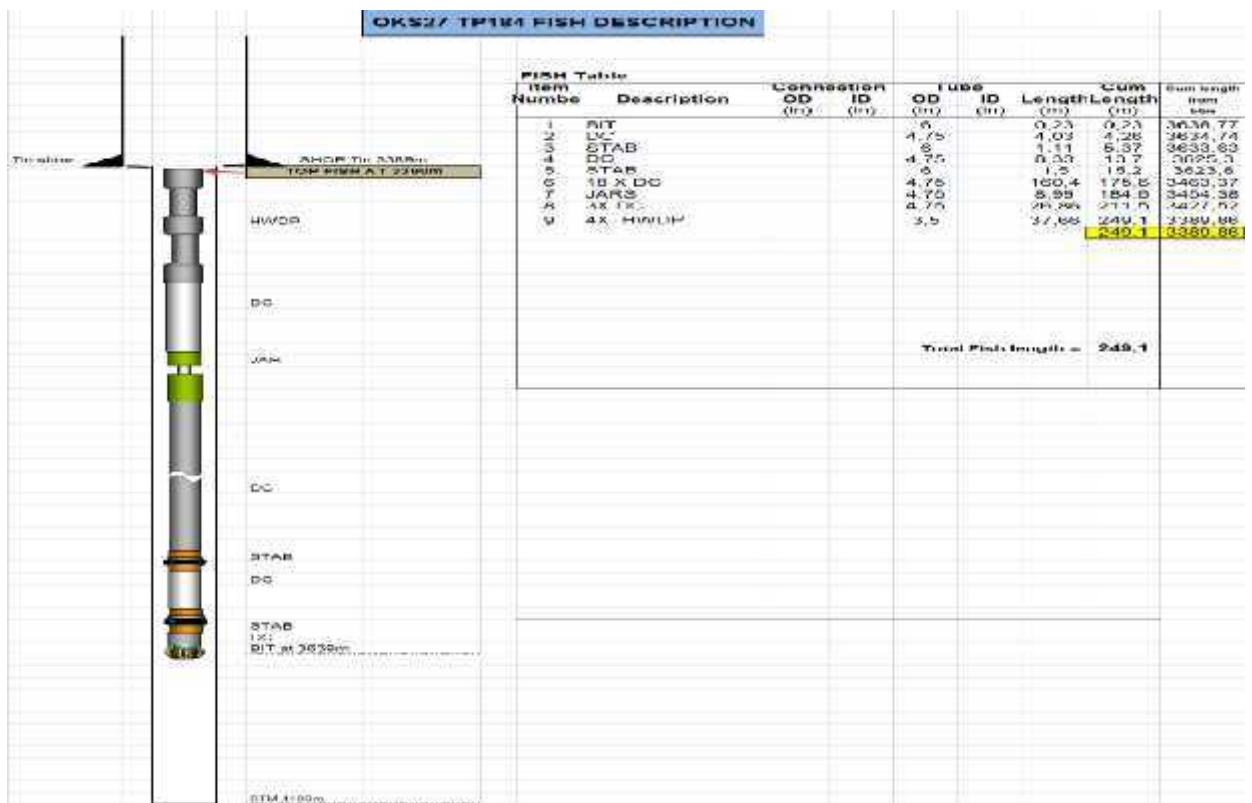


Figure II.4: la composition de poisson après la récupération d'un joint 3 ½ HWDP.

Les opérations réalisées dans les jours qui suivent sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau II.3: *Les opérations de décoincement et leurs résultats (premier coincement).*

