

N° Ordre...../Faculté/UMBB/2017

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté des hydrocarbures et de la chimie

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Présenté par :

BOUDA MAZIGH

DELLOUL MOHAMMED SALAH

Filière : hydrocarbure

Option : Forage des puits des hydrocarbures

Thème

**ETUDE DU COINCEMENT ET RÉALISATION DE SIDE-TRACK
DANS LA PHASE 12^{1/4} DANS LE BASSIN D'OUED MYA**

(CAS : PUIITS GEHE-1)

Devant le jury :

MELLAK Abderrahmane.(Prof)	UMBB	Président
BENTRIOU Abdelhak .MC(A)	UMBB	Encadreur
BOUMAZA Nadia.MA (A)	UMBB	Examinatrice
CHIEB Bachir. C.Forage	ENTP	Examineur
AISSANI Rabah		Examineur

Année universitaire : 2016/2017

RESUME

Ce travail vise à étudier les problèmes de pertes qui provoquent indirectement des problèmes de coincements en se basant sur le diagnostic et l'analyse du problème de coincement dans le puits GEHE-1 à Oued Mya causé par la mauvaise estimation de la pression de pompage ce qui a provoqué le durcissement immédiat du ciment, le puits a subi plusieurs interventions afin de résoudre les problèmes de coincements mécaniques (coincement dans le ciment) comme : le battage, le dévissage ainsi que le repêchage des tiges de forage mais malgré toutes ces interventions qui ont été menées le problème n'a pas été résolu d'une manière définitive alors finalement une opération de side track a été effectuée, comme une dernière solution.



Remerciements

Nous remercions Dieu, Tout Puissant, de nous avoir donné la force et le courage de venir à bout de ce travail.

Nous tenons à remercier du fond du cœur nos parents pour leur soutien indéfectible.

Nos sincères remerciements vont à Mr Bentriou pour nous avoir consacré assez de son temps et pour ses conseils

Nous remercions vivement tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué pour que ce modeste travail arrive à son terme

Salah & Mazigh



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ *Mes très chers parents qui ont beaucoup sacrifié à mon bonheur ;*
- ❖ *Mes très chères sœurs ;*
- ❖ *Tous mes amis (surtout : Ismail, Sadek , Younes) ;*
- ❖ *Et à tous ceux qui m'ont encouragé durant ma vie estudiantine.*

D.Salah



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ *Mes très chers parents qui ont beaucoup sacrifié à mon bonheur ;*
- ❖ *Mon très cher frère ;*
- ❖ *Ma très chère sœur ;*
- ❖ *Tous mes amis (surtout : Mohamed, Sofiane, Anes) ;*
- ❖ *Et à tous ceux qui m'ont encouragé durant ma vie estudiantine.*

B.Mazigh



Liste des Figures

CHAPITRE I

Figure 1 : Bassin d'Oued Mya, écorché à la discordance hercynienne	4
Figure 2 : Situation géologique du bassin d'Oued Mya	5
Figure 3 : Situation géographique d'Oued Mya	6
Figure 4 : Situation du puits GEHE-1 par rapport au puits avoisinants	7
Figure 5 : Schéma synoptique du prospect GEHE-1	8
Figure 6 : La coupe lithologique du puits GEHE-1	10

CHAPITRE II

Figure 7 : Outil utilisé pour la Phase 26"	15
Figure 8 : Outil utilisé pour la Phase 17 ^{1/2} "	16
Figure 9 : Outil utilisé pour la Phase 12 ^{1/4} "	17
Figure 10 : Outil utilisé pour la Phase 8 ^{1/2} "	17
Figure 11 : Outil utilisé pour la Phase 6"	17
Figure 12 : Bop et tête de puits installés pour la phase 12 ^{1/4} "	24
Figure 13 : Courbe d'avancement prévisionnelle du puits GEHE-1	28
Figure 14 : Courbes comparatifs entre la durée prévisionnelle e réelle d'avancement de forage	30

CHAPITRE III

Figure 15 : Coupe stratigraphique prévisionnelle de la phase 12 ^{1/4} "	40
Figure 16 : Graphe de la pression des pores et le gradient de fracturation	43
Figure 17 : Formation non consolidée	46
Figure 18 : Type d'Action des agents colmatants	49
Figure 19 : Mise en place de bouchon de ciment	50
Figure 20 : Graphe montrant comment doit être l'augmentation de la pression de pompage du ciment	55
Figure 21 : Position de bouchon de ciment	56

CHAPITRE IV

Figure 22 : BHA coincée dans le ciment	58
Figure 23 : Arbres d'identification du mécanisme de coincement lors d'une circulation	60
Figure 24 : Coincement dans le ciment tendre	61
Figure 25 : Evaluation du torque lors de reblocage de la garniture	66
Figure 26 : Radial Cutting Torch (RCT)	71
Figure 27 : Plan de Side track	76
Figure 28 : Descente de l'équipement directionnel (PDM,...)	77
Figure 29 : Coincement de la garniture à 1238 m	78
Figure 30 : Whipstock	82
Figure 31 : Déviation par sifflet déviateur (whipstock)	83

Liste des Tableaux

CHAPITRE I

Tableau N°01 : Fiche technique du puits GEHE-1	09
---	----

CHAPITRE II

Tableau N°02 : Programme outil	14
Tableau N°03 : Programme de Boue	18
Tableau N°04 : Programme de tubage	18
Tableau N°05 : La configuration et le test du BOP	19
Tableau N°06 : Programme de ciment	20
Tableau N°07 : BHA (La 1 ère phase 26")	21
Tableau N°08 : BHA (La 2ème phase 17")	22
Tableau N°09 : BHA (La 3ème phase 12 ^{1/4} ")	23
Tableau N°10 : BHA (La 4ème phase 8 ^{1/2} ")	25
Tableau N°11 : BHA (La phase de Production 6")	26
Tableau N°12 : Durées prévisionnelles	27
Tableau N°13 : Durées réelles	29

CHAPITRE III

Tableau N°14: Les activités de forage durant le coincement dans le bassin d'Oued Mya.....	34
Tableau N°15 : Activités opérationnelles pendant le coincement	36
Tableau N°16: Causes possibles lors de coincement dans quelques puits à Oued Mya	38
Tableau N°17 : Paramètres hydrauliques	39
Tableau N°18 : Paramètres mécaniques	39
Tableau N°19: Propriétés de fluide de forage	42
Tableau N°20: Les volumes de la boue dans le puits	43
Tableau N°21 : Garniture de forage utilisée avant le coincement	45
Tableau N°22: Indications de pertes détectées (observées)	47
Tableau N°23: Garniture de pose de bouchon de ciment	51
Tableau N°24: Préparation de ciment	51
Tableau N°25: Données de pompage de ciment	51
Tableau N°26: Propriétés des bouchons de ciment	51

CHAPITRE IV

Tableau N°27: Déroulement des opérations de 30/04/2013 jusqu'à 02/05/2013	64
Tableau N°28: La composition de la garniture de repêchages	69
Tableau N°29: Détermination du F.P.I	70
Tableau N°30: Coûts de la BHA perdu dans le puits	73
Tableau N°31: BHA Perdue	79
Tableau N°32: La composition du Side Track BHA	80

Liste des abréviations

RPM: Rotation par minute.
OD: Outside diameter.
ID: Interior diameter.
BHA: Bottom hole assembly.
WOB: Weight on bit.
PDC: polycrystalline diamond cutter.
DC: Drill collar.
DP: Drill pipe.
LMC: Lost matériel circulation.
CSG: Casing.
ROP: Rate of Penetration.
PDC: Poly cristalline Diamond Compact.
HWDP: Heavy weight drill pipe.
PR: Pression.
DLC: densité de laitier de ciment.
 V_L : Volume de laitier (m^3)
 m_c : La masse du ciment (kg)
 m_{eau} : La masse d'eau (kg)
 V_c : Volume de ciment (m^3)
 V_{eau} : Volume d'eau (m^3)
 d : Densité
 d_c : Densité de ciment
 d_{lc} : Densité de laitier
 T_{inj} : Temps d'injection (min)
 V_{sp} : Volume de spacer (m^3)
 Q_{inj} : Débit de pompage (l/min)
 $T_{cir\ inv}$: Temps de circulation inverse (min)
 $V_{l\ int\ tig}$: Volume de laitier a l'intérieure de tige (m^3)
 H_{MDS} : La cote sabot (m)
 H_{MDT} : La Profondeur de la phase (m)

Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumé	III
Liste des figures et des tableaux	VI
Liste des abréviations	V
Introduction	1

CHAPITRE I: Partie géologique

I.1.Présentation du bassin d'Oued Mya:	2
I.1.1 Généralité :	2
I.1.2.Cadre géologique du bassin d'Oued Mya :	3
I.1.3.Situation géographique d'Oued Mya :	6
I.2. Présentation du puits :	7
I.2.1.Itinéraire d'accès :	8
I.2.2.But du sondage :	9
I.2.3.Objectifs lors du forage :	9
I.2.4.Fiche technique du puits GEHE-1 :	9
I.2.5.La coupe lithologique du puits GEHE-1:.....	10
I.2.6.Problèmes et Conditions particulières de forage :	11

CHAPITRE II : Partie technique

II.1-Fiche technique de l'appareil SPEC151 :.....	12
II.2. Programme de forage du puits (<i>GEHE-1</i>):	14
II.3.1.Durées prévisionnelles :	27
II.3.2.Durées réelles :	29
II.3.3.Interprétation :	31

CHAPITRE III : Analyse et interprétation

Introduction :	32
III.1.Analyse de coincement dans le bassin d'Oued Mya :	32
III.2.Identification de coincement dans le puits GEHE-1:	38
III.2.1.Analyse de formations traversées	39
III.2.1.1. Les paramètres de forage :	39
III.2.2. Analyse des paramètres de boue :	42
III.3.Analyse des problèmes de la phase 12 ¼ :	45
III.3.1. Les problèmes rencontrés dans la phase 12 ^{1/4} :	45
III.3.2 Analyse de problèmes des pertes :	46
III.3.3 Traitement des pertes :	47
III.3.3.1 Pose des bouchons colmatants (LCM « lost circulation matériel ») :	49
III.3.3.2. Pose des bouchons de ciment :	50
III.3.3.2.1. Caractéristiques des laitiers destinés pour la pose du bouchon de ciment :	51
III.3.3.2.2. Calcul et analyse:	52

CHAPITRE IV : ETUDE DE CAS

IV.1.Introduction :	57
IV.2.L'objectif :	57
IV.3.Paramètres de forage lors du coincement :	58
IV.3.1.LA BHA :	58
IV.4.Identification du coincement :	58
IV.4.1.Nature de coincement :	58
IV.4.2.Circonstances du coincement	59
IV.4.3.Interprétation	61
IV.4.4.Coincement mécanique « Ciment tendre » :	61
IV.4.4.1. Cause :	61
IV.4.4.2. –Actions préventives :	61
IV.5. L'organigramme pour libérer la garniture coincée :	62
IV.6 Timing des opérations:	63
IV.7.Dévissage mécanique:	65
IV.7.1.Procédure de dévissage mécanique	65

IV.7.2. Déroulement de l'opération du back off	65
IV.7.2.1.Première tentative	65
IV.7.2.1.1.Reblocage de la garniture à droite	65
IV.7.2.1.2.Tension à appliquer pour le dévissage	66
IV.7.2.1.3.Dévissage de la garniture	67
IV.7.2. 2.Deuxième tentative	67
IV.7.2. 2.1.Dévissage de la garniture	67
IV.8.Déroulement de l'opération de repêchage	69
IV.9.Coûts économiques	72
IV.9.1.Paramètres de décisions	72
IV.10. Side Track	75
IV.10. 1.Introduction	75
IV.10. 2. Objectif	75
IV.10. 3. Plans de Side Track:	75
IV.10. 4. Procédure opérationnelle	77
IV.11.Proposition de Side Track avec le whipstock	81
IV.11.1.Le Sifflet déviateur (whipstock)	81
IV.11.2. Descente et mettre en place le Whipstock	81
Conclusion et recommandations	84
Bibliographie	i

INTRODUCTION

Le Forage Pétrolier a pour but d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol, susceptibles de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux, avec un prix de revient minimum, sans endommager le puits ni risquer son exploitation (production, injection). Lors de cette opération de forage plusieurs difficultés peuvent être rencontrées. Parmi les problèmes majeurs qui constituent un grand obstacle pour la poursuite du forage est celui des coincements de la garniture causés par la nature des terrains traversés, où par l'état des équipements utilisés, où par les mauvaises décisions de l'équipe de forage. Ces risques de coincement en générale conduisent à un arrêt de forage dont la durée est difficile à estimer. Cette perte de temps augmente le coût de forage et engendre des dépenses supplémentaires et inutiles. En outre les techniques utilisées lors des interventions sur les puits pour libérer la garniture, la vigilance est fortement demandée afin d'éviter ce genre de complication. Le choix adéquat de l'opération à entreprendre et la bonne décision sont les clefs de succès, elles permettent de gagner du temps et d'éviter tout usage prématuré ou perte de la garniture ce qui conduit à une rentabilité confortée de l'investissement du puits. C'est dans ce contexte que ce travail est entrepris. Il étudie les problèmes de coincements au niveau de la région du bassin " d'Oued Mya" et propose des remèdes à titre préventif, permettant la réduction maximale des pertes de temps et d'argent occasionnées par ce type de difficultés. Le diagnostic de l'opération de side truck dans le puits GEHE-1 est pris comme cas d'étude. Après avoir présenté la géologie du puits à étudié, un exposé sur l'analyse du mécanisme de coincements dans quelques puits voisins à Oued Mya de coin a été élaboré. Ainsi de trouver les causes qui ont provoqué ce problème. La contribution de ce travail consiste à évaluer le temps perdu causé par le coincement ainsi les pertes et le dommage de coût pour la société. Nous terminons notre analyse par la proposition des recommandations afin de remédier ce problème de coincements.

I.1. Présentation du bassin d'Oued Mya:

I .1.1.Généralités :

-Sur le vaste territoire Algérien on peut distinguer tous les éléments géotectoniques de l'écorce terrestre en allant du sud au nord c'est-à-dire du Hoggar jusqu'à la mer méditerranée ; on distingue :

-Les massifs précambriens du Hoggar et de l'Eglab.

-La plate-forme saharienne ancienne où le socle pré-cambrien est recouvert par une couverture paléozoïque et mésozoïque.

-La plate-forme épihercynienne, séparée de plate-forme pré-cambrienne par la flexure majeure Sud-Atlassique et constituée par une couverture sédimentaire, surtout mésozoïque et cénozoïque.

-L'avant fosse pré-tellienne.

-Les chaînes alpines de l'Atlas.

-Sur le territoire Algérien existe toute la gamme des éléments géotectoniques de l'écorce terrestre. C'est ce qui d'ailleurs avait permis la formation de provinces pétrolifères assez différentes, en fonction de la structure et de l'évolution tectonique vécue par ces éléments structuraux. Pour délimiter les provinces du territoire Algérien on se base sur les facteurs qui avaient joué un rôle décisif dans la formation et l'accumulation des hydrocarbures ce qui nous permet de classer les provinces pétrolifères de l'Algérie comme suit :

- Province d'Illizi.
- Province du Sahara Occidentale.
- Province du Sahara Nord Oriental.
- Province Benoud Melhrir et l'Atlas Saharien.
- Province Haut Plateaux Ain-M'lila.
- Province de l'avant Fosse Pré-tellienne.
- Province des zones géocynclinales (Sillon intra- montagneux).

La province du Sahara nord oriental souvent appelée (province triasique) est située dans la partie Nord Orientale du Sahara Algérien .Par sa superficie (310500 km²) elle est la plus grande province et par ses réserves la plus riche de l'Algérie. Elle est recouverte par les dunes

du grand erg occidental rendant l'accès très difficile pour les travaux d'exploration. La répartition stratigraphique des couches productives dans la province du Sahara nord oriental est composée des réservoirs triasiques et cambriens qui renferment les réserves pétrolifères essentielles. La couche triasique salifère (d'où la dénomination de «<<province triasique >>») qui sert de couverture fait l'unité de cette province.

Dans la moitié occidentale de cette province, les accumulations d'hydrocarbures découvertes à ce jour peuvent être regroupées en quatre ensembles :

- A l'Est, le gisement de Hassi Messaoud et ses périphéries.
- A l'Ouest, le gisement de Hassi R'mel.

Entre ces deux gisements géants, on distingue :

- La région d'Oued Noumer.
- L'axe de sillon d'Oued Mya.

I.1.2. Cadre géologique du bassin d'Oued Mya :

La dépression d'Oued Mya appartient à la plateforme saharienne, dont elle ne constitue qu'un sous bassin intracratonique, sa bordure Nord s'ennoie progressivement vers la flexure saharienne où l'existence d'un fossé très subsé au Mésozoïque donnera naissance à la chaîne péricratonique de l'Atlas saharien.

L'évolution de la dépression d'Oued Mya depuis le Cambrien comporte deux étapes majeures :

- 1) La sédimentation du Paléozoïque, pratiquement restreinte au Paléozoïque inférieur et sa structuration pré-hercynienne.
- 2) la création d'un bassin au Trias et son évolution au cours du Mésozoïque et du Tertiaire.

Ces deux étapes principales de l'histoire régionale conduisent à considérer deux mégacycles sédimentaires, paléozoïque et mésozoïque, classiquement séparés par la discordance hercynienne, avec la pérennité pendant tout le paléozoïque des zones hautes structurant la région. Dans la dépression d'Oued Mya, la série siluro-dévonienne a été partiellement préservée de l'érosion entre les môles de Telemzane et de Dahar situés au Nord et le môle d'El Agreb-Hassi Messaoud situés à l'Est, déjà érodés jusqu'à l'Ordovicien. Cette dépression

Correspond à une structure de type «synclinal » entre les dômes de HassiR'Mel et Hassi Messaoud.

L'intérêt pétrolier majeur du bassin est lié à la présence des réservoirs du trias, toute fois la compréhension des résultats pétroliers obtenus à ce jour et des guides pour l'exploitation doivent être recherchés dans l'évolution paléozoïque de ce bassin.

La dépression d'Oued Mya est en effet caractérisée par la présence d'une série paléozoïque résiduelle renfermant les argiles radioactives d'âge silurien, très riches en matière organique et bien développées qui constituent la roche mère principale, malheureusement érodée sur de vastes secteurs de la région. Cette série est recouverte par une puissante série mésozoïque comprenant à sa base les principaux réservoirs du bassin et leur couverture salifère (trias-lias)

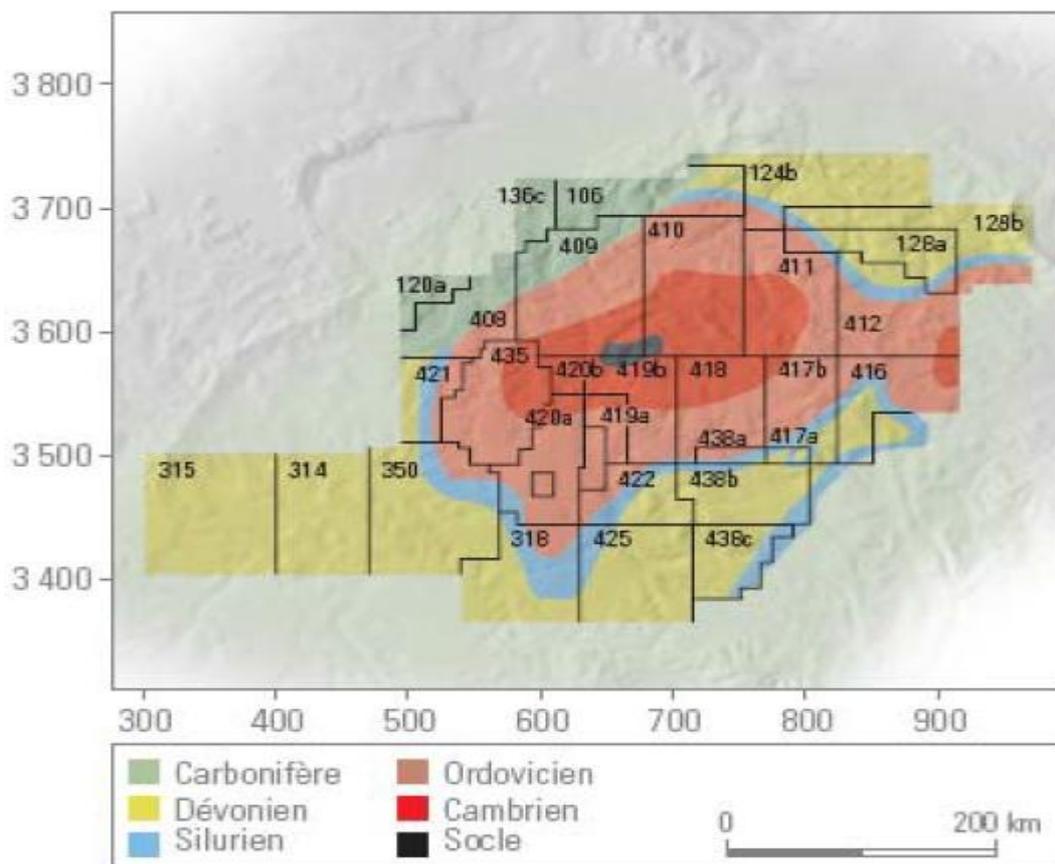


Fig.1 : Bassin d'Oued Mya, écorché à la discordance hercynienne

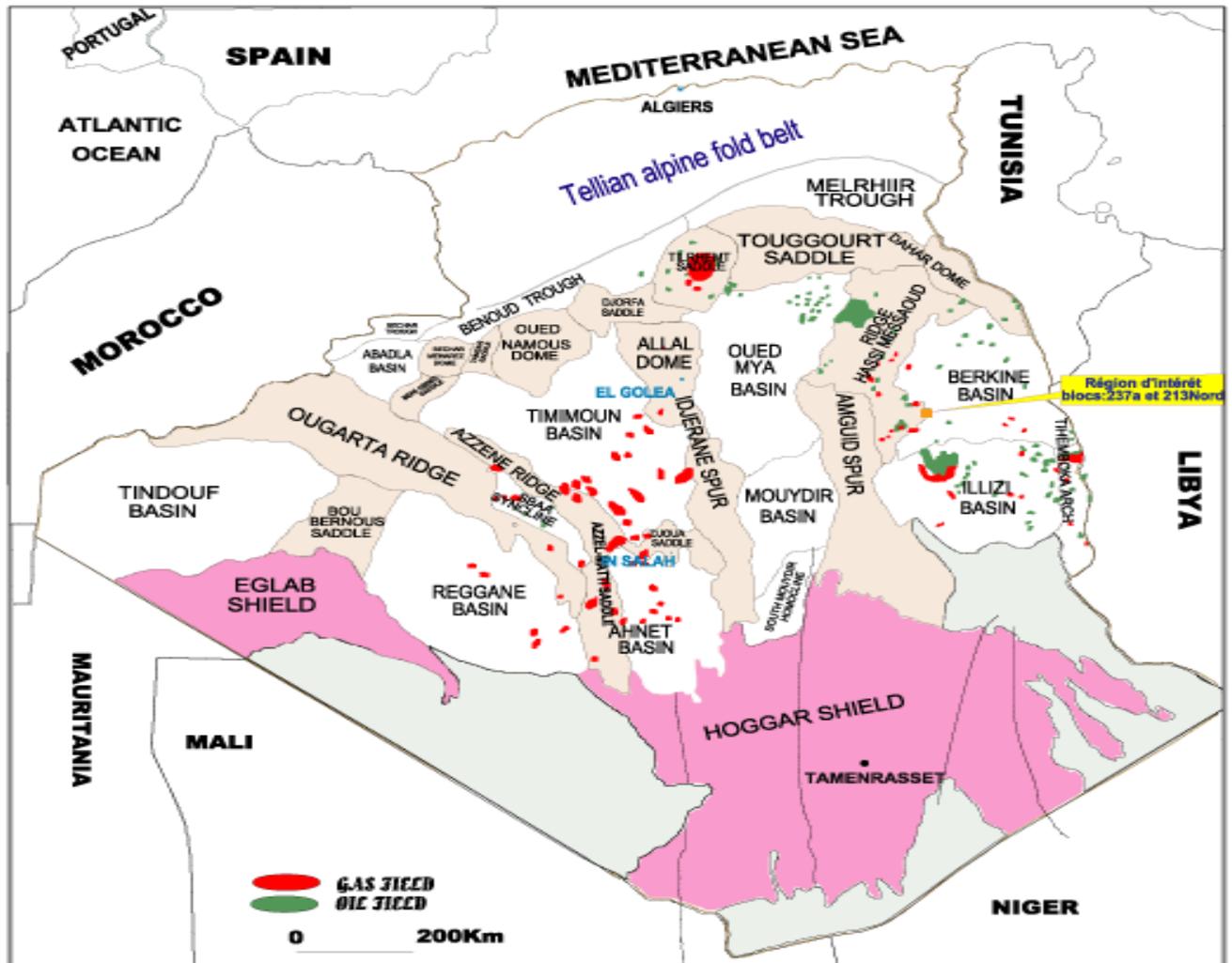


Fig.2 : Situation géologique du bassin d'Oued Mya

I.1.3. Situation géographique d'Oued Mya :

Oued Mya est un bassin de la plate-forme saharienne, correspondant à la partie occidentale de la province triasique, elle est limitée au nord par les permis Talémazène et Touggourt, à l'est par le champ de Hassi Messaoud, au nord-ouest par le champ de HassiR'mel, et au sud elle est ouverte sur la dépression de Mouydir. Les limites géographiques se présentent comme les meilleurs repères :

Les parallèles 31°15' et 33°00' limitent respectivement ensembles au sud et au nord, et les méridiens 6°15' et 3°30' limitent à l'est et à l'ouest.