	Opération	Remarque
	-Descente avec overshot 5'' ^{3/4} (ENTP), essayé de coiffer le fish. - Pull out et descente de 5'' ^{7/8} Die collar RH segmenté.	sans succès.
le 24^{eme} jour	- La descente de 5'' ^{7/8} overshot (WFD) à 18 m en coiffant le fish.	Récupération de 01 jt 3'' ^{1/2} DP LH et de 05 jts DP LH.
le 25^{eme} jour	-Descendre avec le même Die collar segmenté 5'' ^{3/4} avec 3'' ^{1/2} LHDP, - Circuler, engager le die collar avec rotation à gauche,	Récupération de 77 longueurs et 02 tiges 3'' ^{1/2} LH, récupérer le dernier joint avec son filetage. TOP de nouveau poisson est à 2212 m.
Le 29^{eme} jour	-Descente 5'' ^{7/8} Junk mill avec 3'' ^{1/2} DP jusqu'au l'ancien top fish 3393,8 m. -Continue fraisage de HWDP dans l'open hole.	
Le 32^{eme} jour	- Continue fraisage 3'' ^{1/2} HWDP. - Pomper H_VIS et circuler pour nettoyer le puits.	- on a fraisé 23 m, nouveau top fish @ 3416,4m

Dans le 37^{ème} jour ils ont commencé l'opération de side track de 3390 m (01m au-dessous de sabot de tubage 7") jusqu'à 3525 m, la figure (II.5). Après six jours, ils ont repris le forage de la phase 6" en utilisant une boue de densité égal à 1,45 jusqu'à la cote final TD @ 4125m sans problèmes.