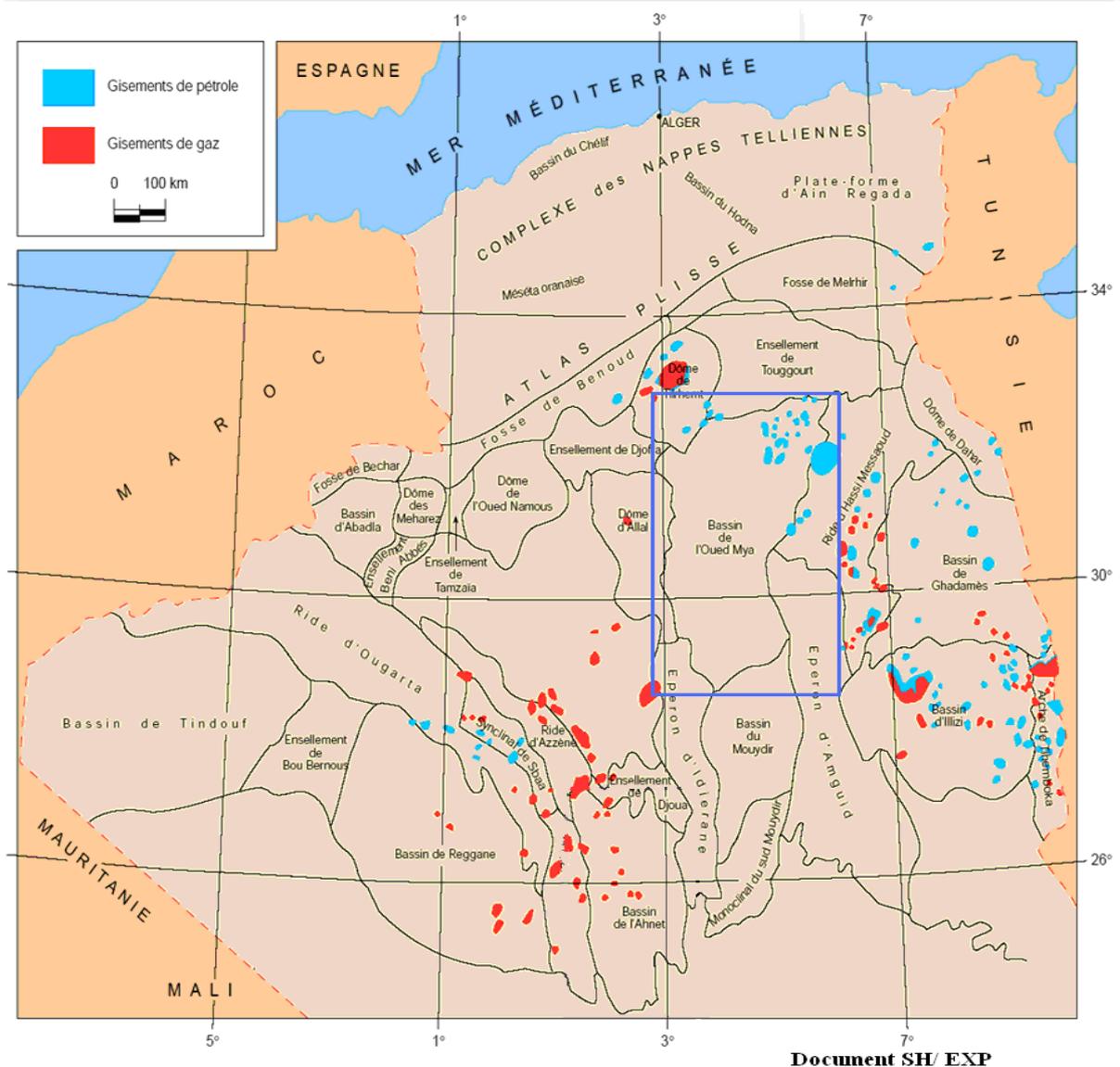


Fig.3

I.2. Présentation du puits :

Le puits GUERN ECH CHIKH EST-1 (GEHE-1) est un puits d'exploration situé dans le bloc 350a du champ d'OUED MYA.

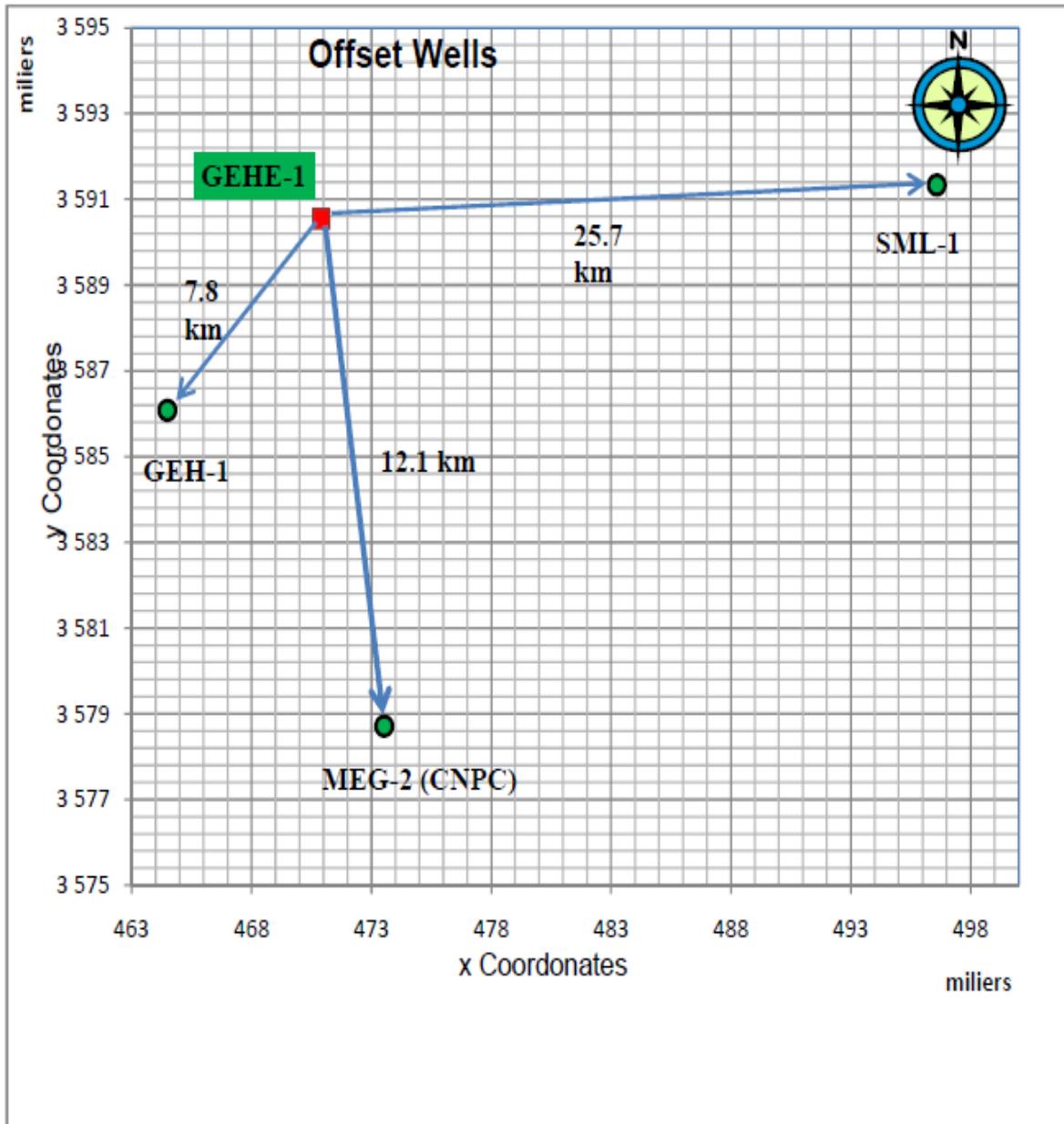


Fig .4 : situation du puits GEHE-1 par rapport au puits avoisinants

I.2.1. Itinéraire d'accès :

À partir de HASSI MESSAOUD :

-De HASSI MESSAOUD prendre la route nationale environ 250 km jusqu'à OUARGLA, Puis tourner à droite sur la route de METLILI pour une distance de 22 km puis suivre la route de BRIZINA pour une distance de 100km, puis tourner à gauche sur la piste MG-2 pour une distance de 4 km. Après la traversée de la rivière aller tous droit 60m vers le puits GEHE-1.

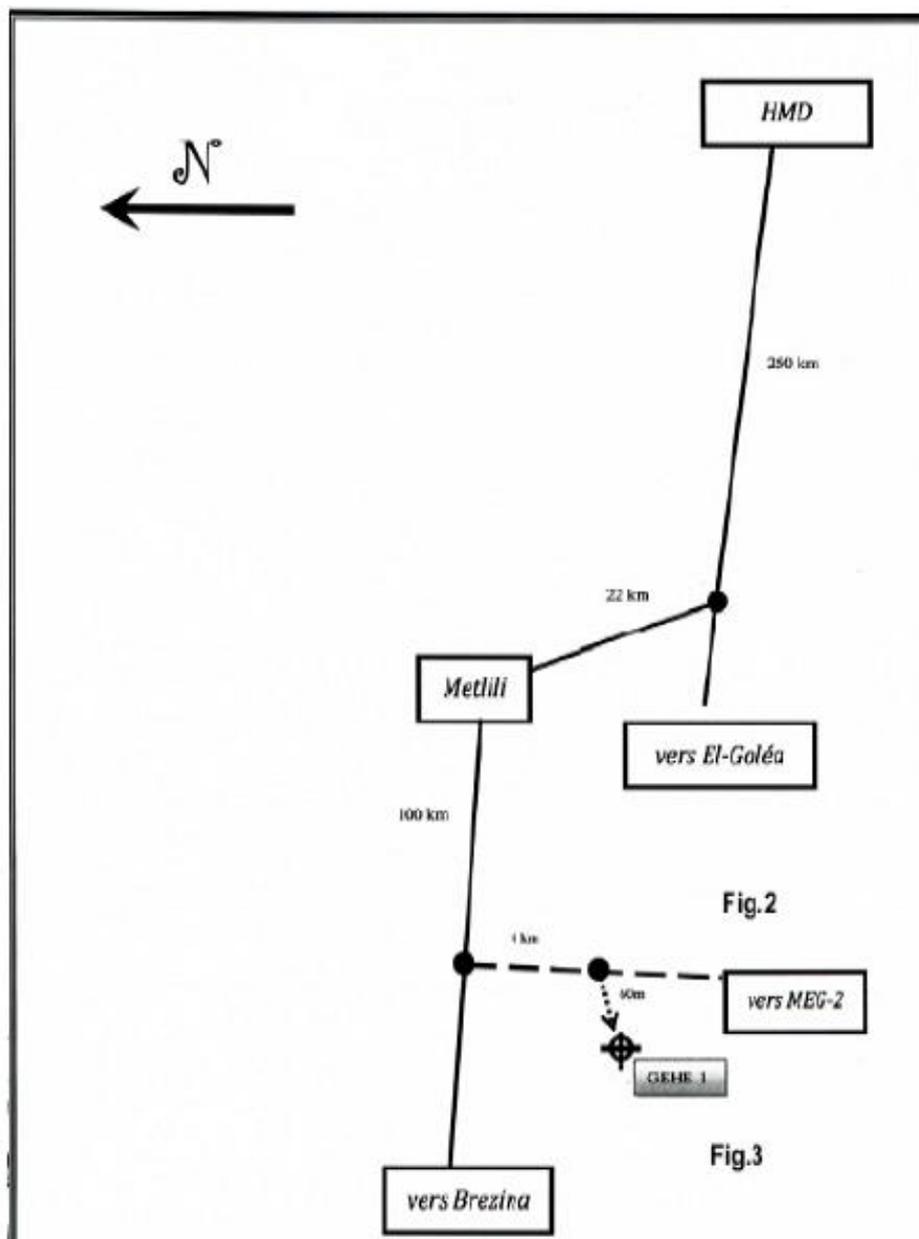


Fig .5: Schéma synoptique du prospect GEHE-1

I.2.2. But du sondage:

Le puits GEHE-1 a pour but de l'exploration des réservoirs Seigénien et Gédinien et Dalle de M'Kratta de la partie située sur la partie Sud-ouest du champ d'Oued Mya.

I.2.3. Objectifs lors du forage:

1. Exécuter le puits sans accidents.
2. Délivrer un puits permettant d'évaluer les potentiels des réservoirs afin de fournir des données correctes pour la calibration des modèles et de fournir les éléments de base de décision d'exploitation du champ.
3. Livrer un puits de qualité, conforme aux objectifs précédents, dans les délais et les coûts impartis et dépassant les meilleures performances réalisées;
4. Assurer une excellente planification pour permettre aux équipements et au personnel d'être disponible et prêt.

I.2.4. Fiche technique du puits GEHE-1 :

Puits	GUERN ECHEIKH EST-1 (GEHE-1)	
Wilaya	Ghardaïa	
Bassin	Oued Mya	
Bloc	350a	
Coordonnées UTM N° Fuseau	X: 470 903.37 m	32
	Y: 3 590 547.071 m	
Altitude (Zsol)	Zsol= 634.988m	Zt= 645.508m
Profil	Vertical	
Type de puits	Exploration	
Objectif pétroliers principaux	Seigénien	a 1987m
	Gédinien	a 2132m
Profondeur finale prévue	2410m	
Formation d'arrêt de forage	(Argiles Micro-conglomératiques)	
Durée de forage estimée	75.7 jours	
Appareil de forage (opérateur)	SINOPEC151	

Tableau N°01

I.2.5. La coupe lithologique du puits GEHE-1 :

SONATRACH/AMT Division EXPLORATION		PREVISIONS STRATIGRAPHIQUE DE FORAGE Guern Ech Cheikh Est -1 (GEHE-1) FIG.9				SINOPEC 151			
COORDONNEES Géographiques: X=02° 43' 26" E Y=32° 27' 15" N UTM (Fuseau 31) : X=470 903 Y=3 590 547 Zs = 634,988m Zt= 645,488 m									
PREVISIONS GEOLOGIQUES				PROGRAMMES					
AGE	Profond(m)/RT	ETAGE	STRATIGR	LITHOLOGIE	Epais. (m)	Carotte test	Tubage Cimentation	BOUE	DIAGRAPHIES
TERtiaire	10	Mio-Pliocène		Grès fin à moy et silt ciment argilo-carbonaté	103	26" X 18 1/4" 87.6# M65 BTC		WBM :1,05	
CRETACE	103	Cénonanien		Dolomies dures passant à dolomie- calcaire	9	107m 17 1/2" X 13 3/4" 54.5# J65 BTC	504m	BOUE KCL-Poly: 1,10-1,15 sg	
	112	Albien		Grès fins à moyens argileux à intercalations d'argile plastique et de sable grossier à la base.	184				
	296	Aptien		Argile dolomitique et dolomie	28				
	324	Barremien		Sable fin à moyen avec passées d'argile et dolomies gresseuse	150				
CENOSOIQUE	484	Méocomien		Argiles pâteuse et passées de calcaire, grès et dolomie	140	12 1/2" X 9" 5/8 47# P110 BTC		BOUE OBM: 1,05-1,10 sg	BHC-EMS-TLD-GR CBL-VDL-GR-CCL du casing 13"3/8
	624	Malm		Argile plastique + dolomie +anhydrite+ grs +calcaire, trace de lignite et pyrite	296				
	920	DOGGER	Argileux	Argile indurée gréseuse passées de dolomie trace de lignite et pyrite	218				
	1138		Lagunaire	Calcaires passées et fine passées dolomitiques, trace lignite et pyrite	224				
	1362	Lias marneux	Marnes tendre feuilletée, passées d'argiles carbonatés et calcaires	30					
	1392	Lias carbonaté	Dolomie calcaire marneux dur	70					
JURASSIQUE	1462	LIAS	Lias anhydritique	Dolomie passées de calcaire marneux dur et d'anhydrite	59	1502m			
	1521		Lias salifère	Dolomie calcaire marneux dur et d'anhydrite	22				
	1543		Horizon B	Argile dolomitique à intercalations dolomie et anhyd.	23				
TRIAS	1566	TRIAS	Salifère S1+S2	Anhydrite massive, fines passées d'argile et sel massif à la base avec passées d'argile	160	8 1/2" X 7" 29# P110 NVAM	TOL @ 1832m	BOUE OBM: 1,15-1,20 sg	BHC-EMS-TLD-GR CBL-VDL-GR-CCL du casing 9"5/8
	1726		salifère S3	Sel massif translucide et passées d'argiles présence d'anhydrite et dolomie	219				
	1945		Argileux superieur	Argile plastique, salifère et dolomie dure	10				
	1955		D2	Dolomie calcaire	5				
ORD.	2160		S4	Sel massif translucide et passées d'argiles présence d'anhydrite et dolomie	27	1982m			
D.év. Inf.	1987	D.év. Inf.	Siegésien	Grès blanc à gris silico-argileux et Argile grise, silteuse	145	6" X Liner 4 1/2" 13.5# N88 NVAM		BOUE OBM: 1,49 -1,51sg	AIT-MSIP (P&S)-EMS-GR LDT-CNL-NGS IBC-CBL-VDL-GR-CCL du casing 7" UBI-OBMI-GR (optionnel) XPT-GR (optionnel) MRX-GR (optionnel) VSP
	2132		Gédinnien	Argile gris foncée silteuse avec passées de grès	115				
SIL.	2247	Silurien		Argile noire charbonneuse feuilletée fossilifère avec passées de grès	98				
ORD.	2345	ORD.	Dallo de M'kratta	Siltstone et grès quartzitique avec passées d'argile silteuse	30				
	2375		Argiles Micro.	Argile gris noire silteuse microconglomératique	35				
TD	2410					2410m			

Fig. 6

I.2.6.Problèmes et Conditions particulières de forage :**➤ Phase 26'' :**

- Possibilité de communication entre les trous de service si le tube guide est mal positionné.
- Pertes de circulation (pertes partielles –pertes totale).
- Coincement en cours de descente.
- Risque de bourrage d'outil, ce qui empêche la pénétration de l'outil et réduit le ROP.

➤ Phase 17^{1/2}'' :

- Risque de venues ou de pertes dans l'Albien.
- Coincement en cours de descente du tubage 13^{3/8}''.
- Risque d'étroitement de trou.

➤ Phase 12^{1/4}'' :

- Risque de Perte dans le Lias Carbonaté.
- Coincement en cours de Remontée.

➤ Phase 8^{1/2}'' :

- Risque de venue dans l'horizon B aquifère.
- Le choix de la côte de sabot de tubage 7'' est critique, si on continue de forer au dessous de Trias S4 il sera un grand risque de perte pendant le forage et pendant la cimentation.

➤ Phase 6'' :

- Les réservoirs potentiels peuvent être soumis à une pression supérieure due au poids de la boue.
- Risque de venue au niveau des formations grés/carbonatée.
- instabilité des parois de puits au niveau de Silt/grés formations peut causer le coincement de la garniture.

II.1-Fiche technique de l'appareil SPEC151 :

RIG SPEC151

***Rig Type: ZJ70D**

- **Manufacturer / Year:**
BOMCO,China / 2006.
- **Rating: 6000m with 5" DP, 7000m with 4 1/2"DP.**
- **DF elevation / Area: 10.5m / 13.935m×13m.**
- **Setback capacity: 4 1/2" DP 250 stds, 9 1/2" DC 4 stds, 8" DC 6 stds.**
- **Weight: 167800 Kg.**

***Derrick:**

- **MAKE: BOMCO.**
- **TYPE: PYRAMID.**
- **Available Height: 45.5m.**
- **Monkey Board Height: 24.5m, 25.5m, 26.5m.**
- **Weight: 105000 Kg.**

***Substructure :**

- **Make: BOMCO.**
- **Type: Swing lift.**
- **DF elevation / Area: 10.5m / 13.935m×13m.**
- **Net Height under DF: 9m.**
- **Setback capacity: 4 1/2" DP 250 stds, 9 1/2" DC 4 stds, 8" DC 6 stds.**
- **Weight: 167800 Kg.**

*** Mud Condition Equipment:**

- **Shale Shakers: Derrick ×3 (FLC 2000) Screen (41.125" x 27.5").**
- **Desander: Derrick 10" ×2 Cone.**
- **Desilter / Mud Cleaner: Derrick 4" ×20 Cone.**
- **Vacuum Degasser : ZCQ360-360 (360m³/h, 860r/min).**
- **Centrifuge: Cang Zhou.**

***Mud circulating system:**

- **Trip tank: 12m³.**
- **Shaker tank: 21m³.**
- **Active tank: 210m³.**
- **Pill tank: 8m³.**
- **Suction tank: 48m³.**
- **Hopper tank: 11m³.**
- **Reserve tank: 120m³.**
- **Water tank: 210m³.**

***ROTARY TABLE :**

- **Model: ZP-375.**
- **Opening / Capacity: 37 1/2" / 4500 KN.**
- **Weight: 7970 Kg.**

***SWIVEL:**

- **MAKE AND TYPE: SL450-5 (LanZhou).**
- **Max Dead Load: 4500 KN TONS.**
- **Weight: 3060 Kg.**

***DRAWWORKS: JC70D**

- Horsepower Rating: 2000 hp (1470 KW).
- Drilling line size: 1 1/2".
- Drum Size (D×L): Ø770×1310mm.
- Brake Disc Size: (OD×T):Ø1650×76mm.
- Main / Auxiliary Brake: Hydraulic Disc Brake / EMB.
- Weight: 45375 Kg.

***Electromagnetic Brake:**

- Type: DWS70.
- Made: ShenTong, ShangHai.
- Weight: 11000 Kg.

***HOOK:**

- MAKE and type: DG-450 (LanZhou).
- Max HKLD: 4500 KN.
- Weight: 3200 Kg.

***DRILLING LINE :**

- SIZE AND LENGTH: 1”3/8*7500 FEET (IPS-IWRC) 6*19.

***MUD PUMPS:**

- MAKE and type: (BOMCO) F1600.
- QUANTITY: 02.
- Rated Horsepower: 1600 hp (1193KW).
- Rated Stroke: 120 r/min.
- Stroke Length: 12" (305mm).
- Weight: 25400 Kg.

***Choke/Kill Manifold:**

- Jinhu Petroleum JG/Y70M (10M and 5M).

*** TOP Drive:**

- Manufacturer: Varco Company.
- Load Rating: 500 t.
- Max Continuous Torque/Speed: 37500ft·lb (800hp).
- Torque at max. Speed: 55000ft·lb.
- Speed at max.Torque: 0-228 rpm.
- Weight: 27000lb.

***BOP'S:**

- Make: Yancheng,China / RS.
- Annular: FH53-21 (20 3/4"*3M-Shared) , FH35-35 (13 5/8"*5M).
- Double Rams: 2FZ35-70 (13 5/8"*10M) , 2FZ53-21*1(20 3/4"*3M-Shared).
- -Single Ram: FZ35-70 (13 5/8"*10M)-Shared.

***CROWN BLOCK:**

- MODEL: TC450-7.
- Rated Capacity: 4500 KN.
- Sheaves Number/OD: 7/Ø1524mm.
- Weight: 11000 Kg.

***TRAVELING BLOCK:**

- MODEL: YC-450.
- CAPACITY: 4500 KN.
- Sheaves Number/OD: 6 / Ø1524mm.