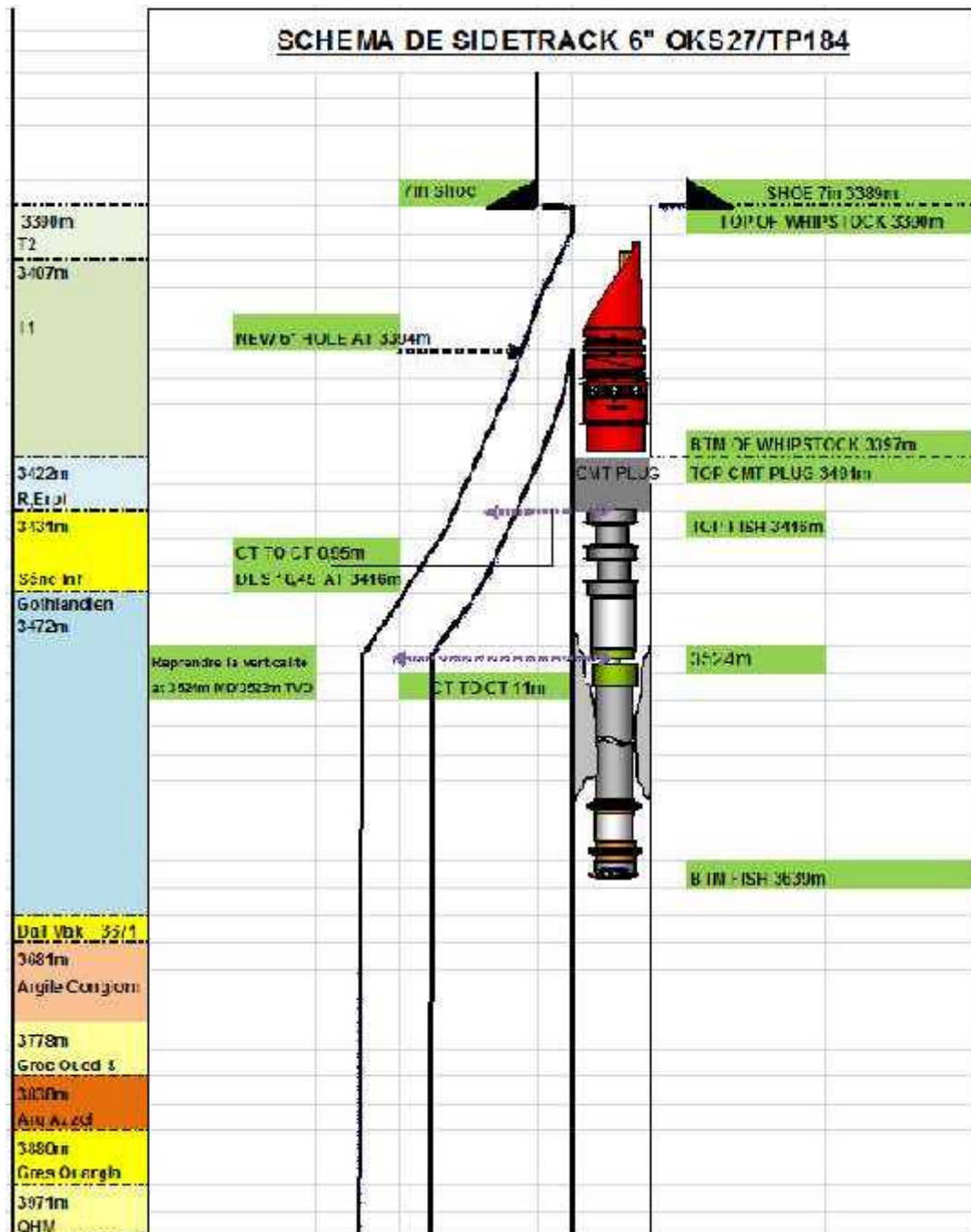


Figure II.5 : Le profil du puits après la réalisation de side track 1.

II.3.2. Deuxième coincement

Après avoir foré la phase 6 in, on a contrôlé le trou et nettoyé le fond pour réaliser la première opération de logging (gr/resistivity/sonic/caliper), mais les outils sont coincés à la cote 3870 m, on a les remonté et essayé de les descendre pour la deuxième fois mais ils ont encore coincé à la cote 3962 m mais on a les remonté de nouveau.

Après la troisième tentative de descente de ces outils de logging, ils ont coincé à la cote 3389 m et on a pas pu des les libérer. Donc une opération d'instrumentation a été commencée.

Le schéma du puits après le deuxième coincement est montré dans la figure (II.6).