*** Accumulator Unit:**

- MAKE and type: Shanghai, ShenKai FKQ800-7.
- Total Volume: 40L×20.
- Effective reservoir capacity: 1800L.
- Working Pressure: 21MPa.

II.2. Programme de forage du puits (GEHE-1):

II.2.1. Programme outil :

-Les facteurs à prendre en considération lors de la sélection des outils pour un puits. Ces facteurs sont :

- la vitesse de rotation de l’outil RPM.
- le poids sur l’outil WOB.
- la tendance de l’outil à s’écarter de l’axe du puits (walk tendency).
- le nettoyage du front de taille.
- la pilotabilité de l’outil (steerability).

Bit size	Formation	Start	End	Length	BHA	Primary Bit Type Nozzles TFA	WOB	Back-up Bits
							RPM Flow Rate	
26"	MIO- PLIOCENE TO CENOMANIEN	00	107	107	Packed	ER1GJ-rr 3*18+1*16 0.995 in2	0-15t 60-80 RPM 1000-2500 lpm	ER24JMRS-rr
							15-25T 100-120 RPM 3200 LPM	
17½"	CRETACE (Neocomien)	107	504	397	Packed	CR14JMRS 4*16 0.785 in2	10-25t 100-120 RPM 2800 lpm	RC436 MILL TOOTH
12¾"	CRETACE JURASSIC (Lias Anhydrit)	504	1502	998	Packed	VTD813DGX-rr 8*13/32" 1.037 in2	10-20t 100-160 RPM 2600-2800 lpm	FX94- rr MILL TOOTH
8½"	JURASSIC TRIAS (TRIAS S4)	1502	1982	480	packed	VTD613DGX-rr 6*14/32" 0.902 in2	10-20 t 100-180 RPM 1600-1800 lpm	FX66-rr MILL TOOTH
6"	TRIAS ORDOVICIAN	1982	2410	428	Packed	Q407FX (NEW) 3*14/32" 0.451 in2 IQ610D(NEW) CORING CORPRO/SINOPEC	4-8 t 100-120 rpm 500-600 lpm	VTD909DGX rr HHD372G8-rr EQH20DR Mill tooth 3"3/4 ETD4DMRS'

Tableau N°02

Dans la figure ci-dessous l’outil utilisé est un outil tricône cet outil est utilisé pour les terrains tendres. Leurs dents sont longues et espacées pour bien pénétrer dans la roche et arracher de grands fragments.

<p>26" (660.4 mm) IADC Code: 515</p> 	SERIE	ER24JMS
	Seal type	HSN O-Ring
	Hydraulic Design	3 Nozzles with snap rings and centerjet
	Pin conection	7^{5/8}" API Regular
	Make-up Torque	34000-40000 ft.lb; 46098-54233N.m
	Weight	1625kg;(739 kg)

Fig.7: Outil utilisé pour la Phase 26"

Dans la figure ci-dessous l’outil est utilisé pour la 2ème phase car ce genre d’outils sont Utilisés pour des terrains durs, Dans ces terrains la grande résistance à la compression de la roche provoque la rupture des dents. Pour éviter cela, on utilise des outils munis d'un grand nombre de dents solides, petites et rapprochées, avec un faible décalage entre les axes des molettes et celui de l’outil.

	SERIE	EBXT3GRC
	Total tooth Count	8
	Offset (1/16)''	6
	Pin connection	7⁵/₈'' API Regular
	Make-up Torque	34000-40000 ft.lb; 46098-54233N.m
	Weight	578lb;(262 kg)

Fig.8: Outil utilisé pour la Phase 17^{1/2}''

La décision de forer au diamant doit reposer sur une analyse de coût. Certaines situations en forage suggèrent l'utilisation économique d'un outil diamant :

-Lorsque la durée de vie des outils à molettes est très courte du fait de l'usure des roulements ou de dents, ou de la cassure des dents.

-Lorsque la vitesse d'avancement est très faible (1.5 m/hou moins), à cause d'une densité de boue élevée, ou d'une puissance hydraulique insuffisante de l'appareil de forage.

-En diamètre six pouces ou moins, où la durée de vie des outils à molettes est limitée.

-Quand le poids sur l'outil est limité.

Donc c'est pour ça qu'on a utilisé les outils a diamants dans les phases : 12^{1/4}'' ,8^{1/2}'' ,6'' ; car l'outil PDC au niveau de ces phases assure un meilleur avancement et plus rentable que l'outil à molettes.



Fig.9 : outil utilisé pour la Phase 12^{1/4}''

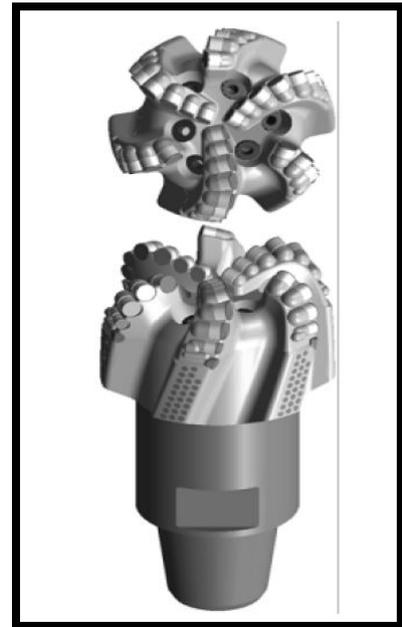


Fig.10 : outil utilisé pour la Phase 8^{1/2}''

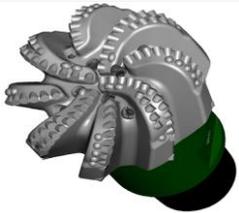
Bit	TYPE PDC 6'' (pouce)	
Intervalle to	± 428 m	
Formations	Argileux supérieur, D2, S4.Siegénien, Gédinnien,Silurien,Dalle de M'Kratta	
SERIE	VTD909DGX	
Nozzles	3 X 14/32''	
Débit (l/min)	500-600	
WOB	4-8 Tonne	
RPM	100 – 120	

Fig.11: Outil utilisé pour la Phase 6''

II.2.2. Programme de Boue :

Hole size	26''	17 ^{1/2} ''	12 ^{1/4} ''	8 ^{1/2} ''	6''
Interval Depth	0-107	107-504	504-1502	1502-1982	1982-2410
Interval Length	107	397	998	480	428
Casing Size	18 ^{5/8} ''	13 ^{3/8} ''	9 ^{5/8} ''	7''	Liner 4 ^{1/2} ''
Mud Type	Spud mud	KCL-polymer	Non Damaging Avoil DS.IE.70	Non Damaging Avoil DS.IE.85	Non Damaging Avoil DS.IE.90
Mud weight	1.05	1.10-1.15	1.05-1.10	1.15-1.20	1.49-1.51
Yeild Point	50	18-24	16-18	12-14	12
Ratio Oil/Water	-	-	70/30-85/15	85/15-90/10	90/10
HPHT filtrat	-	-	<10	<6	<4
API filtrat	<20	<5	-	-	-
PH	10-12	9.5-10	-	-	-
Electric stability	-	-	>600	>1000	>1000
LGS	<5	<5	<5	<5	<5
MBT(kg/m ³)	80-100	30-35	-	-	-

Tableau N°03

II.2.3. Programme de tubage:

Longueur (m)	Toit (m)	Φ (in)	Poids unitaire (lb/ft)	Grade	Connexion	ID (in)	Capacité (l/m)	Facteurs de sécurité			
								Eclatement	Ecrasement	Tension	Triaxial
107	0	18 ^{5/8}	87,5	K55	BTC	17,755	159,74	2,25	5,02	5,70	2,90
504	0	13 ^{3/8}	54,5	K55	BTC	12,615	80,64	1,68	2,63	4,05	2,09
1502	0	9 ^{5/8}	47,0	P110	BTC	8,681	38,19	3,05	3,34	4,95	3,77
1982	0	7	29,0	P110	NVAM	6,184	19,38	2,55	2,64	3,54	3,07
2410	1832	4 ^{1/2}	13,5	P110	NVAM	3,920	7,79	1,86	1,60	2,49	1,95

Tableau N°04

II.2.4.La configuration et le test du BOP :

Section	Wellhead	Working Pressure (psi)	Test Pressure (psi)
18 ⁵ / ₈ X 17 ¹ / ₂	20-3/4" Annular	2000	1350
	20-3/4" Mud Cross with	3000	1350
	Choke & 2" Kill Lines/Valves		
	Choke Manifold		
	Casing Head Housing 20"3/4 3M x 18 ⁵ / ₈	3000	375
13 ⁵ / ₈ X 12 ¹ / ₄	13-5/8" BOP Annular	5000	250/3000
	Pipe and Variable Rams	5000	250/3000
	Blind Rams	5000	NA
	13-5/8" Mud Cross with	5000	3000
	Choke & 2" Kill Lines/Valves		
	Choke Manifold		
	Casing Head Housing 13 ⁵ / ₈ x 13 ⁵ / ₈ 3M	5000	675
9 ⁵ / ₈ x 8 ¹ / ₂	13 ⁵ / ₈ 5K BOP Annular	5000	250/3000
	Pipe and Variable Rams	5000	250/3000
	Blind Rams	5000	NA
	11" Mud Cross with	5000	3000
	Choke & 2" Kill Lines/Valves		
	Choke Manifold		
	Casing Head Spool 13-5/8" 3M x 11" 5M	5000	3000
7" x 6"	11"5M BOP Annular	5000	250/5000
	Pipe and Variable Rams	5000	250/5000
	Blind Rams	5000	NA
	11" Mud Cross with	5000	5000
	Choke & 2" Kill Lines/Valves		
	Choke Manifold		

Tableau N° 05

II.2.5. Programme de ciment :

Casing	Shoe Depth (m)	Estimated BHST °C	Cement density	Volume	Simulated ECD
18 ⁵ / ₈	107	25-40	Tail - 1.90sg to surface	Tail - 100% OH excess	NA
13 ³ / ₈	504	56-60	Lead - 1.32sg light from top Barremien to surface Tail - 1.90sg f/bottom to top Barremien	Lead - caliper + 35% Tail - caliper + 25%	1.54/ 1.65sg
9 ⁵ / ₈	1502	90-100	Lead - 1.25sg light from 1302m to 200m inside 13 ³ / ₈ " Tail - 1.90sg f/bottom to 1302m	Lead - caliper + 15% Tail - caliper + 10%	1.26/ 1.38sg
7" casing	1982	115-120	Lead - 1.35sg light from 1782m to 200m inside 9 ⁵ / ₈ " Tail - 1.90sg f/bottom to 1782m	Lead - caliper + 35% Tail - caliper + 25%	1.39/1.45 sg
4 ¹ / ₂ Liner	1832-2410	130-150	Single stage - 1.90sg to top of liner	Caliper + 100%	1.62 / 1.68sg

Tableau N°06

II.2.6.La 1 ère phase 26" Hole x 18" 5/8 Casing :

II.2.6.1.L' Objectif de cette section :

- L'objectif principal est d'isoler les formations fragiles de surface et installer le 20 3/4" 3K BOP's pour forer la section de 16'.
- Le tubage 18 5/8" doit être posé approximativement 4m dans le Cénomaniens.
- maintenir l'inclinaison de puits < 1°.

II.2.6.2 BHA :

Section Type	Nbr of Joints	OD (in)	ID (in)	Length(m)	Weight (kg/m)	Bouy Weight (t)	Cuml Bouy Weight (t)	Cuml length(m)
XO	1	8,000	2,810	1,00	223,11	0,19	22,90	101,01
Drill Collar	7	8,000	2,810	64,05	223,11	12,38	22,70	100,01
X/O	1	9,500	3,000	1,00	323,11	0,28	10,33	35,96
Drill Collar	2	9,500	3,000	18,00	323,11	5,04	10,05	34,96
Stabilizer 25" 15/16	1	9,500	3,000	2,40	403,88	0,84	5,01	16,96
Drill Collar	1	9,500	3,000	9,10	323,11	2,55	4,17	14,56
Shock Sub	1	9,500	3,000	4,00	323,11	1,12	1,62	5,46
Bit Sub	1	9,500	3,000	0,90	323,11	0,25	0,50	1,46
Tricone Bit	1	26,000	3,500	0,56	NA	0,25	0,25	0,56

Mud Weight sg = 1.05

Bouyance = 0.866

Tableau N°07

II.2.7 La 2^{ème} phase 17" Hole x 13^{3/8}" Casing :

II.2.7.1. L'Objectif de cette section :

- L'objectif principal de cette section est d'isoler la formation aquifère (Albien).
- TD est approximativement 20 m dans le Néocomien.

II.2.7.2. BHA :

Section Type	Nbr of Joints	OD (in)	ID (in)	Length (m)	Weight (kg/m)	Bouy Wt (t)	Cuml Bouy Wt (t)	Cuml Length (m)
Drill Pipe	28	5,000	4,280	256,36	32,62	7,19	50,43	504,00
Heavy Weight	6	5,000	3,000	54,00	73,40	3,41	43,23	247,64
XO	1	8,000	2,810	1,00	223,11	0,19	39,83	193,64
Drill Collar	2	8,000	2,810	18,00	223,11	3,45	39,63	192,64
Drilling Jar	1	8,000	2,810	9,20	223,11	1,76	36,18	174,64
Drill Collar	15	8,000	2,810	135,00	223,11	25,90	34,42	165,44
XO	1	9,500	3,000	1,00	323,11	0,28	8,52	30,44
Drill Collar	1	9,500	3,000	9,00	323,11	2,50	8,24	29,44
Stabilizer 17-7/16"	1	9,500	3,000	2,40	323,11	0,67	5,74	20,44
Drill Collar	1	9,500	3,000	9,00	323,11	2,50	5,07	18,04
Stabilizer 17-7/16"	1	9,500	3,000	2,40	323,11	0,67	2,57	9,04
Short drill Collar	1	9,500	3,000	4,00	323,11	1,11	1,91	6,64
NB Stabilizer 17-7/16"	1	9,500	3,000	2,40	323,11	0,67	0,79	2,64
Bit	1	17,500	3,500	0,24	NA	0,13	0,13	0,24

Mud Weight sg = 1.10

Bouyance = 0.860

Tableau N°08

II.2.8.La 3ème phase 12^{1/4}” Hole x 19^{5/8}” Casing:

II.2.8.1.L’Objectif de cette section :

- L’objectif principal de cette section est d’isoler les formations à basse pression avant de pénétrer les formations à haute pression (Lias).
- Le tubage 9^{5/8}” doit être posé approximativement 40 m dans le Lias Anhydritique.

II.2.8.2.BHA :

Section Type	Nbr of Joints	OD (in)	ID (in)	Length (m)	Weight (kg/m)	Bouy Wt (t)	Cuml Bouy Wt (t)	Cuml Length (m)
Drill Pipe	139	5,000	4,280	1253,49	32,62	35,42	78,97	1502,00
Heavy Weight	6	5,000	3,000	54,00	73,40	3,43	43,55	248,51
XO	1	8,000	2,810	1,00	223,11	0,19	40,12	194,51
Drill Collar	2	8,000	2,810	18,00	223,11	3,48	39,93	193,51
Drilling Jar	1	8,000	2,810	9,20	223,11	1,78	36,45	175,51
Drill Collar	15	8,000	2,810	135,00	223,11	26,09	34,67	166,31
XO	1	9,500	3,000	1,00	323,11	0,28	8,58	31,31
Drill Collar	1	9,500	3,000	9,00	323,11	2,52	8,30	30,31
Stabilizer 12-3/16”	1	9,500	3,000	2,40	323,11	0,67	5,78	21,31
Drill Collar	1	9,500	3,000	9,00	323,11	2,52	5,11	18,91
Stabilizer 12-3/16”	1	9,500	3,000	2,40	323,11	0,67	2,59	9,91
Short drill Collar	1	9,500	3,000	4,00	323,11	1,12	1,92	7,51
NB Stabilizer 12-3/16”	1	9,500	3,000	2,40	323,11	0,67	0,80	3,51
Bit	1	12,250	3,500	0,24	NA	0,13	0,13	1,11

Mud Weight sg = 1.05 Bouyance = 0.860

Tableau N°09

II.2.8.3. Bop et tête de puits installés :

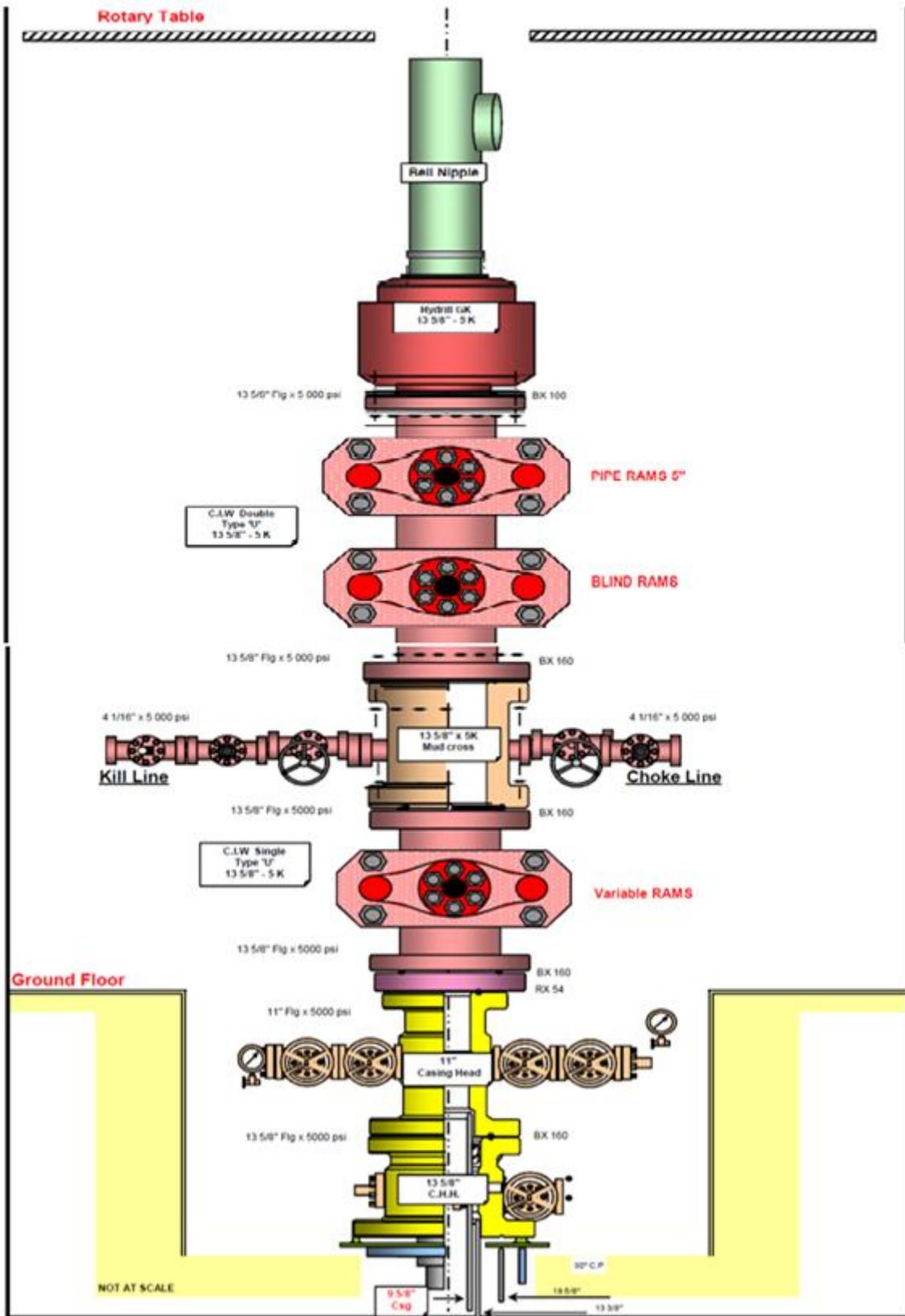


Fig.12: BOP et tête de puits installés pour la phase 12 1/4"

II.2.9.La 4ème phase 8½"Hole x 7"Casing :

II.2.9.1.L'Objectif de cette section :

- L'objectif principal de cette section est de couvrir les formations de Lias et Trias avant de pénétrer le réservoir (Siegénien).
- Le tubage 7" doit être posé approximativement 5-7 m au dessus de réservoir (Siegénien).

II.2.9.2.BHA :

Section Type	Nbr of Joints	OD (in)	ID (in)	Length (m)	Weight (kg/m)	Bouy Wt (t)	Cuml Bouy Wt (t)	Cuml Length (m)
Drill Pipe 19.50# G	192	5,000	4,280	1726,75	32,62	41,62	66,54	1982,00
Heavy Weight	6	5,000	3,000	54,00	73,40	2,93	24,93	255,25
XO	1	6,500	2,250	1,00	147,88	0,11	22,00	201,25
Drill Collar	2	6,500	2,250	18,00	147,88	1,97	21,89	200,25
Drilling Jar	1	6,500	2,250	9,20	147,88	1,01	19,93	182,25
Drill Collar	17	6,500	2,250	153,00	147,88	16,72	18,92	173,05
Stabilizer 8-7/16"	1	6,500	2,250	2,40	147,88	0,26	2,20	20,05
Drill Collar	1	6,500	2,250	9,00	147,88	0,98	1,94	17,65
Stabilizer 8-7/16"	1	6,500	2,250	2,40	147,88	0,26	0,96	8,65
Short drill Collar	1	6,500	2,250	4,00	147,88	0,44	0,70	6,25
NB Stabilizer 8-7/16"	1	6,500	2,250	2,00	147,88	0,22	0,26	2,25
Bit	1	8,500	2,250	0,25	NA	0,04	0,04	0,25

Mud Weight sg = 2.05

Bouyance = 0,739

Tableau N°10

II.2.10.La phase de Production 6" Hole x 4 1/2" Liner :

II.2.10.1.L'Objectif de cette section :

- L'objectif principal de cette section est d'évaluer les potentiels des réservoirs (Seigénien).

II.2.10.2.BHA:

Section Type	Nbr of Joints	OD (in)	ID (in)	Length (m)	Weight (kg/m)	Bouy Wt (t)	Cuml Bouy Wt (t)	Cuml Length (m)
Drill Pipe 19.50# G	236	3,500	4,270	2119,70	20,98	35,69	50,46	2410,00
Heavy Weight	6	3,500	3,000	54,00	36,63	1,59	14,77	290,30
Drill Collar	2	4,750	2,250	18,00	67,85	0,98	13,16	235,80
Drilling Jar	1	4,750	2,250	9,00	67,85	0,49	12,18	217,80
Drill Collar	21	4,750	2,250	189,00	67,85	10,29	11,69	208,80
Stabilizer 5-15/16"	1	4,750	2,250	1,80	148,10	0,21	1,40	19,80
Drill Collar	1	4,750	2,250	9,10	67,85	0,50	1,18	18,00
Stabilizer 5-15/16"	1	4,750	2,250	1,80	148,10	0,21	0,69	8,90
Short drill Collar	1	4,750	2,250	4,00	67,85	0,22	0,47	7,10
NB Stabilizer 5-15/16"	1	4,750	2,250	1,80	148,10	0,21	0,25	3,10
Bit	1	6,000	2,250	0,50	NA	0,04	0,04	1,30

Mud Weight sg = 1.49

Bouyance =0,801

Tableau N°11

II.3.1. Durées prévisionnelles :

Opération	Profondeur(m)	Jours	Cumul
Phase 26"	107.00	1.60	1.60
Interphase 26" – 17 ^{1/2} "	107.00	2.30	3.90
Phase 17 ^{1/2} "	504.00	4.30	8.20
Interphase 17 ^{1/2} " – 12 1/4"	504.00	3.16	11.40
Phase 12 1/4"	1502.00	8.30	20.00
Interphase 12 1/4" – 8 1/2"	1502.00	4.75	24.70
Phase 8 1/2"	1982.00	3.50	28.20
Interphase 8 1/2" – 6"	1982.00	7.50	35.70
Phase 6"	2410.00	10.00	45.70
Logging, Complétion, tests & abandon	2410.00	30.00	75.70

Tableau N°12

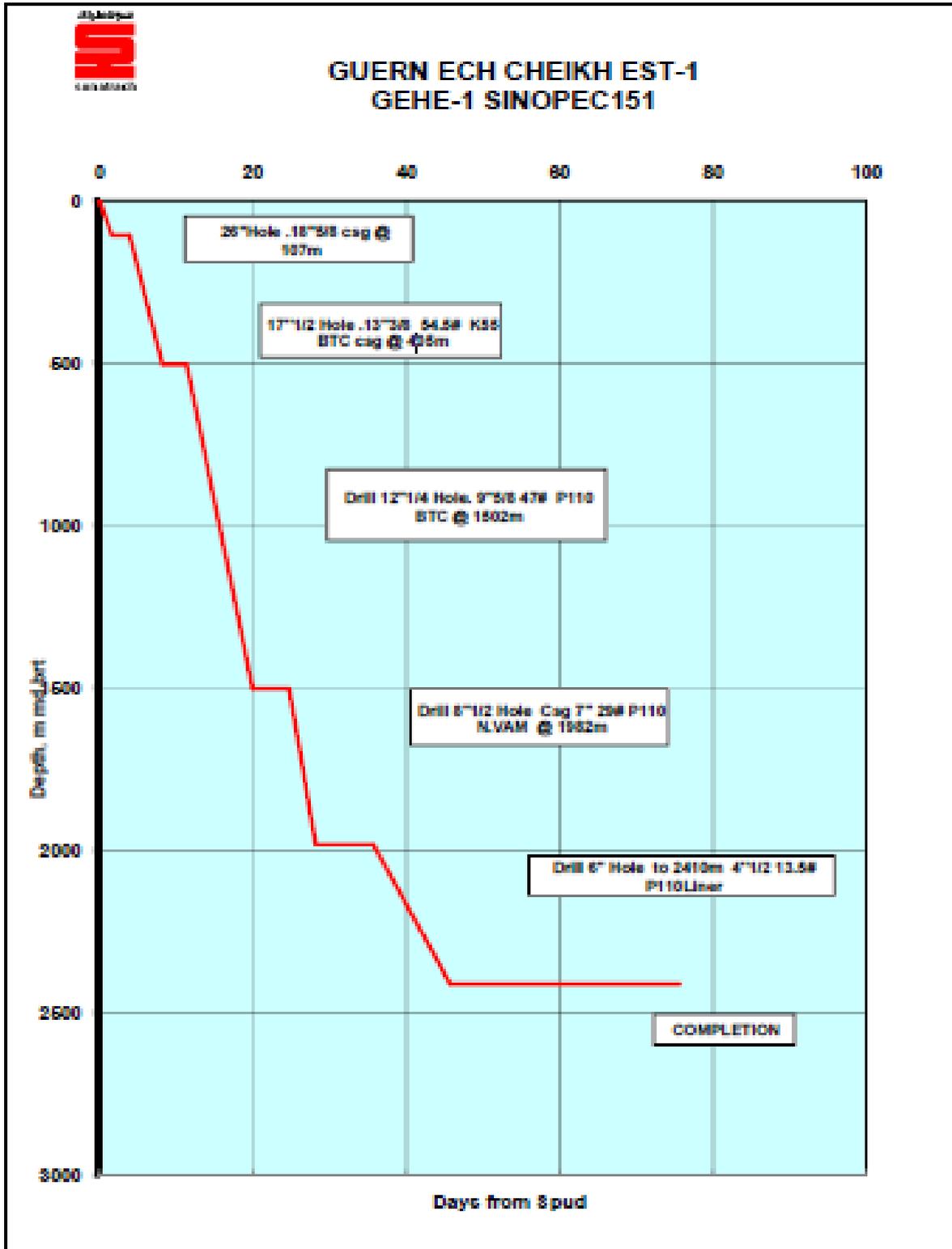


Fig.13 : Courbe d'avancement prévisionnelle du puits GEHE-1

II.3.2. Durées réelles :

Opération	Profondeur(m)	Jours	Cumul
Phase 26"	107.00	0.63	0.63
Interphase 26" – 17 ^{1/2} "	107.00	2.75	3.38
Phase 17 ^{1/2} "	504.00	3.50	6.88
Interphase 17 ^{1/2} " – 12 1/4"	504.00	3.69	10.57
Phase 12 1/4"	1502.00	38.11	48.68
Interphase 12 1/4" – 8 1/2"	1502.00	12.72	61.40
Phase 8 1/2"	1982.00	1.43	62.83
Interphase 8 1/2" – 6"	1982.00	7.88	70.71
Phase 6"	2410.00	6.04	76.75
Logging, Complétion, tests & abandon	2410.00	28.50	105.25

Tableau N°13

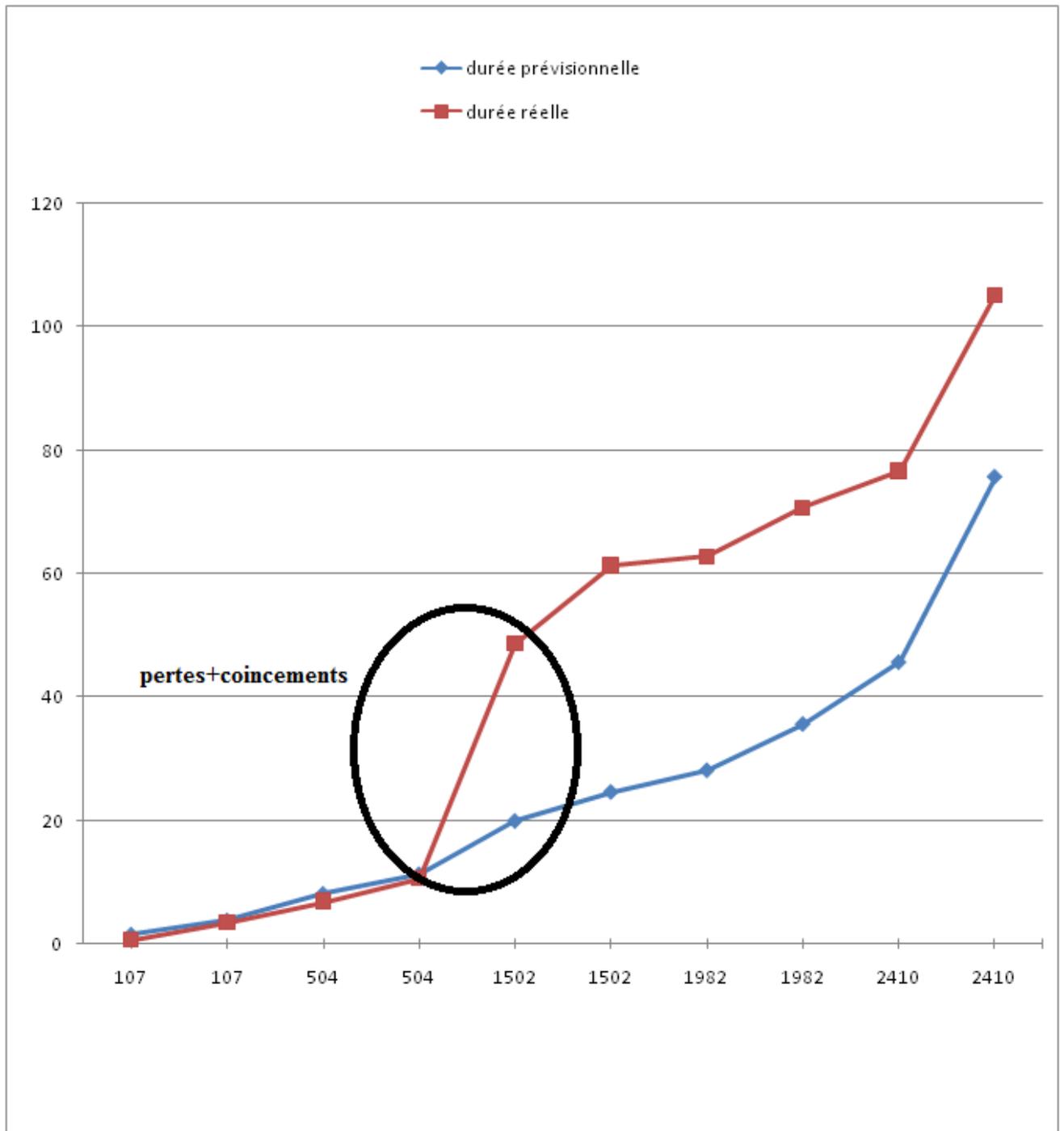


Fig .14 : Courbes comparatifs entre la durée prévisionnelle et la durée réelle d'avancement de forage

II.3.3. Interprétation :

On voit que le temps réel d'exécution de la 1^{ère} et la 2^{ème} phase et la 1^{ère} interphase ($26''-17^{1/2''}$) et la 2^{ème} interphase ($17^{1/2''}-12^{1/4''}$) est inférieure au temps prévisionnel cela grâce au plusieurs facteurs tels que l'absence des problèmes géologiques et mécaniques au cours de forage de la phase $26''$ et $17^{1/2}$ et au bon déroulement des opérations effectuées pendant l'interphase ($26''-17^{1/2''}$) et la 2^{ème} interphase ($17^{1/2''}-12^{1/4''}$) mais on voit que depuis le début de forage de la phase $12^{1/4''}$, l'écart entre la courbe réelle et la courbe prévisionnelle s'augmente d'une façon rapide à cause de grands nombre de problèmes rencontrés durant le forage de la phase $12^{1/4''}$ tels que les pertes partielles et totales de circulation et les problèmes du coincements et les tentatives de décoincements de la garniture (battage-instrumentation...) et puis le side track ce qui provoque un longue durée supérieure au durée prévisionnelle ;après on voit que après le forage de la phase $12^{1/4''}$, l'écart entre le temps réel et le temps prévisionnel reste stable car il y avait pas des problèmes durant ces phases.

Introduction :

La réussite d'une opération de forage exige en termes de qualité un trou vertical et calibré. Cependant plusieurs facteurs (paramètres) pris individuellement ou combinés peuvent causer des problèmes sévères d'instabilité du trou.

La résolution d'un problème de coincement commence tous d'abord par son identification, toute interprétation fautive ou incomplète ne fera qu'aggraver la situation. C'est le cas du bassin D'Oued Mya; en effet le mauvais diagnostic du mécanisme de coincement a compliqué la situation et a eu pour conséquence la perte d'un puits ou l'abandonne du puits dans les pires des cas. Dans ce qui suit nous avons essayé de trouver des indices qui pouvaient nous alertaient sur le phénomène de coincement dans le bassin de Oued Mya en faisant analyser les paramètres de forage durant l'incident et juste avant.

III.1. Analyse de coincement dans le bassin d'Oued Mya :

Une analyse est faite sur l'événement de coincement des tiges dans quelques puits forés à Oued Mya, tel qu'on fait baser sur l'analyse des rapports de forage (DDR). Les résultats sont ensuite discutés pour connaître les causes de coincement à Oued Mya, en identifiant les opérations au cours desquelles le coincement se produit principalement.

Données :

Les informations nécessaires concernant quelques puits voisins dans le bassin d'Oued Mya. L'analyse étudiée est illustrée dans les tableaux et les figures suivant.

Remarques :

1. La répartition des coincements n'est pas homogène sur tout le Bassin d'Oued Mya ;
2. Les coincements se manifestent dans toutes les zones ;
3. Sur les différents puits forés, nous constatons les différents problèmes :
 - Coincement ;
 - Overpull ;
 - Venue (kick) ;
 - Reaming/back reaming ;
 - Caving.

Puits	Profondeur de coincement	Activité durant Le coincement	Horaires de coincement	Libération	Horaires de repêchage	Profondeur Total (m)
DJH1	59	POOH	1	Oui	0	2206
	125	Forage	3	Oui	0	
	380	POOH	3		0	
	378	Casing-Stuck	-	Oui	0	
	2206	Casing	8	Oui	0	
MEG2	109	POOH	72	Oui	0	3200
	133	RIH	<12	Oui	0	
	135	Ream	1	Oui	0	
	165	POOH	3	Oui	0	
	207	Forage	17	Oui	0	
HEZ1	213	Forage	77	Oui	0	2112
	218	Forage /Reaming	0.5	Oui	-	
	113	Forage	0.5	Oui	0	
	167	Forage	2	Oui	0	
	1187	Forage	20	Oui	0	
	2093	Forage /Reaming	5	Back off	648	
HEZ2	2117	Forage	9	Rupture	0	2017
DJH2	2202	Forage	1	Rupture	0	2202
HEBN1	59	Forage	2	Oui	0	
	105	Forage	4	Oui	0	
	149	Forage	0.75		0	
	151	Forage/Reaming	0.86	Oui	0	

	1184 2135	Forage POOH	2 12	Oui Oui Rupture	0 0 0	2136
MEG1	149	Forage	1	Oui	0	2355
SML2	326	Forage	4	Oui	0	2012
SML1	149	Forage	1	Oui	0	2730

Tableau N°14: Les activités de forage durant le coincement dans le bassin d'Oued Mya

L'historique des événements sélectionnés d'une garniture coincée de quelques puits voisins dans le bassin d'Oued Mya est représenté dans le tableau 15.

Puits	Profondeur et Date de coincement	Activités opérationnelles durant 24 à 48 h	Débit et retour de boue
DJHI	59 08-02-12	Forage de la phase 26'' de diamètre de 43,19 à 59,06 m, retour OK. La garniture est coincée lors de manœuvre de remontée. Travaillé la garniture et appliqué une traction de 200 klbf. Pomper un bouchon H.vis chaque 15 minutes tout en travaillant la garniture. Pas de retour, pomper un bouchon LCM dans le trou en remarquant retour de la boue à la surface. Pompage de l'eau dans le trou. Retours reçus sur la surface. Le train de tige a été libéré.	Environ : 1717 l/m Retour complet *Conseillé Pompage = 7295 L / m d'eau
MEG1	149 20-02-12	Forage de la phase 17-1 / 2 "de 133 à 149,25 m avec retours complets. Pause de forage de 134-138 m pour suivi les déblais remontés. Continuer la circulation jusqu' à 149 m tandis que la garniture est remonté en surface,	Environ. 2720 l / m Retour complet *conseillé Pompage =

		<p>Coincement avec un torque et pression élevés. Travaillé la Garniture de haut en bas tout en pompant de l'eau salée, puis introduit l'aire. Appliquée une tension de 160 KN et gagne 1 pied. Par la suite, la rotation et la circulation ont été perdues. Pompage de 2 bouchon détergents dans le train de sonde, pas beaucoup de progrès observés. Pomper un bouchon H-vis dans le trou. Très peu progrès est constaté tout en travaillant la garniture vers le haut et vers le bas. Il n'y avait aucune pression dans le stand pipe. Tous les fluides pompés sont perdu dans la formation. Pompage plusieurs fois d'un bouchon H-vis mélangée avec des coquilles de noix et de mica. Travaillé la garniture en notant la pression dans la colonne montante. Continuer le pompage de l'eau à 200 coups par minute pendant la réparation des fuites. Air introduit et pression indiqué 800 psi. La garniture a été libérée et des retours complets ont été observés sur la surface. POOH et préparé la garniture pour pomper un bouchon de ciment (ciment plug). Pompé 4m³ de ciment à 112 m.</p>	<p>3107 L / m de boue</p>
HEZ1	1184 15-04-12	<p>Forage de la phase 8-1 / 2 "de 1200 m à 1205 m avec la boue. Retour OK. Pompé dans le trou avec 10000 coups un bouchon H-vis pour nettoyer le trou. POOH jusqu'à le sabot et a fait un back reaming. Rencontré un rétrécissement de trou à 1070 m. Circulé la boue et préparé un bouchon H-vis pour pomper au fond. POOH de 1205 à 1184 m avec un backreaming. La</p>	<p>1717 l/m Retour complet *Conseillé Pompage = 1413 L / m d'eau</p>

		<p>pompe s'est éteinte en essayant de relier le support qui avait été enlevé. Saver Sub endommagé. La tête de circulation installée et le retour en surface est reçus. En connectant le Saver Sub avec le train de tige, on a noté que la garniture était coincée. Circuler avec la boue retours ok. Bouchon H.vis pompée tout en travaillant la garniture.</p>	
MEG2	1948 22-10-12	<p>Forage un trou de 8½'' avec de l'eau et de la mousse. pertes partiels. Garniture coincée de 23:00 à 00:00hrs.</p>	<p>2210 l/m Retour complet *Conseillé Pompage = 1100 L /m d'eau</p>
SML2	326 28-12-13	<p>Forage d'un trou de 17-1 / 2'' jusqu'à 326 m. garniture coincée à 2 :00 heures et perte de circulation. Faire circuler un bouchon hi-vis tout en travaillant la garniture pendant 4 heures lorsque le train de tige a été libéré, POOH après circulation pour éliminer les débris effondrés. POOH à 291 m et alésage La section entre 291 et 326 m.</p>	<p>3060 l/m Retour complet *Conseillé Pompage = 6213 L / m d'eau</p>

Tableau N°15 : Activités opérationnelles pendant le coincement

*Les taux de pompage sont difficiles à réaliser pratiquement et, par conséquent, le problème est rendre moins grave par l'utilisation des bouchons de boue à viscosité élevée (H.vis) à intervalles réguliers pour assurer un bon nettoyage de trous. Notons également que les sections supérieures d'un puits sont généralement forées avec une ROP plus lente et par conséquent la vitesse annulaire de fluide nécessaire pour nettoyage suffisant de trous est plus basse. Les déblais atteignent également la surface plus rapidement car le puits est encore peu profond.

Interprétation :

Les événements majeurs remarqués durant les différents forages sont les pertes de boues, coincement de l’outil, reaming/backreaming, overpull, et la présence de cavings.

Les différents phénomènes de coincement à Oued Mya sont passés dans des différentes phases de différents puits sont liés à des multiples causes, mécaniques et

Puits	Profondeur de coincement	Torque	WOB	ROP	Retour	Autres	Cause possible
DJH-1	59	Libéré par changement de la boue (Boue a eau avec boue aéré)					Accumulation des cuttings en raison de mauvais nettoyage des trous
MEG-1	149	Augmentation brusque	-	Augmentation brusque	Total	Augmentation de la pression	Formation fracturée
HEZ-1	1148	Libéré par pompage d’un bouchon H-vis					-
GEHE-1	1460	augmente	Inchangé	Inchangé	Partiel	RPM tombe à 0	Formation fracturée, bouchon de ciment/ferrailles

SML2	326	Inchangé	Inchangé	Diminution brusque	Partiel	Circulé jusqu'à libéré la garniture	Mauvais nettoyage de trous	de
------	-----	----------	----------	--------------------	---------	-------------------------------------	----------------------------	----

Tableau N°16: Causes possibles lors de coincement dans quelques puits à Oued Mya

DISCUSSION :

Les résultats montrent que les causes de coincement de la garniture dans le bassin d'Oued Mya sont multiples. La formation non consolidée est une problématique mais a été mitigée grâce à l'utilisation de bouchons de ciment. Comme mentionné précédemment, le collage dû à la fracture et à la formation défectueuse peut être contrôlé en réduisant les vibrations du train de forage, en minimisant les surtensions et un nettoyage de trous suffisant peuvent réduire la probabilité de coincement. Les coincements à cause d'un mauvais nettoyage des trous peuvent être réduits en garantissant que le trou est propre de cuttings. Il existe plusieurs façons d'assurer un bon nettoyage des trous, y compris assurer une bonne rhéologie de la boue, en particulier le yeild point et le gel 0 et gel 10, contrôler la vitesse d'avancement pour s'assurer un trou propre, vérifier le volume des déblais qui arrivent au tamis vibrants et contrôler les vitesses annulaires. Le coincement à cause des micros doglegs et le forage à travers des formations étroites peut être évité en réduire les paramètres de forage en face de formation alternés; Ces formations doivent être traité comme problème pendant les manœuvres de tiges en faisant des back reaming. Dans la plupart des puits forée à Oued Mya, le mécanisme de coincement produit généralement durant le forage des zones à pertes, tel que des paramètres réduits ont été utilisés, ce qui entraîne beaucoup des problèmes lors de manœuvre, parmi ces problèmes le rétrécissement de trou et le mauvais nettoyage de fond (accumulation des déblais) ce qui rendre plus difficile de faire monter et descendre la garniture sans bloquer dans le découvert.

III.2. Identification de coincement dans le puits GEHE-1:

Parmi les problèmes majeurs qui constituent un grand obstacle pour la poursuite du forage dans le champ d'OUED MYA. C'est celui des coincements difficiles lors de la remontée dans la phase 12^{1/4"} qui cause des pertes considérables en temps et en argent qui peuvent être

causés par plusieurs paramètres (facteurs) pris individuellement ou combinés. Ces paramètres peuvent être résumés en:

L'influence des formations;
 Les paramètres de boue;
 Les pertes de circulation (facteur indirect).

III.2.1. Analyse de formations traversées:

La majorité des problèmes rencontrés en forage de la phase 12^{1/4} dans le champ d'OUED MYA consiste à la nature des formations traversées tel que le LIAS (1138-1518m), Cette dernière nécessite une densité de boue égale à 1.05 jusqu'à 1.10 pour empêcher les problèmes de cette couche qui sont les pertes de circulation.

III.2.1.1. Les paramètres de forage :

Diamètre (in)	Débit (lpm)	Débit minimale pour le nettoyage (lpm)	MW (sg)	Max /Min ROP (m/h)	Pression de pompe (psi)	RPM (tr/min)
12 ^{1/4}	2800	2600	1.05	13.5/2.8	1940	90-160

Tableau N°17 : Paramètres hydrauliques

Diamètre (in)	WOB (tonnes)	Poids apparent sous la coulisse (tonnes)	Poids de la garniture (tonnes)	Poids dans l'aire (tonnes)	Overpull (tonnes)
12 ^{1/4}	5-20	34.67	80	83	89

Tableau N°18 : Paramètres mécaniques

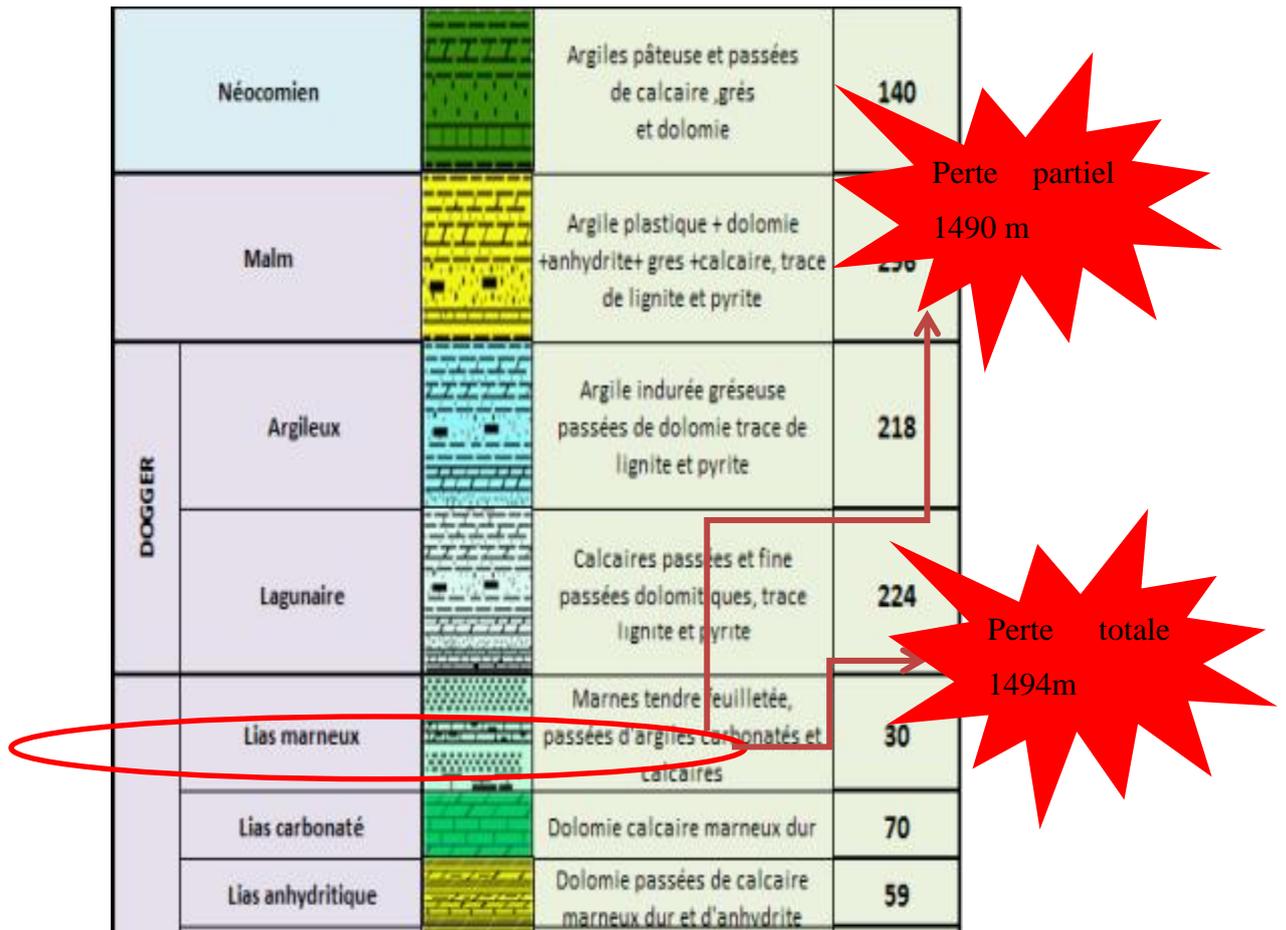


Fig.15: Coupe stratigraphique prévisionnelle de la phase 12^{1/4}

➤ **Néocomien :**

Comme prévu le top du Néocomien était très dur, beaucoup d'intercalation on était observés. Une corrélation faite avec un MasterLog d'un puits offset laissait prévoir une lithologie non homogène, ce qui a été confirmé par les fréquents stick-slips ultérieurement. Les derniers 70m étaient faciles à forer et cette formation est achevée avec un ROP de 20.85m/h.