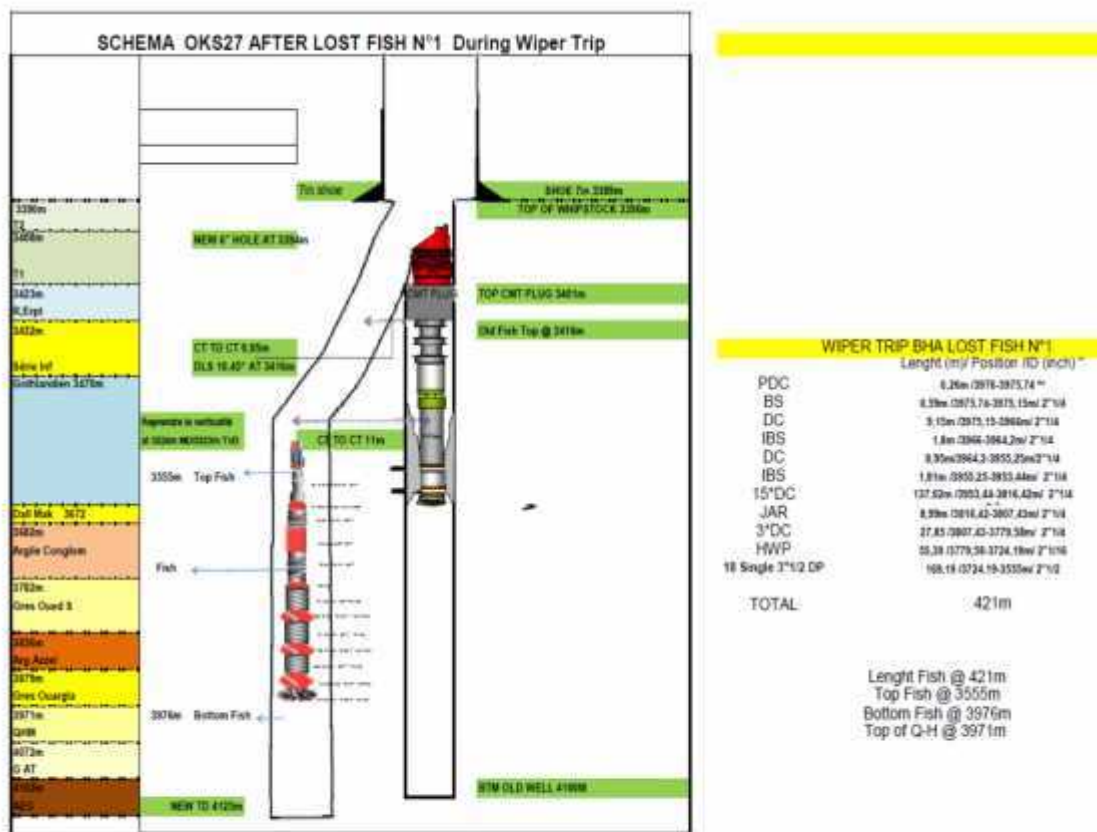


Figure II.6: Le schéma du puits après le deuxième coincement.

Le tableau suivant regroupe les différentes opérations effectuées pour décoincer et les résultats obtenus.

Tableau II.4 : Les opérations de décoincement et leurs résultats (deuxième coincement).

	Opération	Remarque
Le 02^{eme} jour	- Circulation pour nettoyer le fond, - POOH de 4125m au 3971m avec circulation, - Descente au repêchage (5'' ^{3/4} Over Shot Dressed W/4'' ^{3/4} Spiral Grappel).	Sans succès.
Le 03^{eme} jour	-Essaye de dégager par tirage de garnitures (120T ,80% la limite Elastic), -Essaye de décoincer avec battage par la coulisse de repêchage, -Essaye de libérer l'Over-Shot, - la circulation.	Sans succès.
Le 04^{eme} jour	-Remonte et descente de la garniture .	Sans succès.
Le 05^{eme} jour	-POOH à la surface.	Récupération de 67 3'' ^{1/2} DP (new top fish @ 1887m.
Le 06^{eme} jour	- Descente avec 5'' ^{7/8} Junk Mill au 1888m, -Fraisage le Tool Joint-BOX- de 3'' ^{1/2} jusqu'à 1890m.	Sans succès.
Le 07^{eme} jour	- Descente de OVER-SHOT 5'' ^{3/4} ENTP équipé par 3'' ^{1/2} Basket Grappel + 4'' ^{3/4} Fishing Jar.	Sans succès.
Le 09^{eme} jour	-Descente avec HESP RCT TOOL (Radial Cut Torche). -Circulation et battage vers l'haut.	Sans succès.
Le 14^{eme} jour	- Travaillant la garniture 120 tons pour coupe le poisson - Battage vers l'haut	Sans succès.
Le 15^{eme} jour	- Continue travailleant sur garnitures 125 tons	Remonte au surface –nouveau top fish@ 3363 m.
Le 17^{eme} jour	- Descente avec Over-Shot et pris le poisson et recupéré la circulation.	Remonte avec l'Over-Shot ,au surface on a recupère 1,80m de 3'' ^{1/2} DP au-dessous de l'OVER-SHOT.

Après huit jours de battage, de faire tourner à gauche (le torque augment jusqu'à 500 amp), ils ont récupérés 53 jts LHDP (longueur 502 m), alors le nouveau top fish est à 2863 m. La figure suivante montre le nouveau poisson.