➤ **Malm:**

Des paramètres contrôlés ont été appliqués pour éviter de buter sur le top de cette formation, Le Malm a été foré comme prévu, et un ROP partiel de 8.37m/h a été enregistré. Le ROP n'a pas baissé au-dessous de 2.5m/h mais de sévère stick-slips ont été observés avec une rotation variant de 110 à 130rpm.

➤ **Dogger :**

• **Dogger argileux:**

Le Dogger argileux a été foré sans problèmes majeurs, en utilisant un débit maximum pour un meilleur refroidissement et nettoyage de l'outil $Q=2600\text{l/min}$. Une rotation élevée n'était pas nécessaire pour forer rapidement, le ROP finale a atteint 50.80m/h . Cependant lors de circulation pour vérifier la perte, une perte partielle de $3\text{m}^3/\text{h}$ est remarquée à la côte 769m .

• **Dogger Lagunaire :**

Au top du lagunaire, la rotation était toujours de 120 tr/min . Le débit de 2600 lpm jusqu'à ce que le dernier stabilisateur soit complètement dans la nouvelle formation ainsi une meilleure qualité de trou sera achevée, cette pénétration était accompagnée des vibrations tensionnelles ainsi que de variations du torque. Même au passage des premiers 60m du lagunaire des intercalations de la dolomie et trace de lignite et de pyrite sont observés au niveau des tamis vibrants. Un ROP moyen de 16.50m/h a été enregistré au niveau du top, et augmentera à 20.58m/h le long de la formation.

➤ **Lias :**

• **Lias Marnaux :**

Les marnes ont été atteint à la côte 1138m , à la fin du Dogger Lagunaire, le même débit est maintenu 2600 lpm , une rotation maximale de 120 RPM et un poids sur l'outil pas plus de 15T . Quelques sticks slips sont survenus pendant le forage où la rotation variait de 90 à 120RPM , le torque de 16 et 18Kft.lbs en particulier à la base de cette formation. Pas de tirage observé, cependant le reaming continue pour chaque stand. La densité de la boue a été maintenue à 1.05sg . Le ROP final était de 15.4m/h . Pendant les manœuvres de remonter une perte partielle de $10\text{m}^3/\text{h}$ est observée a la cote 1230m ce qui nécessite le pompage de 12m^3 de ciment.

• **Lias Carbonaté :**

Le top de la formation a été à 1395m , Les mêmes paramètres de forage sont maintenus à l'entrée de Lias carbonaté, jusqu'à l'observation d'une perte partiel de $2\text{ m}^3 /\text{h}$ à la côte 1490 m , ce que nécessite la réduction des paramètres de forage : une rotation maximale de 90 RPM et un débit qui ne dépasse pas 2300l/min , un poids sur l'outil pas plus de 10T . Quelques sticks slips sont survenus pendant le forage où le torque varie entre 16 et 18Kft.lb , en

particulier à la base de cette formation. Pas de tirage observé, cependant le reaming continue pour chaque stand. La densité de la boue a été maintenue à 1.10sg. Le ROP final était de 12.4m/h. une perte total est observé à la côte 1490 m, une décision prise de continuer le forage avec l'eau jusqu'à le pompage d'un bouchon de ciment pour éliminer ce problème.

Donc le problème major rencontré est la perte (due, peut-être, à la formation poreuse et perméable), ce problème influe beaucoup sur le forage, et surtout le temps perdu afin de limiter le débit de perte au minimum soit important.

- **Lias Anhydritique:**

Le top de la formation a été à 1511m, quelques intercalations dans le Lias Anhydritique ont été enregistrées, et un ajustement des paramètres a été opéré au moment du changement de formation pour une meilleure optimisation du forage.

III.2.2. Analyse des paramètres de boue :

a) Propriétés de fluide de forage :

Les différentes propriétés et caractéristique rhéologique de la boue	Données pendant le forage
Fluide Type	OBM
Depth(m)	1362
Test temperature °F	95
ECD bit	1.08
ECD casing	1.07
Density in (sg)	1.05
Densityout(sg)	1.06
HPHT Filtrat	<10
Ratio oil/water	70/30-85/15
Electric stability	>600
LowShear Rate (LSYP) point (lb/100ft ²)	30-32
Funviscosity (s/qt)	75
Yeild point (lb/100ft ²)	16-18
LGS %	<5

Tableau N°19

b) Les volumes de la boue dans le puits :

Volume de boue totale 114962.13 m ³		
Volume de boue dans les bacs	338.13 m ³	
Volume de boue dans le puits	Dans le tubage 13 ^{3/8"}	40642.56m ³
	Dans open hole 12 ^{1/4"}	73981.44m ³
	Volume totale dans le puits	114624m ³
Volume de boue perdue à cause de problème de perte totale		
Volume de boue perdue	Nettoyage de puits	7 m ³
	Dans la formation	486m ³
	Volume totale perdue	493m ³

Tableau N°20

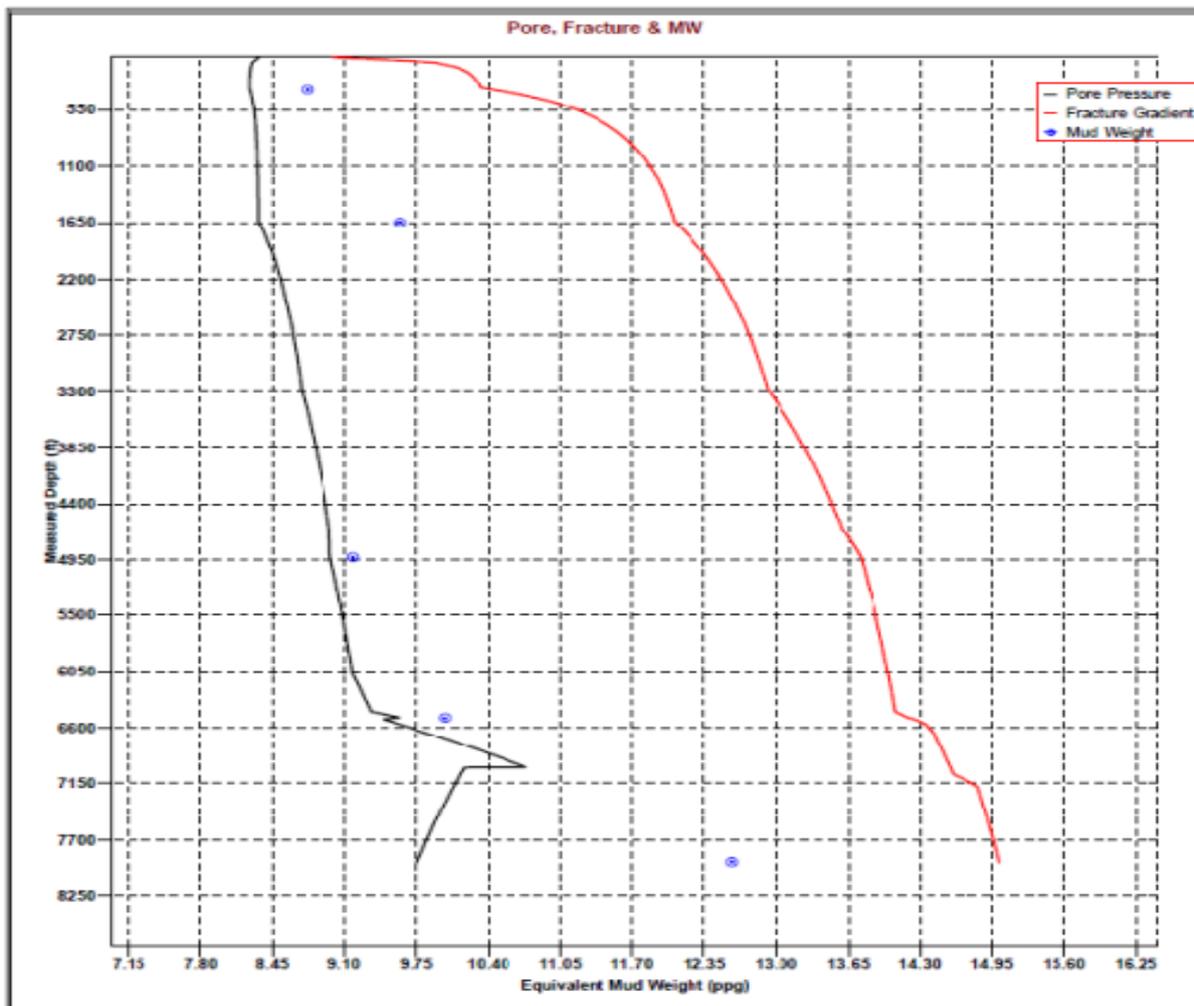


Fig.16 : Graphe de la pression des pores et le gradient de fracturation

Les deux premières sections du puits GEHE01 ont été forées avec de la boue à base d'eau WBM. La phase 26 "a été foré avec une densité de 1,05 sg. Environ 133 m De colonne de liquide en section de 17^{1/2} "a été déplacé avec 1,10 sg de boue, mais un fluide plus lourd. L'une des composantes caractéristiques du WBM est le lubrifiant. Les unités plus profondes ont été lavés avec de la boue à base d'huile, le déplacement des fluides a eu lieu. Pour gagner la masse de la boue, il est pratique d'utiliser des solides à haute densité. Il devrait être dans l'attention, cet additif ne peut pas provoquer de réactions et modifier complètement les propriétés. Du côté de la sécurité et de l'environnement, il doit être non toxique. La phase 12^{1/4}" a été foré avec du OBM, qui a été beaucoup utilisé pour leurs qualités de lubrification accrue, une moindre tendance à dissoudre l'argile et parce que très résistants aux températures élevées (sans se décomposer) ; tel que on a ajouté des agents de pesée successifs et le poids final était de 1,05sg. Les deux premières sections de cette phase (Néocomien et Malm) ont été forées sans problème majeur. Les formations Argileux et Lagunaire (Dogger) avaient tendance à être instable. Le poids a été augmenté jusqu'à 1,10 sg avant l'entrée de Dogger Argileux. À partir de ce moment-là, il a été maintenu pour garder cette densité. Après entrée dans le Lias et le forage de quelques mètres, des pertes partielles a été enregistré au niveau de lias marne. Pour forer sans accident, les paramètres de forage a été réduit juste pour éviter de tomber dans une perte totale. L'injection de bouchon LCM (bouchon colmatant) retour de 55%, cela a empêché les pertes d'infiltration aux formations pendant le forage et Suivi du travail de ciment. Pompage de 12 m³ de ciment spécial de densité d=2.1, Déplacer avec 23m³ de boue, retour de 55%, puis Le squeeze de ciment peut arrêter la perte total, sur la base de cette constatation, il semble que les formations de Lias étaient Traités avec de la boue à haute densité. On a utilisé une boue OBM émulsionnée de 2% d'eau pour adapter les caractéristiques générales de la boue à huile. Des produit lubrifiants (asphalte soufflés, argile organophile et noir de fumé...) pour contrôler la filtration et la viscosité. Cet OBM a été conservé jusqu'à la section Lias Carbonaté, des paramètres réduits sont utilisés jusqu'à la fin de cette section ou on a observé une autre perte total juste à la côte 1494m, on passe à l'injection de ciment pour faire remède la situation. Cependant le forage de Lias Carbonaté, des pertes de boue ont été observées, une perte partiel de 2 m³/h a remarqué entre 1490-1493m suivi d'une perte total a la cote 1494m, Le volume de boue perdu était plus grand que Prédit. Pompage et pose du 2^{ème} bouchon de ciment. Le Lias est foré avec la même densité de boue que les argiles gonflantes et l'Horizon B, cette densité de boue provoque une fracturation de ces formations, suivie d'une perte totale qui cause une baisse du niveau hydrostatique qui provoque un coincement de la garniture.

III.3. Analyse des problèmes de la phase 12 ¼ :

III.3.1. Les problèmes rencontrés dans la phase 12^{1/4} :

Le forage de la phase 12^{1/4} dans le champ d'Oued Mya présente un certain nombre de problèmes qui sont classés dans la liste qui suit :

Les pertes : La réalisation technique de cette phase s'est déroulée avec un **incident major** en cours de forage ; une perte totale a été observée au niveau de LIAS CARBONATE à la côte 1494 m, elle mène à une perte de temps, des surcoûts de forage. Selon les statistiques, le volume des pertes varie de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres cube au cour du forage et durant le traitement.

Les coincements : (côte 1460m et 1238m) ; analyse détaillée de coincement sera effectué dans le chapitre IV.

Garniture Utilisée pour le forage de la phase 12^{1/4} :

La garniture utilisée est une garniture lisse. Le tableau ci-dessous exprime les différents éléments de cette garniture :

Section type	Nombre des joints	OD (in)	ID (ID)	Length (m)
DP	139	5.000	4.280	1502.00
Heavy weight DP	6	5.500	3.250	248.51
XO	1	5.500	3.000	194.51
Drill collar	2	8.000	2.813	193.51
Jar	1	8.000	2.813	175.51
Drill collar	15	8.000	3.000	166.31
XO	1	9.500	3.000	31.31
Drill collar	1	9.500	3.000	18.91
Shocksab	1	9.500	3.000	9.91
Bit sub	1	9.500	3.000	3.51
Bit	1	12.250	3.500	1.11

Tableau N°21 : Garniture de forage utilisée avant le coincement.

III.3.2. Analyse de problèmes des pertes :

Les pertes ont fait l'objet de plusieurs études qui ont énoncé des hypothèses explicatives de ce phénomène ; cet ensemble de recherches a été concentré sur la nature de la formation Lias carbonaté d'autres éléments ont pu rentrer en jeu, telle que la composition et les caractéristiques de formation traversée :

Le LIAS Carbonaté est composé en général de la dolomie et du calcaire et les dolomies sont très souvent des couches très peu consolidées s'effritant très facilement sous l'action de l'outil et sujettes à des pertes de boue.

Alors le Lias carbonaté est une formation poreuse, perméable et non compacte, donc c'est une formation friable et facile à craquer ou à fissurer c'est pour ça qu'une perte totale est survenue à la côte 1494m ; c'est-à-dire cette perte est due à cause des fissures dans la formation sous l'effet d'outil et sous l'effet des à-coups de pression au fond du puits.

Donc il est toujours conseillé de forer la formation de Lias carbonaté avec des paramètres réduits (WOB-RPM-Débit...).

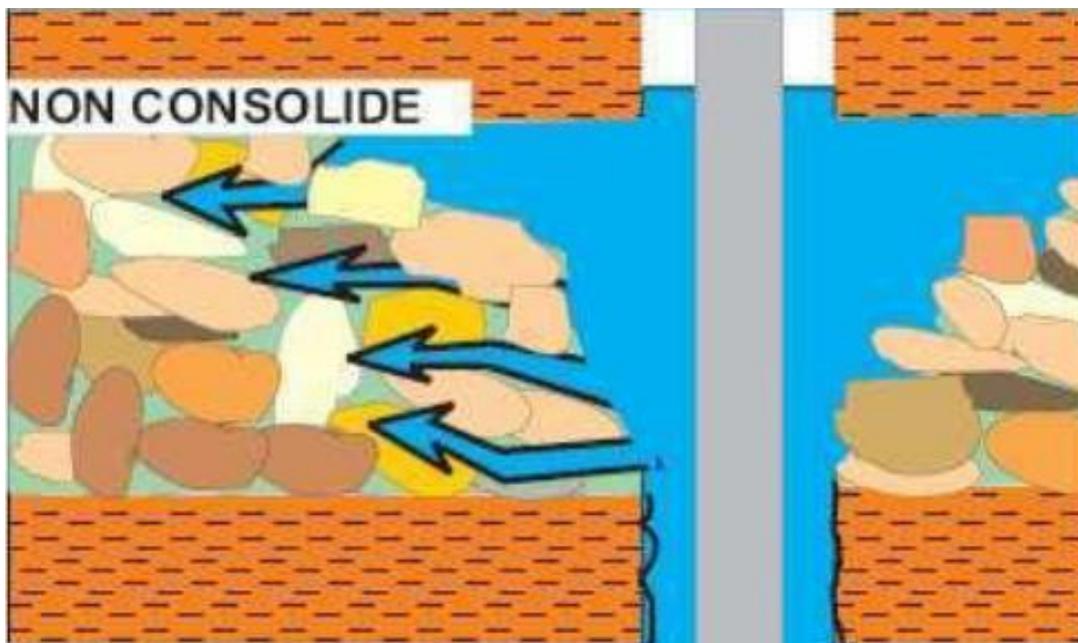


Fig.17 : Formation non consolidée

➤ **Indications de pertes détectées (observées) :**

Perte partielle (1490m-1493m)	Perte totale (1494m)
<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de niveau de boue dans les bacs ; • Réduction du débit de retour au niveau de la goulotte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de retour au niveau de la goulotte ; • Chute du niveau statique dans l'espace annulaire.

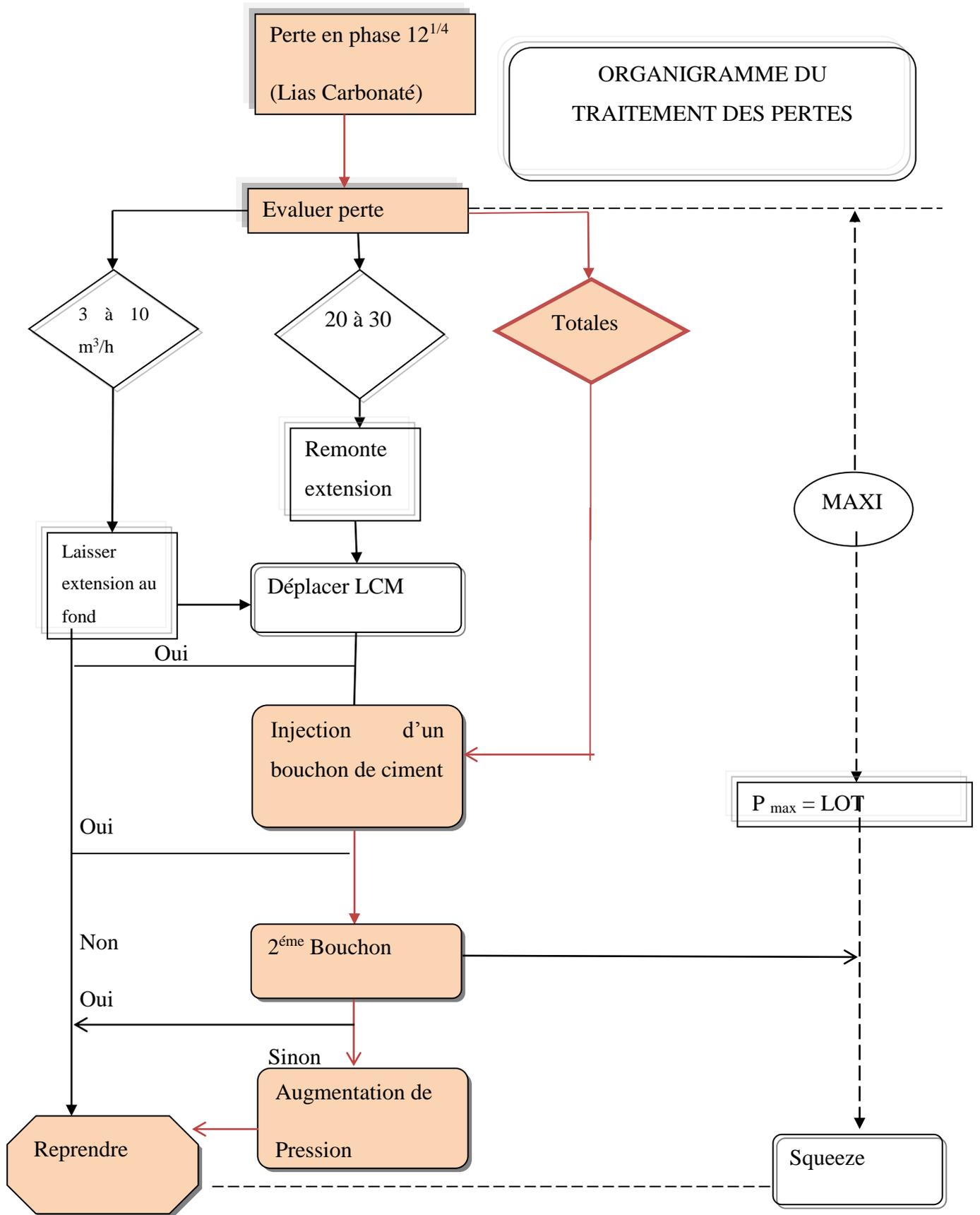
Tableau N°22

III.3.3 Traitement des pertes :

Avant de prendre une décision en ce qui concerne les moyens à utiliser devant une perte de circulation, il est impératif de savoir parfaitement quelle est la nature de la perte et quelles peuvent être ses conséquences et celles du colmatage envisagé.

On vérifiera en premier lieu :

- ✓ La densité équivalente en circulation (% déblais et pertes de charge),
- ✓ La valeur des surpressions en cours de manœuvre de la garniture (ajout de simple ou changement d'outil).



➤ **Les facteurs les plus importants à prendre en considération :**

1 - La localisation de la zone à perte devrait être déterminée exactement sinon le colmatant serait placé dans l'endroit non prévu ;

2 - Les produits colmatants et les techniques devraient être systématiquement mariés aux types et aux degrés des zones à perte. La technique la plus efficace et qui a de meilleures chances de réussir est le mixage des produits de fond avec des produits de surface à de faibles densités ;

3 - La consultation des enregistrements des expériences antérieures sur les pertes de circulation dans des champs particuliers nous indique souvent la solution efficace à opter pour résoudre les problèmes de pertes.

III.3.3.1 Pose des bouchons colmatants (LCM « lost circulation matériel ») :

Il existe un très grand nombre et une très grande variété de produits colmatants disponible sur le marché, ces produits sont en général mélangés aux boues en circulation ou incorporés en proportions plus importantes dans des bouchons de boue injecté par la suite au droit des zones à pertes. Il est très important de mentionner que chaque phase du forage nécessite un colmatant bien adapté à savoir :

- le colmatant est acidifiable ou non ;
- le colmatant est bio dégradable ;
- le colmatant est inerte (colmatage éternel).



Fig.18 : Type d'Action des agents colmatants

III.3.3.2. Pose des bouchons de ciment :

➤ Introduction :

Pendant le traitement de perte, les colmatants ne restaurent pas la circulation. **Une seule solution restante : la pose d'un bouchon de ciment.**

Le laitier pourra lui aussi être perdu, mais prendra dans la formation et la consolidera a la même cote, plusieurs bouchons de ciment peuvent être nécessaires avant que la circulation ne soit rétablie. Quand c'est le cas, le bouchon peut être reforé et le forage repris.

Le principe consiste à placer les tiges nues (ou mieux, des tubings) à la cote souhaitée pour la pose du bouchon.

Afin d'éviter la contamination de la boue par le ciment et réciproquement, du ciment par la boue, il est conseillé de faire précéder et suivre le laitier d'un tampon et de ne jamais laisser en contact la boue et le laitier. Ceci implique une procédure particulière.

Il est à noter que le bouchon est préparé et injecté puis chassé de telle sorte que le niveau de ciment dans l'annulaire tiges-puits soit le même que celui qu'il occupe à l'intérieur des tiges. Dans la pratique, on garde le ciment une dizaine de mètres plus haut à l'intérieur des tiges.

Ensuite les tiges sont extraites du bouchon lentement afin de prévenir un mélange boue-ciment (la vitesse de remontée conseillée est de l'ordre de 20 cm par seconde).