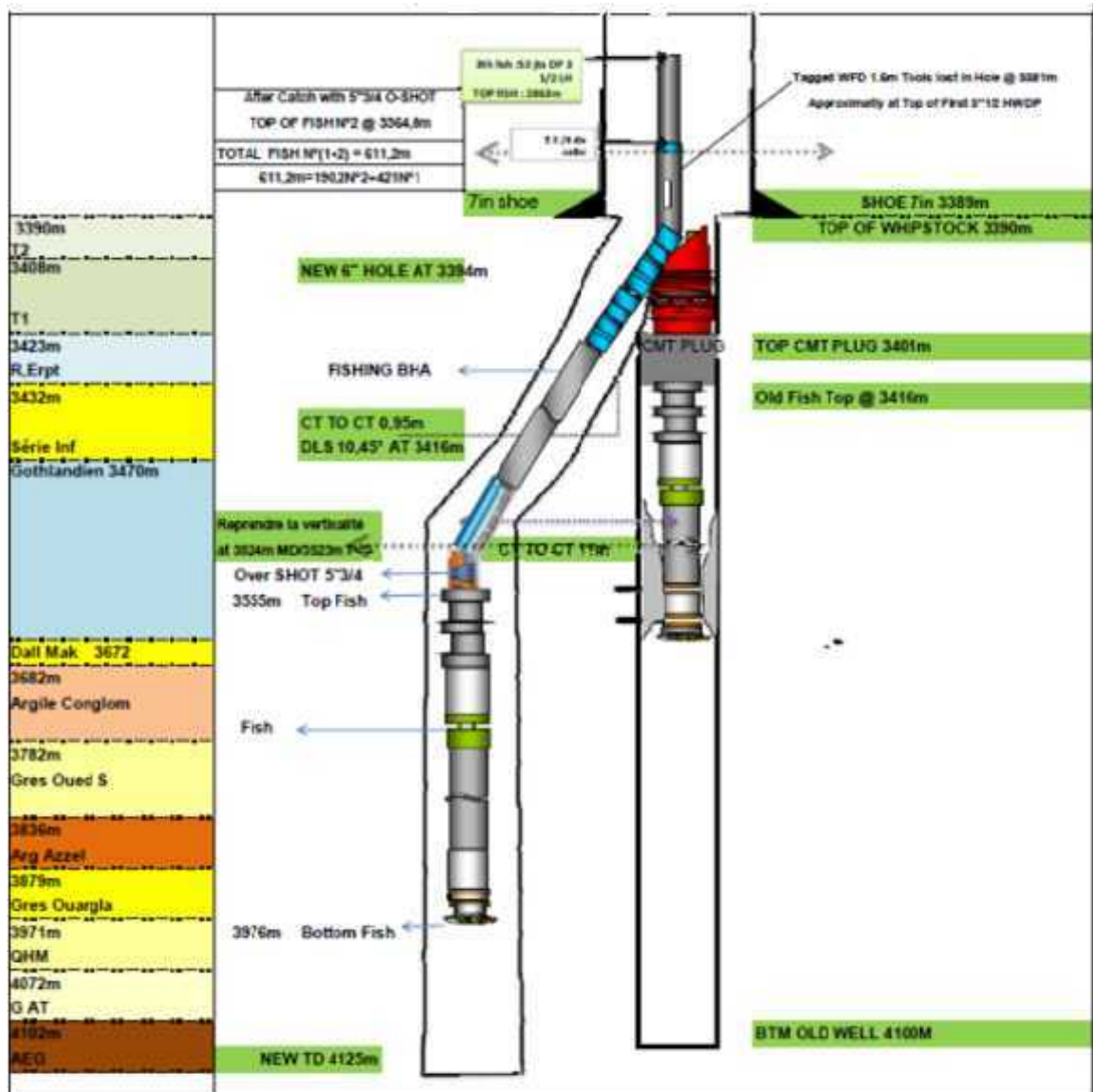


Figure II.7: Le nouveau poisson.

Ensuite, ils ont nettoyé le top poisson et réalisé une opération BACK-OFF mécanique et ils ont récupéré 5,6 m de 3''^{1/2} DP et 01 jts 3''^{1/2} DP et 05 jts HWDP 3''^{1/2} (la longueur totale: 61.78m). Donc, le nouveau top poisson est à 3427m (38m au-dessous de sabot 7'').

Après huit jours ils ont posé un bouchon de ciment pour réaliser un side track (la figure (II.7)) et continuer le forage. [4]

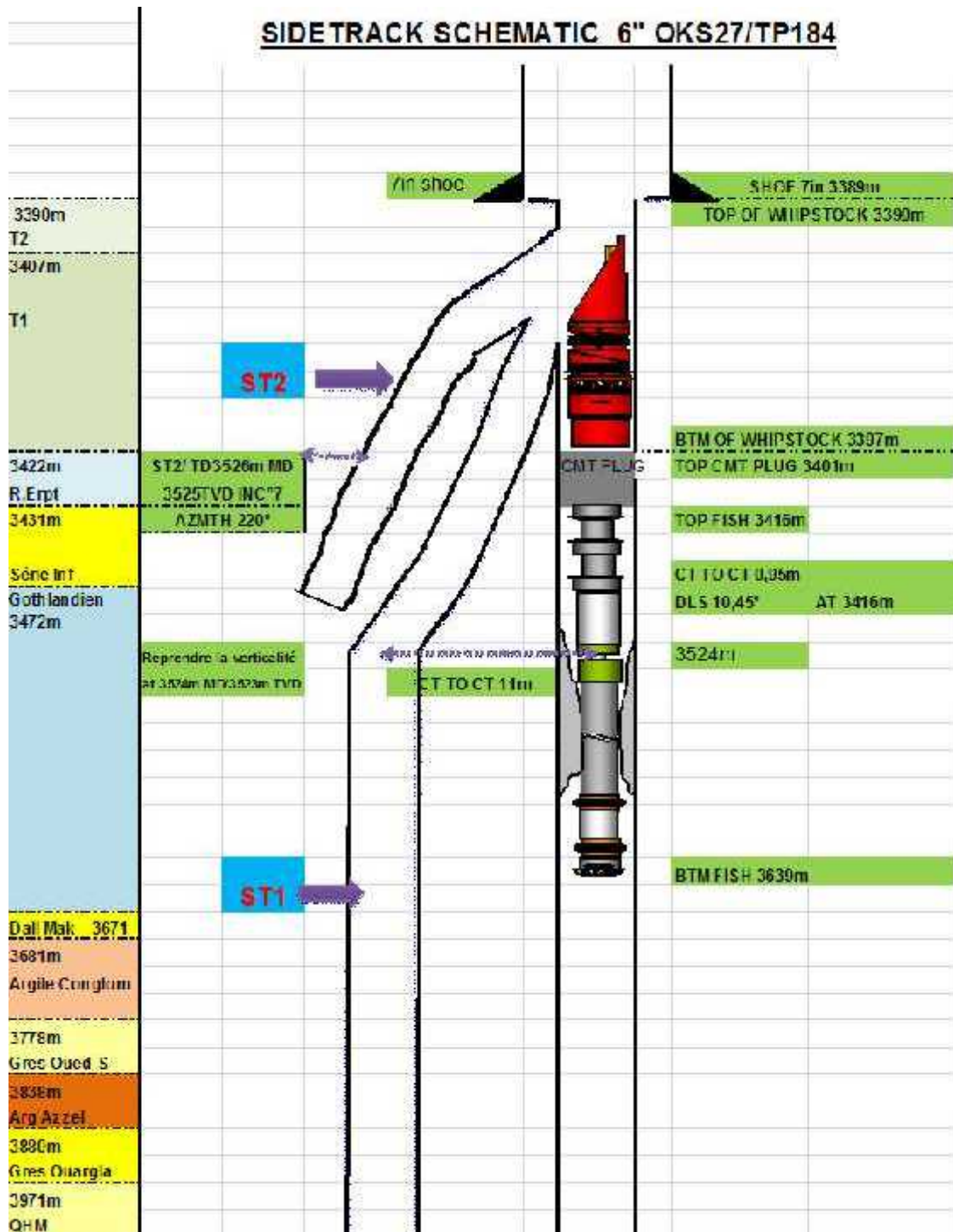


Figure II.8 : Le profil du puits après la réalisation de side track 2.

II.4. Analyse et discussion :

L'instrumentation n'est pas considérée comme une pratique habituelle ou une science exacte, elle base toujours sur des probabilités, malgré qu'on dispose de divers outils d'instrumentation et procédures d'intervention pour des même problèmes et même conditions on n'arrive pas aux mêmes résultats.

L'analyse des données de la coupe lithologique du puits, de la nature et les caractéristiques de la boue utilisée pour forer cette phase, le coincement est dû principalement à la pression différentielle (le coincement s'est produit dans les réservoirs Série-inf, Grés O-Saret).

Après l'analyse des opérations d'instrumentation survenue sur le puits OKS27, on peut dire que certaines décisions prises par les responsables dans ce cas fondent sur ces opinions, des informations et la disponibilité des outils d'instrumentation sur lieu.