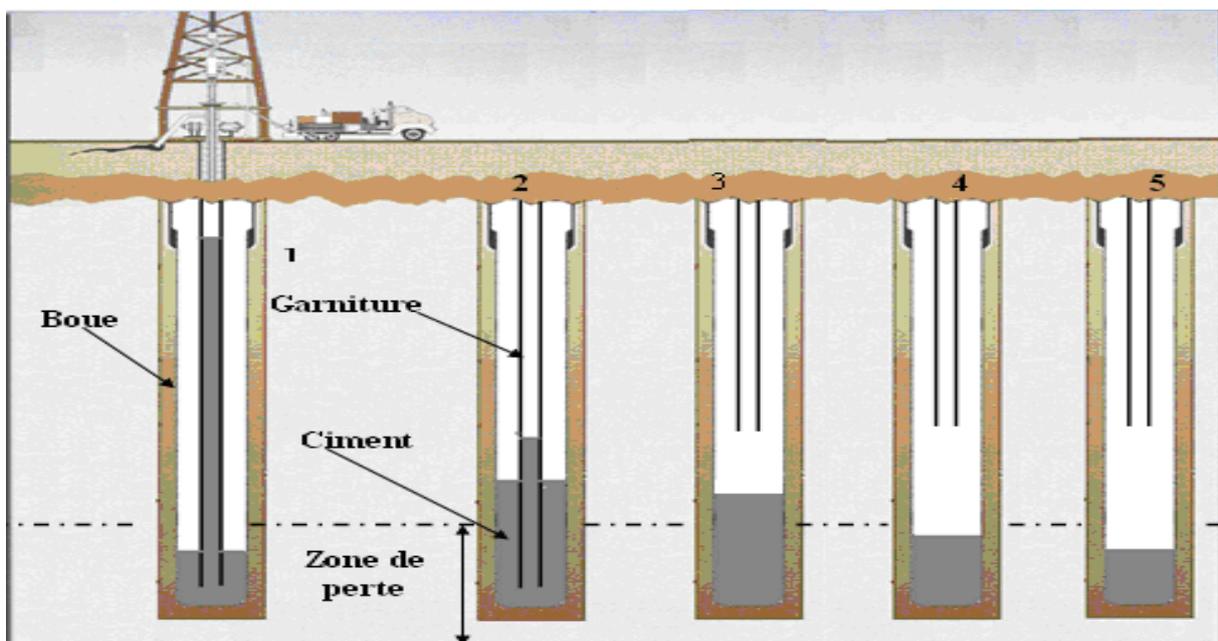


Fig.19 : Mise en place de bouchon de ciment

Tiges	Diamètre intérieure (m m)	Caractéristiques	Volume unit inter dp (l / m)	Longueur (m)
DP 5''	108.60	19.50 # G105 IEU IF	9.27	1460

Tableau N°23 : Garniture de pose de bouchon de ciment

III.3.3.2.1. Caractéristiques des laitiers destinés pour la pose du bouchon de ciment :

Concentration et volume	Les unités	Quantités pour préparer 1 m ³	Quantités pour préparer 10 m ³
Ciment de classe G	Tonnes	1	13.4
Calcium Chloride CaCL ₂ (accelerator)	Kilogramme	10,00	134
NF-6 (Defoamer)	Litres	0.50	7
Water	m ³	0.40	5.95

Tableau N° 24: Préparation de ciment

FluidTotals	Kg /l	Ppg	m ³	Bbl
Mud	1.05	8.76	-	-
Water	1.00	8.34	3.00	25.1
Tailslurry	1.58	13.19	10	64.63

Tableau N°25: Données de pompage de ciment

Volume (m ³)	Excès	Spacer (eau) (m ³)	Fluide de déplacement (boue) (m ³)	% CaCl ₂
10	100%	3	10.75	0.5

Tableau N°26 : Propriétés des bouchons de ciment

III.3.3.2.2. Calcul et analyse :

➤ Calcul de caractéristique de ciment et l'eau de gâchage :

$$d_{lc} = \frac{m_{lt}}{V_{lt}}$$

Avec :

1. $m_{lt} = m_c + m_{eau}$
2. $V_{lt} = V_c + V_{eau}$
3. $V_c = \frac{m_c}{d_c}$

Données :

- a) d_c (poudre) = 3.15
- b) $V_L = 10000$ litres.
- c) $d_{lc} = 1.58$

-D'après le formulaire de foreur on a :

- $V_L = 75.81$ litres pour 100 kg de ciment ;
- $V_{eau\ gâcha} = 44.2$ litres pour 100 kg de ciment.

Donc :

- $m_{lt} = 15.8$ tonnes
- $m_c = 10000 * (100/75.81) = 13.19$ tonnes
- $m_{eau\ gâcha} = 15.8 - 13.19 = 2.61$ tonnes.

⇒ $V_{eau} = 5829.98$ litres.

➤ **Calcul du temps de pose du bouchon :**

• **Temps d'injection du bouchon:**

$$T_{inj} = \frac{V_{spacer} + V_{laitier\ de\ ciment}}{Q_{inj}}$$

Avec :

T_{inj} : Temps d'injection.

Q_{inj} : Débit d'injection = 500 (l/min).

Donc :

$$T_{inj} = \frac{3000 + 10000}{500}$$

$$T_{inj} = 26\ min$$

• **Temps de chasse :**

C'est le temps nécessaire pour chasser le laitier de l'intérieure de la garniture jusqu'à l'équilibre

$$T_{chas} = \frac{V_{Int\ DP5''} + V_{laitier\ int\ DP5''}}{Q_{chas}}$$

Q_{chas} : Debit de chasse = 1000 (l/min).

• **Calcul de volume intérieur des tiges :**

$$V_{Int\ DP5''} = V_{Uni} * L_{tige}$$

$$V_{Int\ DP5''} = 9.27 * 1460 = 13534.2\ litres$$

• **Calcul de volume de laitier à l'intérieure tige :**

$$V_{(C+Sp)} = V_{l\ int\ tige} + V_{l\ trou}$$

On a :

$$V_{(Ciment+spacer)} = V_{\text{de laitier à l'intérieure des dp}} + V_{\text{de laitier dans l'annulaire - dp}}$$

Avec :

$$V_{(Ciment+spacer)} = \text{volume totale (ciment +spacer)} = 13000 \text{ litres} \dots\dots(1)$$

$$V_{\text{laitier à l'intérieure des dp}} = H_{\text{équilibre}} \times V_{\text{unitaire à l'intérieure - dp}} \dots\dots (2)$$

$$V_{\text{laitier dans l'annulaire - DP}} = H_0 \times V_{\text{unitaire annulaire dp-trou}} + (H_{\text{équilibre}} - H_0) \times U_{\text{unitaire annulaire dp - casing}} \dots\dots\dots(3)$$

Avec :

- $H_0 = H_{MDT} - H_{MDS} = 1518 - 504 = 1014 \text{ m}$
- $V_{Uni \text{ int } DP5''} = 9.27 \text{ l/m}$
- $V_{Uni \text{ trou}} = 76.04 \text{ l/m}$
- $V_{uni (Dp5''/trou)} = 62.7 \text{ l/m}$
- $V_{uni (Dp5''/csg)} = 67.4 \text{ l/m}$
- **On a : (1) = (2) + (3)**
- $H_{\text{équilibre}}(V_{\text{unitaire à l'intérieure DP}} + U_{\text{unitaire annulaire dp - casing}})$
- $+ H_0 \times (V_{\text{unitaire annulaire dp-trou}} - U_{\text{unitaire annulaire dp - casing}}) = V_{\text{total (ciment +spacer)}} = 13000 \text{ litres}$
-
- $H_{\text{équilibre}} \times (9.27 + 67.4) + 1014 \times (62.7 - 67.4) = 13000 \text{ litres} \implies H_{\text{équilibre}} = 231.72 \text{ m}$

$$V_{l \text{ int tige}} = H_{equ} * V_{Uni \text{ int } DP5}$$

$$= 231.72 * 9.27 = 2148.02 \text{ litres}$$

$$T_{Chas} = \frac{13534.2 - 2148.02}{1000} = 11.38 \text{ min} = 12 \text{ min}$$

$$T_{Chas} = 12 \text{ min}$$

• **Temps de sécurité :**

C'est une réserve de temps pour des éventuels arrêts suites à des incidents (panne mécanique, fuite, etc..) qui peuvent arriver durant l'opération de pose de bouchon. Cette réserve de temps est nécessaire pour ne pas atteindre le temps de pompabilité (le

temps le ciment devient impompable) avant la fin de l'opération pour éviter la prise de ciment en cours d'opération. Dans notre cas :

$$T_{Sec} = 1.5 \text{ heures}$$

- **Calcul du Temps de circulation inverse :**

C'est le temps nécessaire pour déplacer le volume intérieur de la garniture fois 1.5 dans le but de nettoyer l'excès de ciment qui peut la boucher après prise de Ciment.

$$T_{Cirinv} = \frac{V_{Int\ gar} * 1.5}{Q_{Cirinv}}$$

Avec :

T_{Cirinv} : Temps de circulation inverse.

Q_{Cirinv} : Débit de circulation inverse = 300 (l/min).

Donc :

$$T_{Cirinv} = \frac{13534.2 * 1.5}{300} = 67.67 \text{ min}$$

Evaluation de la pression :

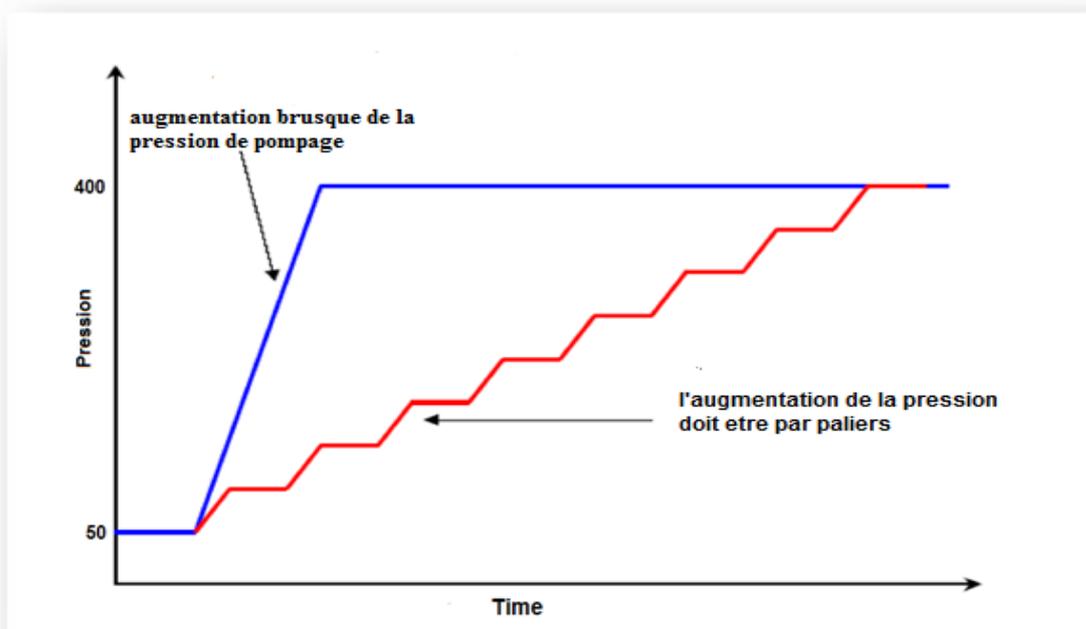


Fig.20 : Graphe montrant comment doit être l'augmentation de la pression de pompage de ciment

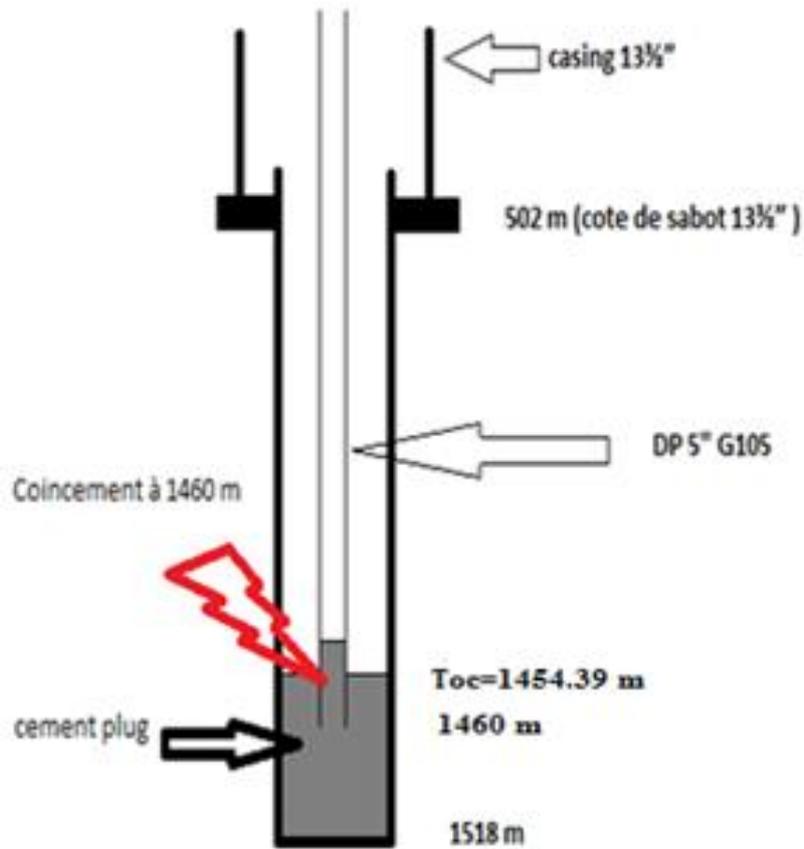


Fig.21 : Position de bouchon de ciment

Remarque : Top réel ciment:1454.39 m

Conséquence :

Une perte totale à été déclenchée au niveau de Lias Carbonaté, l'augmentation brusque de la pression de pompage de ciment est un paramètre influant dans ce type de coincement.

IV.ETUDE DE CAS

IV.1.Introduction :

Le puits vertical GEHE-1s'inscrit dans le cadre de d'exploration du gisement du champ d'Oued Mya, il se situe dans la périphérie Sud-ouest du bassin d'Oued Mya dans le bloc 350a.

Un coincement de la garniture s'est produit le 02 / 05 / 2013 dans la phase 12^{1/4}" à la côte 1460m dans le bouchon de ciment pompé pour traiter la perte totale produite à la côte 1494m au niveau de LIAS Carbonaté , malheureusement toutes les tentatives de décoincement ont été échoués ce qui amène à faire appel aux opérations d'instrumentations : battage, reaming, dévissage mécanique et Side-Track. Dans ce chapitre nous avons présenté le phénomène du coincement qui est classé parmi les problèmes qu'il faut éviter, nous avons essayé d'analyser les conditions de manifestation et les indices qui pouvaient nous alertaient sur l'évènement du coincement, ainsi que le déroulement des opérations de son résolution on a terminé par le plan de réalisation de Side-Track qui est la meilleure solution de point de vue économique et en matière du temps.

IV.2.L'objectif :

Le but de cette phase est de forer verticalement en toute sécurité avec l'outil 12^{1/4}" jusqu'à la côte 1502m et de tuber et de cimenter (isoler) les formations à basse pression avant de pénétrer les formations à haute pression (Lias) de 504m à 1502m.

Dans ce chapitre on va présenter les conditions de manifestation du coincement ainsi que le déroulement des opérations d'instrumentation.

IV.3.Paramètres de forage lors du coincement :

IV.3.1.LA BHA :

La BHA lors du coincement est composée que de DP 5'' 19.5 # G105 de longueur de 1460m ; l'extrémité de cette extension de DP 5'' est ouverte c'est-à-dire il y'avais pas d'outil car le coincement est survenu juste après le pompage de bouchon de ciment à la côte 1460m pour traiter le problème de la perte totale produite à la côte 1494m au niveau de LIAS Carbonaté c'est pour ça qu'ils ont utilisé une BHA composée que de DP 5''5 (tiges nues).

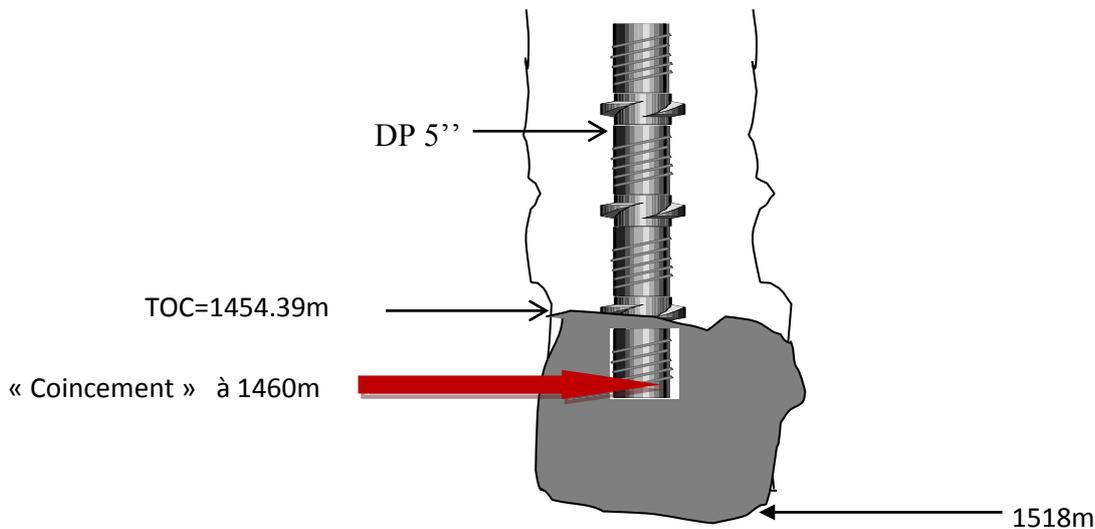


Fig .22 : BHA coincée dans le ciment

IV.4.Identification du coincement :

IV.4.1.Nature de coincement :

Il est noté qu'avant de procéder à la réalisation d'un coincement, il est indispensable d'identifier rapidement sa cause car les méthodes à employer pour les résoudre sont différentes et souvent un type de coincement engendre un autre et le traitement appliqué pour l'un sera néfaste pour l'autre. Dès que la cause est identifiée, intervenir le plus rapidement possible car les coincements ont tendance à s'aggraver avec le temps.

Pour cela on va analyser puis interpréter les conditions et la situation de notre puits avant et après le coincement pour identifier le type de coincement et traiter le coincement pour libérer la garniture.

IV.4.2.Circonstances du coincement :

Le forage de la section 12^{1/4"} est terminé à la côte 1518 m au 30/04/2013 à 01h45 et les géologues ont confirmé la côte de sabot, donc une circulation a été effectuée pour nettoyer le puits ; lors de la remontée de la garniture jusqu'à la surface une perte totale est survenue à la côte 1494 m au niveau de LIAS Carbonaté ; pour traiter le problème de la perte totale il a été décidé de pomper un bouchon de LCM de 6m³ à 1492m mais il n'y avait pas de retour donc il a été décidé de pomper un bouchon de ciment à 1460 m (10 m³ du laitier de ciment de densité 1.58 sg) au 02/05/2013 à 05h15 en augmentant la pression de pompage de 50 psi à 400 psi ;

À 05h45 un coincement est survenu à la côte 1460 m lors de la remontée de la garniture (l'échantillon de ciment à la surface est tendre).

Lors de la survenance du coincement, la garniture ne pouvait se déplacer ni vers le haut ni vers le bas. La circulation et la rotation ont également été perdues.

Remontée	Descente	Rotation	Circulation
Perdue	Perdue	Perdue	Perdue

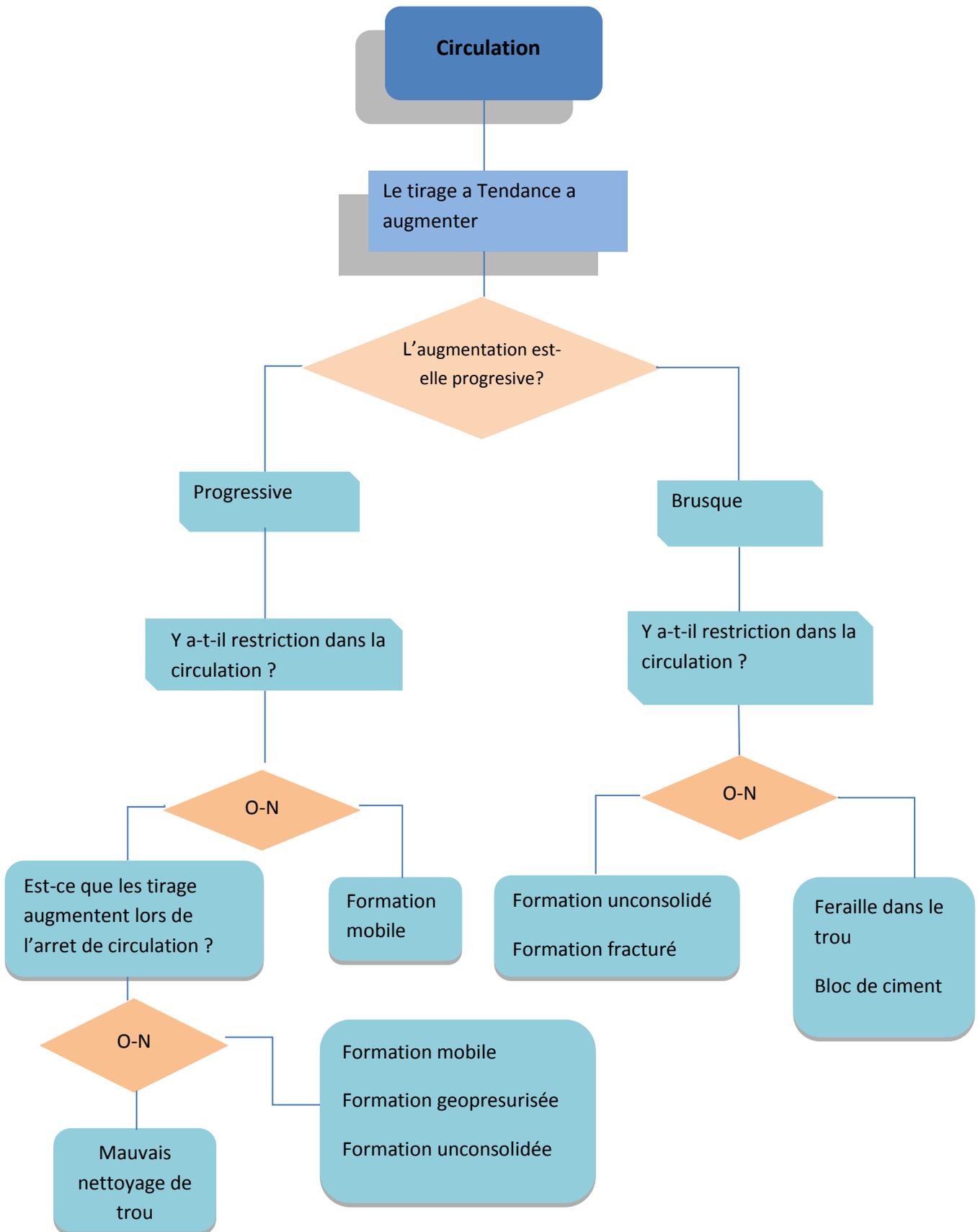


Fig .23: Arbres d'identification du mécanisme de coincement lors d'une circulation.

IV.4.3. Interprétation :

D'après l'organigramme on a pu identifier le problème du coincement ; ce coincement a été survenu à cause de durcissement du ciment à 1460m, ce durcissement est du à cause de l'augmentation de la pression de pompage de 50 psi à 400 psi.

IV.4.4. Coincement mécanique « Ciment tendre » :**IV.4.4.1. Cause :**

- La circulation est entreprise lorsque le fond de la garniture de forage est dans le ciment tendre;
- La pression de la pompe entraîne le durcissement immédiat du ciment;
- Vitesse de pénétration élevée lors de reforage du ciment tendre.

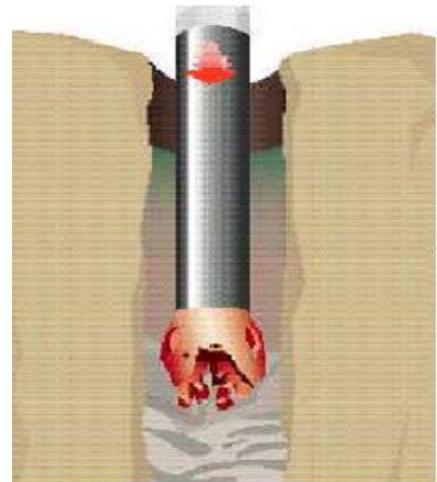


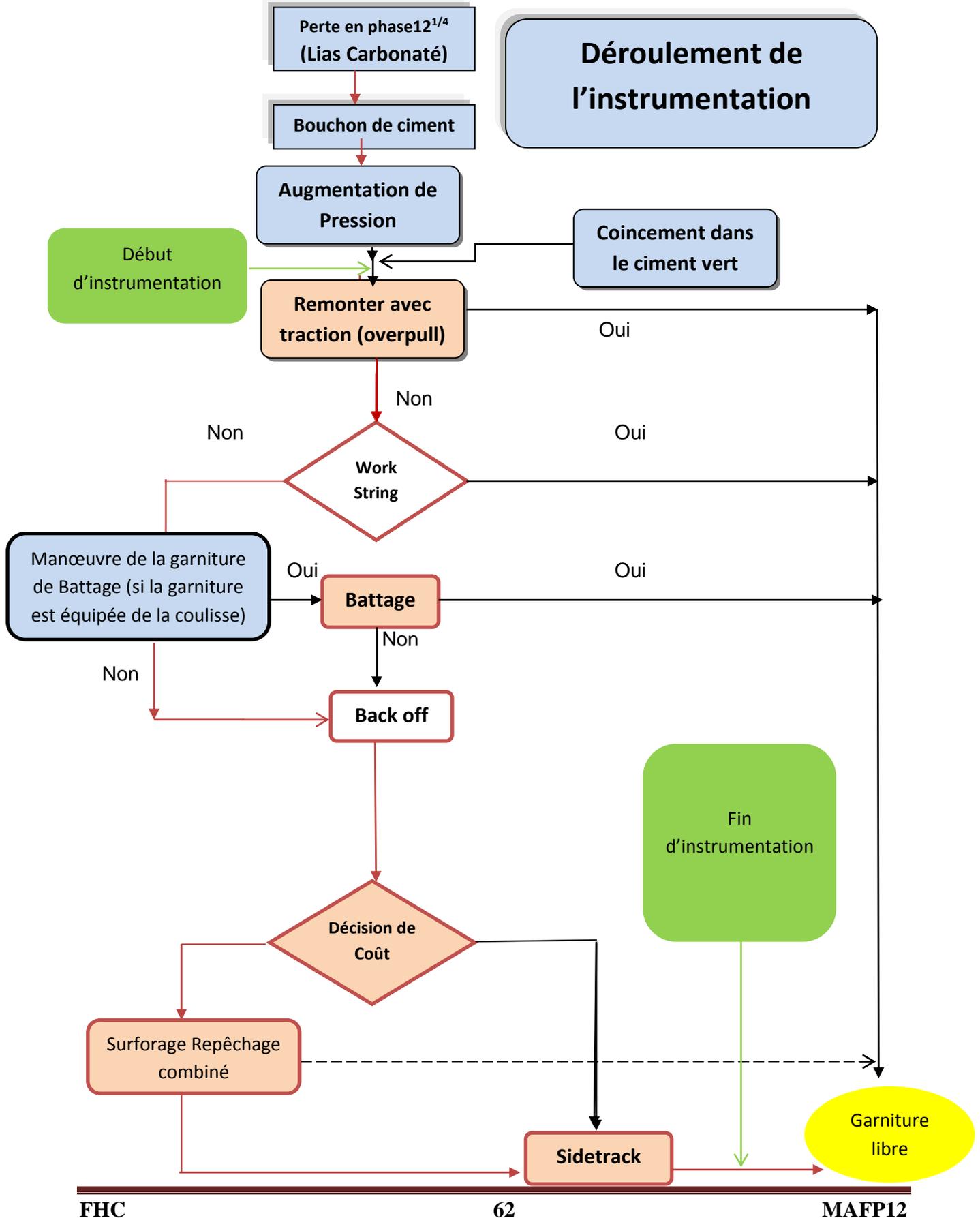
Fig.24 : coincement dans le ciment tendre

IV.4.4.2. –Actions préventives :

- Donner au ciment suffisamment de temps pour prendre.
- Estimer à l'avance le top ciment TOC.
- Commencer la circulation plusieurs joints au-dessus TOC.
- Contrôler la vitesse de pénétration lors de reforage du ciment.
- Reforer le ciment avec un faible poids WOB et débit élevé.

IV.5. L'organigramme pour libérer la garniture coincée :

L'utilisation de l'organigramme suivant nous permet de décider le meilleur plan d'action :



IV.6 Timing des opérations:

Le 02 Mai à 05H45 le coincement est survenu au cours de la remontée de la garniture pour descendre la BHA de reforage de ciment (équipée d'outil 12^{1/4"}).

De	A	Opérations	Remarques
Le 30 Avril			
01H30	01H45	-Le forage de la section 12 ^{1/4"} de 1512m à 1518m	-
01H45	02H45	-Circulation géologique	- Les géologues confirment la cote de sabot du casing 9 ^{5/8"} à 1518 m
02H45	03H45	-Circulation pour nettoyer le puits	-
Le 01 Mai			
12H45	15H15	-Perte partielle pendant la remontée de la garniture de 1493 à 1490m. -Perte Totale à 1494m au niveau de Lias Carbonaté.	-perte de 2m ³ /h. -pas de retour.
Le 02 Mai			
00H45	02H15	-Pomper 6m ³ de LCM à 1492m. -Déplacer avec 12.98 m ³ de boue.	-Pas de retour -pas de retour

03H15	05H15	<p>-Pomper le bouchon de ciment à 1460 m :</p> <p>-pomper 3m³ de CW (ciment water).</p> <p>-mixer et pomper 10m³de laitier de ciment (1.58sg)</p> <p>-Déplacer le ciment par la boue</p> <p>-Pomper 10.75m³ de boue en augmentant la pression de 50 Psi à 400 Psi.</p>	<p>-pas de retour</p> <p>-avoir un retour 100 % après le pompage de 3m³ de laitier de ciment.</p> <p>-après le pompage de 3.2m³ de boue (retour 50 % après 33 %).</p>
05H30	05H45	<p>-Essayer de remonter la garniture vers la surface :</p> <p><u>Coincement</u> de la garniture dans le bouchon de ciment à 1460m.</p>	<p>-L'échantillon de ciment en surface est tendre.</p>
05H45	22H00	<p>-Work string</p> <p>-essayer de libérer la garniture par circulation en augmentant la pression à 1500Psi et Q=100 l/min</p> <p>- essayer de libérer la garniture en dégageant vers le haut 180T plusieurs fois.</p> <p>-essayer de libérer la garniture avec un couple de 17000 lb.ft et overpul plusieurs fois</p>	<p>Sans succès</p>
22H00	23H00	Opération de Back off (mécanique)	

Tableau N°27 : Déroulement des opérations de 30/04/2013 jusqu'à 02/05/2013

IV.7.Dévissage mécanique:

Après l'échec de toutes les tentatives pour décoincer la garniture de forage tel que:

- ✓ Echec de Work string avec over pull et circulation et couple de 17000 lb.ft .

Une décision de faire un back off du train de sonde a été prise afin de commencer l'opération du side track.

IV.7.1.Procédure de dévissage mécanique :

Il s'agit de dévisser en soumettant la garniture coincée à un couple à gauche. Cette opération est très délicate car, sans l'aide d'explosif, le point de dévissage est incertain. D'autre part, elle nécessite l'application d'un couple à gauche important, il doit être supérieur au couple de blocage à droite. Cela se traduit fréquemment par des dévissages intempestifs et simultanés à différents points du train de sonde. Au mieux, on peut espérer dévisser dans une zone voisine du joint choisi.

Remarque :

On doit d'abord ajuster le poids de la garniture d'une façon à avoir le point neutre à l'endroit où l'on veut dévisser

IV.7.2. Déroulement de l'opération du back off:

IV.7.2. 1.Première tentative:

IV.7.2. 1.1.Reblocage de la garniture à droite:

1. Maintenir le poids sur le martin decker 70T.
2. Ajuster le torque de la table à 30000Lb.ft.
3. Resserrer la garniture de bas vers le haut, en remontant la position de point neutre d'une valeur de 4T pour chaque opération.
4. Répéter cette opération mais maintenant du Haut vers le bas, en tirant à chaque étape 7.5T.
5. En relâchant progressivement le torque, le nombre de tours appliqué à droite sont récupérés à gauche d'où la réussite de l'opération (toute la garniture est bloqué d'une manière homogène).

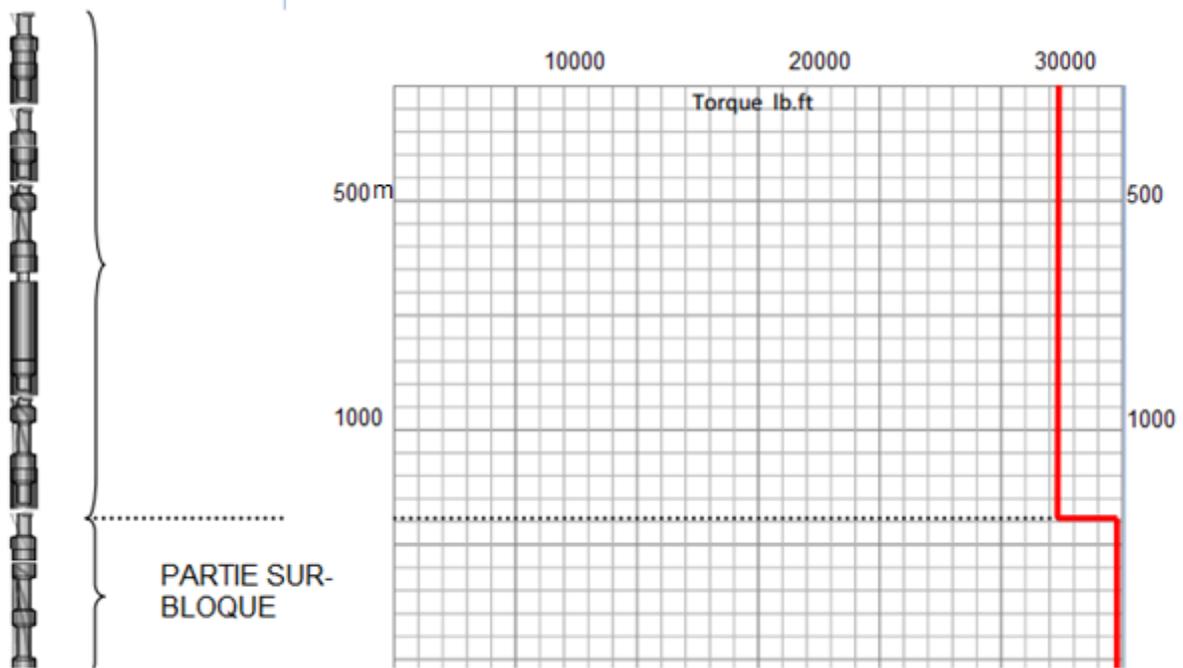


Fig.25 : Evaluation du torque lors de reblocage de la garniture

IV.7.2. 1.2. Tension à appliquer pour le dévissage :

La détermination de la tension à appliquer en surface est délicate ; elle résulte de la répartition des contraintes axiales au sein de la garniture. La tension T exprimée en **kdaN** à appliquer en tête de la garniture en tenant compte de la pression hydrostatique s'exerçant sur la section d'étanchéité du joint à dévisser est donnée par la formule suivante :

$$T = P + \frac{P_h \cdot S}{1000}$$

T: traction à appliquer sur la garniture exprimée en **kdaN**.

P: poids dans la boue de la garniture libre exprimé en **kdaN**.

P_h: pression hydrostatique régnant au droit du joint à débloquent exprimée en **bar**.

S: section d'étanchéité au droit du joint à débloquent en exprimée en **cm²**.

(la valeur de S est donnée dans le formulaire du foreur) ; $S=36.53 \text{ cm}^2$

$$P_h = H \cdot d / 10.2 = 1460 \cdot 1.05 / 10.2 = 150.29 \text{ bars}$$

$$\text{Poids de la garniture dans la boue} = 40.96 \text{ t} \cdot 0.981 = 40.18 \text{ KdaN}$$

$$\text{La tension } T \text{ sera égale à : } T = 40.18 + (150.29 \cdot 36.53) / 10^3 = 45.67 \text{ kdaN}$$

$$\mathbf{T = 45.67 \text{ KdaN}}$$

IV.7.2. 1.3. Dévissage de la garniture :

- 1- Ajuster le poids sur le martin decker à : 70t pour déplacer la position du point neutre vers le tool+joint le plus près de la cote de back off.
- 2- Appliquer un torque à gauche par étape de 24000 lb.ft en observant le poids sur le martin decker, la chute de 11t nous indique le dévissage évaluer selon le poids au martin decker la longueur de la longueur libérée, le poids passe à 55 t, d'où la réussite de l'opération.
- 3- Remonter au jour en visualisant les Tool-joints ainsi que l'état de la garniture.

Dans notre cas le dévissage s'est effectué à la profondeur 1075.02m.

Après cette tentative de back off on a récupéré : 113 joints de DP 5 '' et on a perdu 384.98m de DP5'' (40 joints) ; ceci n'est pas suffisant car on a perdu une grande longueur de poisson (DP5'') ce qui a obligé de faire une deuxième tentative afin de récupérer beaucoup plus de DP donc on fait redescendre la garniture et la revisser avec la tête de poisson en appliquant un couple de 20000 lb.ft.

IV.7.2. 2. Deuxième tentative :

IV.7.2. 2.1. Dévissage de la garniture :

- 1- Ajuster le poids sur le martin decker à : 75t pour déplacer la position du point neutre vers le tool+joint le plus près de la côte de back off.
- 2- Appliquer un torque à gauche par étape de 24000 lb.ft en observant le poids sur le martin decker, la chute de 20t nous indique le dévissage évaluer selon le poids au martin decker la longueur de la longueur libérée, le poids passe à 33 t ,d'où la réussite de l'opération.
- 3- Remonter au jour en visualisant les Tool-joints ainsi que l'état de la garniture.

Dans ce cas le dévissage s'est effectué à la profondeur 355.5m

Poisson perdu dans la première tentative	Poisson perdu dans la deuxième tentative
384.98m de DP5'' (40 joints)	719m de DP5'' (75 joints)

Interprétation :

Après cette tentative de back off on a récupéré que de 37 joints de DP 5 '' et on a perdu 719m de DP5'' (75 joints) ;Ceci n' est pas suffisant car on a perdu une grande longueur de poisson (DP5'') ;donc le nombre totale des joints de DP5'' perdus dans les deux tentatives=115joints ;ce qui a obligé de redescendre la garniture une autre fois pour la revisser avec la tête du poisson pour effectuer un autre dévissage mécanique afin de récupérer un nombre de joints supérieure au nombre de joints récupéré dans les deux premiers tentatives ;Malheureusement le revissage de la garniture avec le poisson n'a pas réussi ce qui fait appel à l'opération de repêchage du poisson (fishing) .

IV.8.Déroulement de l'opération de repêchage :

1. Descendre la garniture de repêchage de surface jusqu'à 350m :

Composant	Joints	OD	Longueur (m)	BHA
Drill Pipe	39	5.000	346.8	
Cross Over	01	8.000	0.90	
Fishing Jar	01	8.000	4.10	
Bumper Sub	01	8.000	1,85	
OverShot Fishing tools	01	11.750	1,30	

Tableau N°28 : La composition de la garniture de repêchages

2. repêcher le poisson en arrêtant la circulation
3. circuler après le repêchage du poisson par l'Overshot et enregistrer la pression (Q=650l/m ; P=50 Psi).
4. descendre Free Point indicator tool à 1347m :

✓ The Free Point Tool :

L'indicateur de point libre est un ensemble électromécanique conçu pour mesurer avec précision le couple ou la variation de torque dans des conditions difficiles. L'ensemble de l'outil Free Point indicator composé d'un ressort d'arc ou un aimant, des ancrages supérieurs et inférieurs, et une section de capteur pour déterminer le point de coincement. Les composants supplémentaires qui doivent être exécutés avec l'ensemble de l'outil Free Point indicator sont: des barres de plomb pour surmonter la capacité de maintien des ancrs, un localisateur de collier (CCL) pour déterminer la profondeur et un joint mou pour soulager le poids au-dessus de l'ensemble de l'outil lorsqu'il est à la bonne profondeur Pour faire une mesure.

- **A.1. Caractéristique :**
- Une large gamme d'outils est disponible pour les opérations dans des enveloppes de grand diamètre et des tailles et restrictions de petit diamètre
- La plupart des outils Sondex Free Point peuvent être exécutés simultanément avec des assemblages explosifs
- Options d'outils disponibles pour des opérations de 30 000 psi (206,8 MPa) sur tous les types de lignes filaires, Y compris la ligne filaire nickel wireline.

<i>Profondeur (m)</i>	<i>Traction (%)</i>	<i>Torque (%)</i>
1285	96.74	100
1298	100	97.12
1307	83.14	86.55
1312	33.75	40.72
1325	32.11	39.32
1329	29.88	29.10
1335	01.92	00
1342	00.09	00



Tableau N°29: Détermination du F.P.I

Le SIT (Stuck Point Indicator Tool) est indispensable vue sa précision à la détermination du point de coincement, ce dernier est déterminé d'après les valeurs ci-dessous qui ont été obtenues après l'utilisation du SIT :

D'après ces valeurs, on remarque que la traction et le torque presque s'annulent tous les deux à la côte 1342m, ce qui implique que la côte qui correspond au point libre est celle de 1342m

5. descendre PTS (Plasma Torch system) pour perforer le poisson à 1342m et arrêter la circulation pour confirmer le retour de la boue.

6. descendre RCT (Radial Cutting Torch) pour couper le poisson à 1330 m.

- **B.1. Radial Cutting Torch (RCT):**

B.1.1. Caractéristiques :

- Constitué de carburant évalué et matière non dangereuse
- Aucun problème de stockage, de manipulation ou d'élimination
- ne provoque pas de flambage ou de gonflement des tiges
- Coupe propre pour des opérations de repêchage plus faciles
- Coupe tous les types d'acier
- Peut être descendu et traverser des restrictions pour couper des DP de grands diamètres.

B.1.2. Applications :

- Peut être utilisé dans des conditions de contact direct
- Possibilité de couper même si la circulation est interrompue
- Fonctionnera à des températures allant jusqu'à 500 ° F
- Peut travailler dans des boues de forages lourdes



Fig .26 : RCT

7. Travailler la garniture à 140 t pour couper le poisson → la coupe est effectuée à 1302 m.

Partie récupérée

-On a récupéré 948 m de DP 5'' (32 joints+2tiges+6m d'acier).

Tête de poisson

- Théoriquement la tête de poisson 1302m

Conclusion :

Donc les 2 tentatives de back off n'ont pas donné des bons résultats car on a perdu une grande longueur de DP dans le puits. La direction Sonatrach a décidé de faire une étude économique pour choisir la décision de faire la 3ème tentative ou de réaliser le side track

IV.9.Coûts économiques:

IV.9.1.Paramètres de décisions :

En général les types d'instrumentation ne sont jamais semblables, chaque cas est un cas particulier et doit être étudié avant de prendre toute décision.

Le paramètre coût est le premier paramètre à prendre en considération. Il faudra cependant tenir compte également des paramètres tels que :

- équipement,
- personnel qualifié,
- fiabilité de l'information.

➤ Paramètre «coût» :

Il faut évaluer :

- **A** = le coût du poisson laissé dans le puits,
- **B** = le coût du side track (Nombre de jours pour atteindre la côte perdue \times coût journalier appareil),
- **C** = le coût estimé des jours passés à instrumenter (Nombre de jours \times coût journalier appareil),
- **D** = le coût de l'équipement des compagnies de service contractées pour l'opération,
- **E** = le coût de la réparation des équipements endommagés.

➤ La décision coût :

- **Tant que et si $A+B > C+D+E$ l'instrumentation est conseillée**
- **Si $A+B = C+D+E$ l'instrumentation est déconseillée**
- **Si $A+B < C+D+E$ l'instrumentation doit cesser immédiatement**

1. Coûts de la BHA perdu dans le puits:

La garniture	Nombre	Prix unitaire (\$)	Prix total (\$)
Tiges	18	1982.52	35685 ,36
Prix total			35685,36

Tableau N°30

➤ $A=35685.36$ (\$)

g) le coût estimé des jours passés à instrumenter :

$C = \text{Nombre de jours} \times \text{coût journalier appareil.}$

AN :

- Nombre de jours : **9 jours**,

- Coût journalier : **28 325 (US \$)**,

➤ $C = 254925$ (US \$).

h) le coût estimé de side track :

➤ $B = 320\ 000$ (US \$).

i) le coût de l'équipement des compagnies de service contractées pour l'opération :

➤ $D = 289\ 552$ (US \$).

- **Remarque :**

Pour le coût de la réparation des équipements endommagés est négligeable

✓ $E = 0$ (US \$).

✓ $A+B = 35685.36 + 320\ 000$

✓ $A + B = 355685.36$ (US \$).

✓ $C+D+E = 254925 +289\ 552 +0$

✓ $C+D+E = 544477$ (US \$).

A=Valeur de la garniture coincée	35685,36(US \$)
B=Coût du Side track	320 000(US \$)
C=Coût estimé des jours passés à repêcher	254925 (US \$)
D= Coût estimé de la location des équipements et du service des contacteurs	289 552 (US \$).

$$A + B = 355685.36 \text{ (US).}$$

$$C + D + E = 544477 \text{ (US \$).}$$

**CONCLUSION:**

- **Tant que $A+B < C+D+E$ alors l'instrumentation doit cesser immédiatement**

IV.10. Side Track:

IV.10. 1.Introduction:

Après toutes les opérations effectuées sur le puits GEHE-1 (work string,back off) en essayant de libérer la garniture coincée aucune progression n'a été constaté, C'est maintenant le temps de faire side track.

Dès la prise de décision de side-track il est nécessaire de rechercher la zone ou la formation présente les caractéristiques les plus aptes à permettre un side-track. Cette opération se fait en analysant les avancements rencontrés dans le puits précédent. La formation idéale doit être consolidée à une vitesse de pénétration élevée et un trou calibré.

IV.10. 2. Objectif :

Réaliser un nouveau trou à partir du puits existant ; cette opération consiste à abandonner la section inférieure d'un puits suite à une instrumentation infructueuse (éviter le poisson).

IV.10. 3. Plans de Side Track:

Le side track dans le puits GEHE-1 a été réalisé par les opérations suivantes :

- Mise en place d'un bouchon de ciment.
- Descendre la garniture de déviation et Réaliser Side Track.
- Reprendre le forage vertical de la phase 12^{1/4}".