En effet, on a mentionné dans le premier chapitre que le côté technico-économique est actuellement le seul critère déterminant pour choisir entre l'instrumentation et le side truck et que beaucoup de compagnies essaient pendant 3 ou 4 jours de repêcher le poisson et, si l'opération n'est pas couronnée de succès, le poisson est abandonné et un side track est réalisé. Mais malheureusement dans le cas étudié, ils ont pris environ 37 jours (premier coincement) et environ 36 jours pour décoincer, alors que d'après la figure (II.2) reporté dans ce chapitre, il a été prévu de forer la phase 6'' en 31 jours.

Recommandation

On peut donner les remarques suivantes sur les opérations réalisées :

- Depuis le 1^{er} jour de coincement en doit pomper un bouchon tensio-actif [4m³ d=0,94] au lieu de pomper un bouchon de HI-VIS.
- Au moment de prendre la décision de Back off mécanique (2 jours), On profite de pomper les deux bouchons d'acide.
- Quand, on a aucun signe de flow de 1^{er} essaie de la société BOOTS & COOTS opération, On doit prépare un 2^{eme} programme pour débiter le puits, (Remplace la boue 1,45 par une de 1,35 et refaire l'essaie).
- Quand on remarque une perte de poids sur le Martin-Decker pendant une remonté, en doit arrêter et descente immédiatement et essayé de recouvrer le poisson.
- Quand on n'arrive pas a libéré l'Over-Shot, on doit essayer de libérer la garniture au niveau de safty-joint
- Vérifier le certificat de matérielle avant l'utilise (Endommagement sur le corps de 4''^{1/4} Left Kelly).
- Si on a libéré la garniture au niveau de safty joint, à cette cote on prendre la décision de Side-Track (3^{eme} jour de coincement N°2).

Malgré toutes les précautions prises lors de la réalisation d'un forage, il existe des problèmes majeurs qui constituent un grand obstacle pour la poursuite de cette opération.

L'intervention sur puits dans le forage est faite lorsque il y a un problème nécessitant cet intervention ce dernier est inclus dans le terme instrumentation.

Ce travail porte sur l'analyse des opérations effectuées pour résoudre un problème de coincement qui s'est produit dans la phase 6'' du puits OKS27 à Haoud Berkaoui. D'après l'analyse des données de la coupe lithologique du puits, de la nature et les caractéristiques de la boue utilisée pour forer cette phase, le coincement est dû principalement à la pression différentielle.

Normalement, on doit premièrement fait des études économiques (prévisionnelles) des opérations à réaliser pour décoinçer et si ces études montrent que les opérations d'instrumentation qui peuvent être réalisées auront donné des résultats on les réalise par contre si elles n'auront aucun résultat et en plus elles coûtent trop chère et on va perdre du temps on réalise un bouchon de side track.

Compte tenu de ce qui précède et pour éviter le problème rencontré lors du forage des puits voisinant, on recommande ce qui suit :

➤ Connaître et estimer la pression de formation pour utiliser une boue qui permet la mise en place d'une pression hydrostatique capable de maintenir les parois et de compenser la pression des fluides de formation (éviter la pression différentielle).

➤ il est difficile de déterminer la durée de l'intervention, vu que cela dépend de plusieurs paramètres (complexité du problème qualification du personnel, matériels mise en ouvreetc),

➤ Dans le cas étudié l'instrumentation n'était pas efficace à 100%, on n'a pas pu libérer toute la garniture et on n'était pas satisfait des opérations de battage et repêchage malgré qu'on a récupéré une partie de la garniture. En fin de compte on a réalisé un side-track.

- [1] J. BEAUME., « Les instrumentations en forage », Document de base de M. ARMESSEN Revu par (*ENSPM* Novembre 98).
 - [2] procédures générales d'instrumentation (document de SONATRACH) .
 - [3] F. GRONDIN., « module M2 »,_Documentations SONATRACH.
 - [4] Rapport de puits OKS27.
-