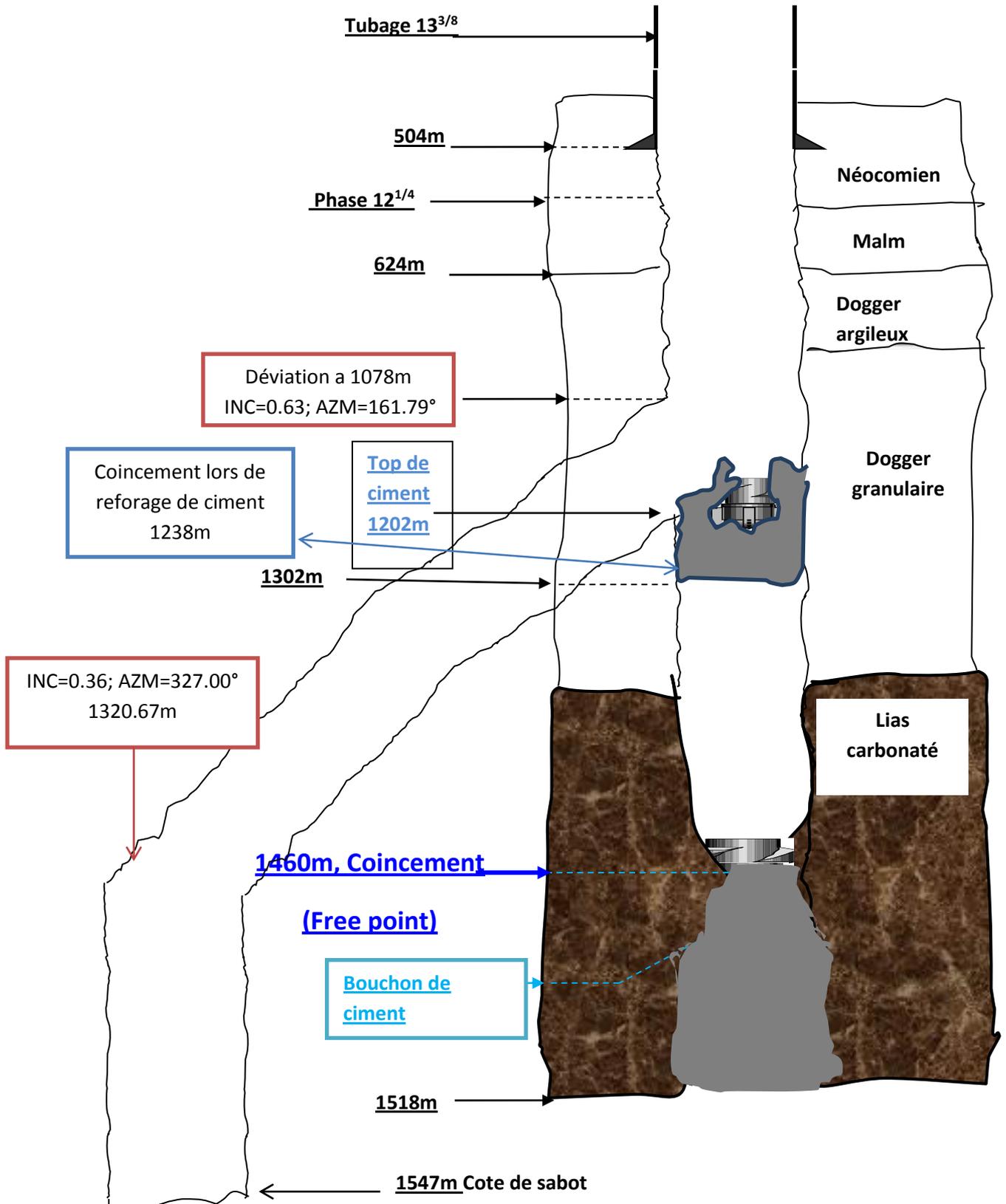
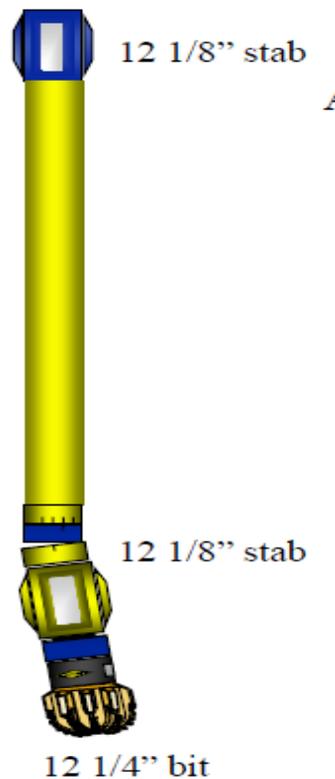


Fig.27: Plan de Side track

IV.10. 4. Procédure opérationnelle:

1. Montage de la garniture de cimentation open end DP (extension) (1302m, DP 5''),
2. Tester la tête de cimentation à 3500 PSI (Test positif).
3. Circulation de boue (Q=600 l/min ; P=170 Psi).
4. Pompage et pose d'un bouchon de ciment :
 - 3 m³ de spacer ahead de densité d=1.20 sg.
 - Pompage de 8 m³ de ciment spécial (densecreat) de densité d=2.1 sg.
 - pompage de 1.5 m³ de spacer behind.
 - Déplacer avec 7.6 m³ de boue, d=1.05.
5. Descente de l'équipement directionnel (PDM,...), retour volume d'acier 100%.

**Fig .28: Garniture descendue**

6. Toper à 1202m et reforage du ciment de 1202 à 1242m (WOB : 4-6T ; RPM : 60-70), retour à 100% :
 - Medium to hard cement de 1202m à 1215m.
 - Hard ciment de 1215m à 1242m.
7. Nettoyage du trou (Q=2300LPM, P=1400 Psi).

8. Remontée de la garniture ; coincement à 1238 m (pas de circulation) :

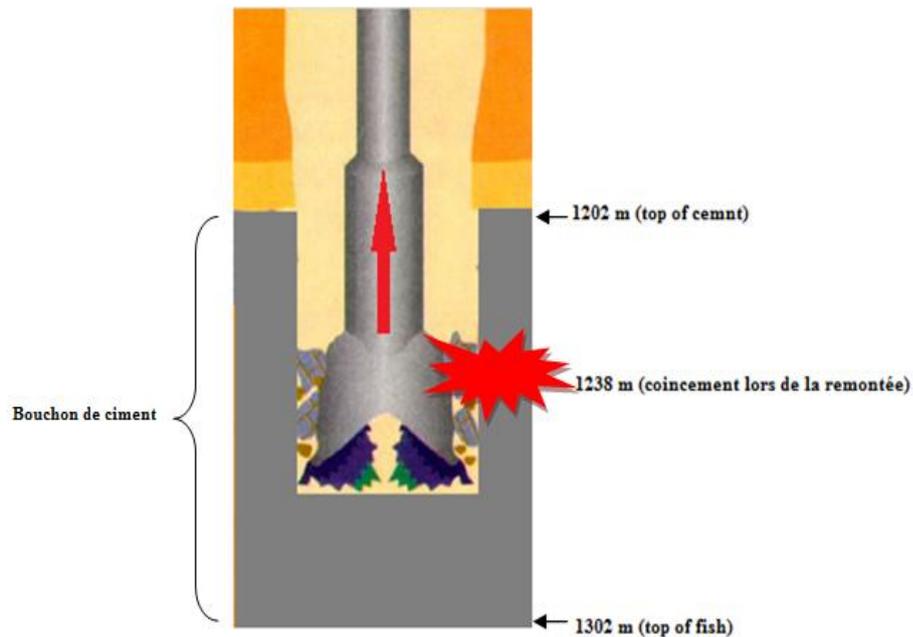


Fig.29 : coincement de la garniture

9. Déroulement du traitement du ce coincement :

- Essai de décoincement de garniture (sans succès)
 - Battage vers le bas (Sans succès)
 - Continuité de battage vers le bas et work string (sans succès)
 - Battage vers le haut et vers le bas et work string (sans succès)
 - Essai de reprendre la circulation en appliquant un torque de 500 Amp sur la garniture (négatif)
 - Battage vers le haut de 130 T (sans succès)
 - Mécanique Back off :
- ✓ Dévissage de la garniture de 90 T (5 T overpull) avec un couple à gauche de 650 Amps

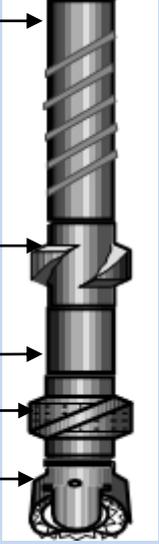
Partie récupérée	Poisson	Top of fish (1154.5 m)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 34 joints de DP5'' ✓ +06 HWDP 5''+ ✓ 11 DC 8''+ ✓ D.JAR 8'' ✓ XO 	<ul style="list-style-type: none"> • 08DC8'' • STB12^{1/4}'' • Short DC8'' • Near Bit+ • Bit 12^{1/4}'' • Totco 	

Tableau N°31: BHA Perdue

10. Pompage et pose d'un bouchon de ciment pour kick-off side track à 1154m :

- 3 m³ de spacer ahead de densité d=1.20 sg.
- Pompage de 7.97 m³ de ciment spécial (densecreat) de densité d=2.1 sg.
- pompage de 0.87 m³ de spacer behind .
- Déplacer avec 7.13 m³ de boue, d=1.05

11. Attente de séchage du ciment pour une durée de 24 heure (Top of ciment =1044m).

12.Reforage du ciment de 1044m à 1082 m.

13. augmentation de la densité de boue(de 1.05 à 1.10) et circuler pour conditionner le puits .

14. Continuité le reforage du ciment de 1082 à 1095 avec : WOB=2-6T ;RPM=60 ; Q=2300 LPM ;P=980 Psi.

15. Remontée de la garniture jusqu'au surface.

16. La descente de 12^{1/4}” Side Track BHA :

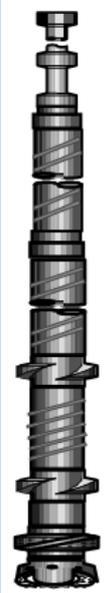
Tool Type	OD (in)	Nbr de joints	Longueur (m)	Schéma de garniture
HW	5.000	2	18.22	
JAR	6.500	1	9.87	
HW	5.000	12	109.91	
XO	8.000	1	0.46	
DC	8.000	6	55.47	
CS	6.500	1	0.64	
NXO	8.000	1	2.14	
MWD	8.000	1	1.58	
NDC	8.000	1	9.47	
PDM	8.000	1	10.64	
PDC	12.250	1	0.35	

Tableau N°32: La composition du Side Track BHA

17. Descente avec circulation jusqu’au KOP 1078m avec : inclinaison=0.63° ;Azm=161.79°

18. Le forage de la section 12^{1/4}” de 1095m à 1111 m (100 % de formation).

19. Side Track Drilling 12^{1/4}” section de 1111 m à 1201 m ; à 1155.51m :

Débit	RPM	WOB	Pression	Azimut	inclinaison
2300 l/min	130-180 tr/min	5-8 T	200 Psi	356.04°	8.79°

20. Side Track Drilling 12^{1/4}” section de 1201 m à 1289 m ; à 1 203,33m :
inc=4,69° ;azm=359,21°.

21. Side Track Drilling 12^{1/4}” section de 1289 m à 1320 m ; à 1299.67m :
inc=0.36° ;azm=327,00°.

22. Side Track Drilling 12^{1/4}” section de 1320 m à 1547m : inc=0.36° ; azm=327,00°.

23. Circulation géologique : les géologues confirment la cote de sabot du casing 9^{5/8}” à 1547m (au niveau du LIAS ANHYDRITIC).

IV.11.Proposition de Side Track avec le whipstock:

Comme on a vu dans le déroulement du side track dans la section 12^{1/4}, la pose d'un bouchon de ciment pour le kick-off a provoqué un coincement de la garniture lors du reforage du ciment ce qui amenait à faire le battage puis le dévissage mécanique de la garniture donc encore un poisson à perdre dans le puits et encore un bouchon de ciment à pomper avec un grand temps à perdre dans ces opérations ;En point de vue économique tous ces facteurs provoquent des coûts très élevés (coûts du BHA perdue dans le puits+ coûts des opérations(cimentation...)+ coûts des bouchons de ciment...),afin de minimiser ces coûts on propose l'utilisation du whipstock ;malgré le whipstock est utilisé en général dans le cas d'un side track à travers le tubage mais on peut l'utiliser aussi en trou ouvert pour éviter le pompage du kick-off cement plug et les problèmes du coincement mécanique (coincement dans le ciment).

IV.11.1.Le Sifflet déviateur (whipstock) :

C'est une pièce en forme de gouttier inclinée de quelques degrés la base inférieure est pointue pour se planter dans la formation et éviter sa rotation avec l'outil de forage, le whipstock est orienté par un outil de mesure conventionnel puis planté dans le sol par une application d'un poids qui en même temps casse une goupille de cisaillement et libéré l'outil de forage de diamètre réduit, le forage doit être précautionneux, quand on a foré 5 à 6 mètre on remonte l'ensemble : outil et whipstock pour descendre ensuite une garniture d'alésage au diamètre de la phase qui aura la tendance d'augmenter l'inclinaison.

Les sifflets déviateurs sont communément appelés « Whipstock »

IV.11.2. Descente et mettre en place le Whipstock :

Le but. D'un sifflet déviateur est d'initier la déviation d'un puits ou d'une branche d'un puits, Soit en trou ouvert, soit à partir de l'intérieur d'un tubage

Un sifflet déviateur est un sabot d'acier dans lequel est usiné un sillon concave

Ce sillon forcera l'outil de forage vers la paroi du puits créant ainsi une force latérale

Permettant :

Soit d'initier une branche secondaire d'un puits, soit d'ouvrir une fenêtre dans un tubage,

Les sifflets déviateurs peuvent être :

- permanent ou récupérables
- posés ou ancrés
- orientés ou non

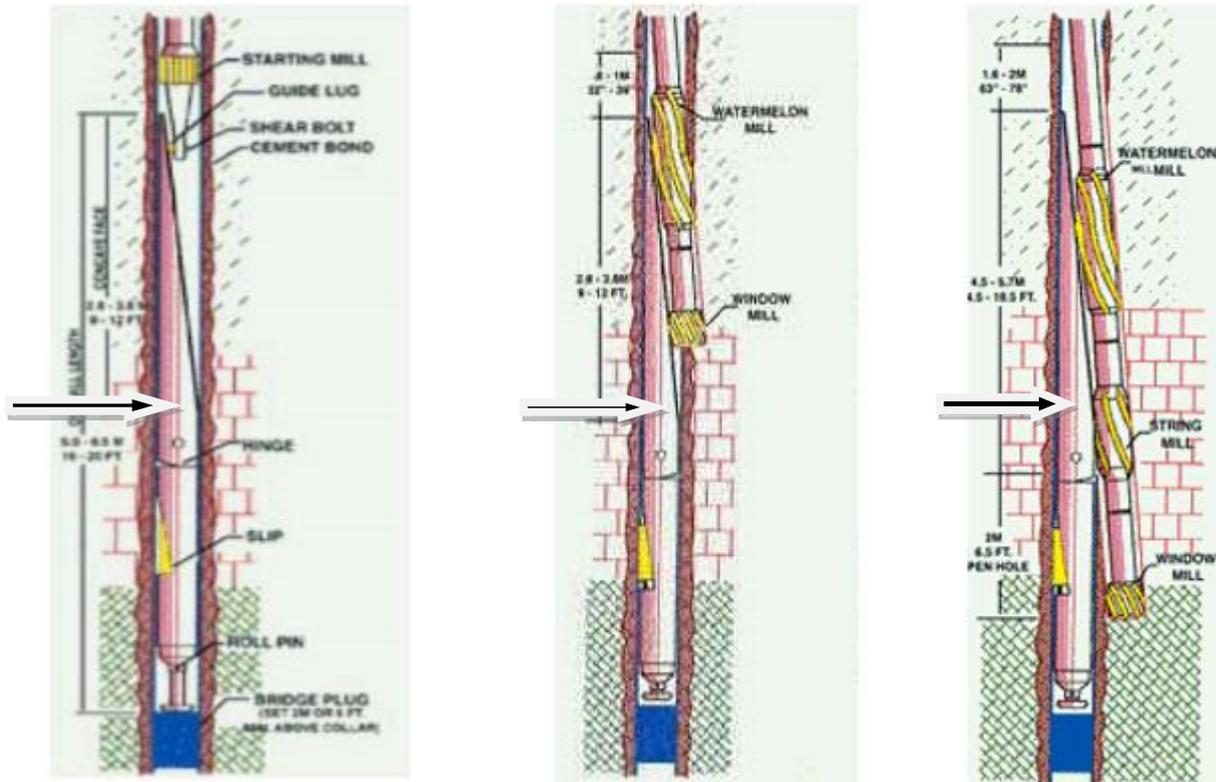


Fig.30 : Whipstock

À des profondeurs profondes, avec des températures et des pressions élevées, les bouchons de ciment sont rarement plus durs que la formation environnante, ce qui n'est pas l'idéal pour un bon départ de kickoff ; ainsi que les coincements survenus au cours du pompage du bouchon de ciment.

Dans les puits fortement déviés, les poses de bouchons de ciment sont souvent perturbées le long des parois du trou. Sans la dureté d'un bon bouchon de ciment, le side track devient difficile. Souvent, de nombreux bouchons de ciment seront nécessaires pour obtenir des résultats acceptables. C'est à la fois long et coûteux.

Employer un whipstock au lieu d'un bouchon de ciment est une alternative sûre et économique. Quand un poisson est laissé dans le découvert, un whipstock peut être descendu et ancré sur le poisson. C'est un moyen simple, rentable et facile de s'écarter du poisson. Selon ce qui est laissé dans le trou, il y a différentes options d'ancrage du whipstock en trou ouvert dans notre cas on propose :

Whipstock avec overshot:

Si le top du poisson n'est pas abimé, un overshot peut être utilisé pour se raccorder au poisson. Avec ce système, le whipstock peut être descendu avec un dispositif directionnel

traditionnel, tel qu'un raccord UBHO, et peut être orienté avant le raccordement au poisson. Si c'est dans un trou dévié, l'orientation peut être réalisée avec un MWD.

Les avantages du sifflet déviateur :

- ✓ Utilisé en trou ouvert ou à partir de l'intérieur d'un tubage.
- ✓ Méthode économique et rapide.
- ✓ Le sifflet permet de dévier sans orientation, si la direction du side track n'est pas imposée.

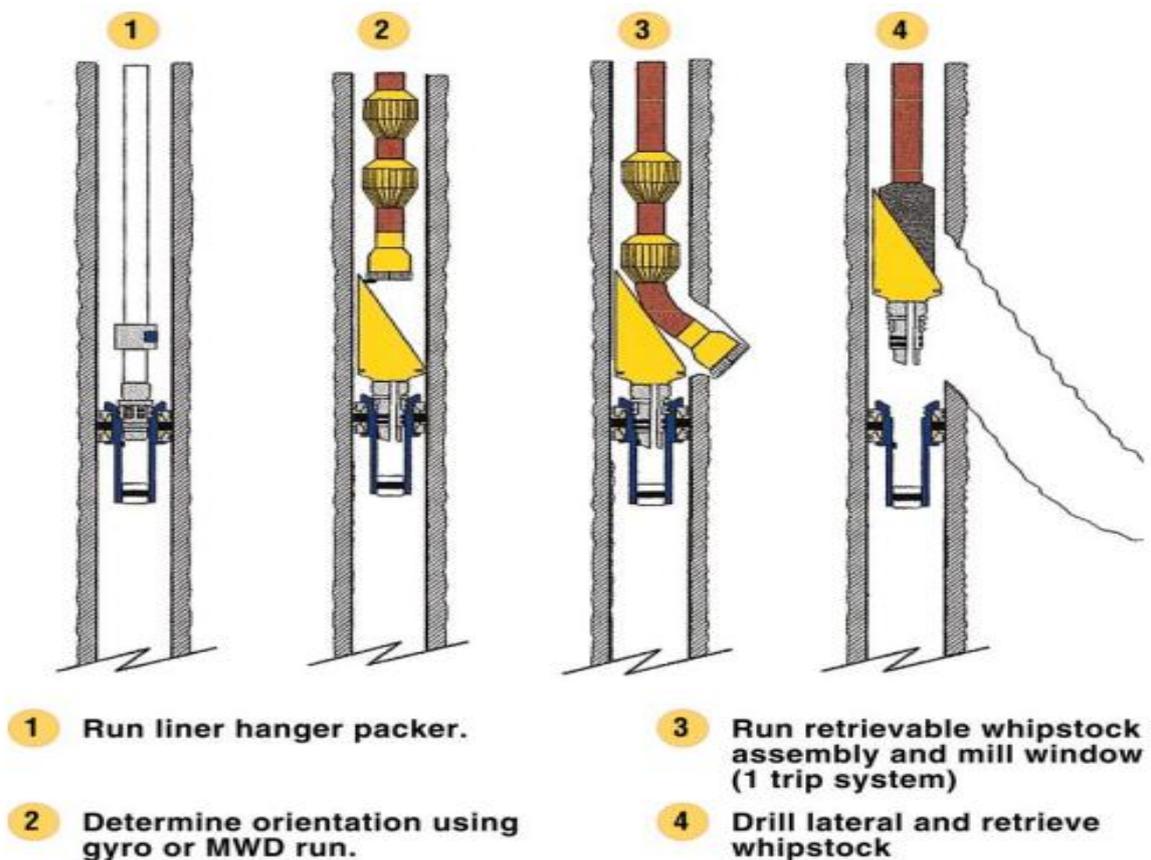


Fig.31 : Déviation par sifflet déviateur (whipstock)

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude qui nous a tout particulièrement intéressée et portant sur l'étude du problème du coincement dans la phase 12^{1/4"} sur le puits GEHE-1 à Oued Mya, nous tenons à souligner que l'analyse des données de l'influence des formations, de la boue, et l'analyse des problèmes de cette phase, montrent que le coincement est dû principalement à la perte totale qui a été déclenchée au niveau du Lias Carbonaté, ce qui nécessite l'injection de bouchon de ciment pour traiter la perte et qui provoque par la suite un coincement total de la garniture du à l'augmentation brusque de la pression de pompage.

Durant cette étude, nous avons constatés que, pour la résolution d'un coincement de la garniture le suivi de certaines opérations doit être clair et précis, que ce soit le dévissage ou battage ou repêchage ou autres, le calcul des paramètres nécessaires est primordial pour la réussite de celles-ci, bien que dans certain cas la réussite est loin et dépend de la rapidité de la réaction et le choix de la procédure à applique.

Compte tenu de ce qui précède et pour résoudre le problème rencontré, on recommande ce qui suit :

- ✓ Connaître et estimer la pression de formation pour la mise en place d'une pression hydrostatique capable de maintenir les parois du puits en place et pour ne pas fracturer la formation.
- ✓ Prévoir une pression hydrostatique suffisante pour éviter le risque du craquage du Lias Carbonaté, cela consiste à forer le Lias séparément aux autres phases.
- ✓ Bien estimer le temps de durcissement de ciments afin d'éviter de tomber dans un cas de coincement dans un ciment tendre pendant le reforage de ciment.
- ✓ Pour assurer une meilleure efficacité de la coulisse de battage, elle doit être correctement positionnée, elle ne sert à rien si elle se trouve sous le point de coincement, elle est peu efficace si elle est trop loin de ce point.

Pour l'opération de dévissage (back-off) :

- ✓ Le choix du joint à dévisser qui au-dessus du point de coincement, on choisira de préférence un joint de "longueur" qui est dévissé à chaque manœuvre.
- ✓ Le blocage de la partie libre de la garniture se fait au-dessus du jar.
- ✓ Il est important de transmettre correctement ce couple au point de dévissage, pour éviter les risques de dévissage intempestifs en d'autre point de la garniture.

En effet, le mauvais diagnostic d'un problème de coincement ne fait que compliquer la situation et a pour conséquence la perte de temps et d'argent. L'expérience obtenue à partir des instrumentations dues à des coincements, les différentes études économiques montrent que l'instrumentation est incertaine et plus coûteuse qu'un side track et le résultat de ce dernier est beaucoup plus sûr.

Pour la réussite et un bon déroulement de Side Track il est recommandé de :

- ✓ Bien choisir la zone de déviation qui doit être une formation consolidée qui présente les caractéristiques les plus aptes à permettre un Side Track.
- ✓ La déviation doit être continué jusqu'à l'obtention d'un angle extrapolé de 3° à 5° et d'éviter le poisson avec une distance de 5m a 7m
- ✓ Pour éviter tous problèmes de coincement lié au ciment il est recommandé de descendre le sifflet déviateur et effectuer la déviation

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Programme de forage du puits GEHE-1. Mars. 2013.SONATRACH
- [2] Mud Program (puits GEHE-1). Mars 2013. AVA ALGERIA.
- [3] Les rapports journaliers du superviseur (SPEC 151), PuitsGEHE1.SONATRACH.
- [4] Géologie des provinces pétrolifères de l'Algérie_ KHALE ECHIKH ; Edition1975.
- [5] Drilling Data Handbook –Technip, PARIS; 1999 Edition.
- [6] Cours de forage dirigé. Jean-Paul Néguyén.IFP training Edition 1993.
- [7] Cours d'instrumentation en forage -ANADRILL-(SCHLUMBERGER); Edition 1986.
- [8] Stuck Pipe Prevention Self, SUGAR LANDS LEARNING CENTER, Edition 1994.
- [9] THERMAL PLASMA TORCHES, CAMBRIDGE INTERNATIONAL SCIENCE PUBLISHING, Edition 2007.
- [10] Cours de forage, A. SLIMANI, Division forage, Edition 2004.
- [11] Stuck Pipe Prevention, A Proactive Solution to an Old Problem, Society of Petroleum Engineers, Edition 2007.
- [12] STUCK-PIPE PREVENTION, SELF-LEARNING COURSE, -ANADRILL-(SCHLUMBERGER); Edition 1997.
- [13] Les outils courants de repêchage et d'instrumentation, Gérard MARGUERITAT, Edition 1983.
- [14] « Les perte de fluide », document SONATRACH
- [15] Drilling & Completion, World Oil, - Angelique R. Eubanks, BP-Amoco; august 1999.