

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté d'Hydrocarbures et des Energies Renouvelables et
Sciences de la Terre et l'Univers
Département de Forage et MCP



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention De Diplôme du Master en forage pétrolière

Option : **FORAGE**

THÈME

**Etude des coincement dans la phase 12''^{1/4}
Sur le champ de HMD (puits OMLZ45)**

Soutenu publiquement par :

-  **Madani Aoun**
-  **Bassi Rafet**
-  **Medjedli Seif Eddine**

Encadrer par :Mr Fanazi Bilal

Année Universitaire : 2016/2017

REMERCIEMENTS

Toute la gratitude et le merci à Dieu, notre créateur qui nous a donné la force pour effectuer ce travail.

Nous remercions, notre promoteur le :

Pr fenazi bilal

Nous remercions également :

Tous les enseignants (DES HYDROCARBURES), qui ont assuré notre formation durant tout le cycle d'études.

Nous tenons par cette occasion à présenter nos vifs remerciements à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ *Mes très chers parents qui ont beaucoup sacrifié à mon bonheur ;*
- ❖ *Mes très chers frères*
- ❖ *Tous mes amis;*
- ❖ *Et à tous ceux qui m'ont encouragé durant ma vie estudiantine.*

RAFET et SEIF EDDINE et AOUN



ملخص :

تعتبر عملية الحفر من أهم وأخطر العمليات والأكثر كلفة. وأثناء عملية الحفر قد نواجه عدة مشاكل أخطرها هي ألتصاق أعمدة الحفر نتيجة عدة أسباب(انتفاخ الطين وطبقات وتراكم الشوائب أو سقوط قطع حديدية في البئر....الخ)وهو ثلاثة أنواع : ألتصاق ميكانيكي و ألتصاق ضغطي أو ألتصاق سببه هندسة تكوين.ولمعالجة هاته أالمشاكل نلجأ إلى استعمال مواد سائلة أو القص الانفجاري والكيميائي أو تنافر نحو الأعلى والأسفل .

Résume:

Le forage est le processus du coût le plus important et le plus dangereux des opérations. Pendant le processus de forage il y a exister plusieurs problèmes Le plus grave est coincement le tige de forage en conséquence un certain nombre de raisons(chute de ferraille et gonflantes et accumulation de déblais)et le coincement trois type : Coincement par pression différentielle et Coincement par instabilité des formations et Les coincements mécaniques, donc pour traitement les problèmes utiliser bouchon (eau et acide et huile)et Devissage Back-Off et battage.

Summary :

Drilling is the largest cost of the process and most dangerous operations. During the drilling process there exist several The most serious problems is entrapment the drill pipe as a result a number of reasons (scrap loss and swelling and accumulation of debris) and there are three types: Entrapment by differential pressure and entrapment by instability of formation and mechanical entrapment, so for processing the problems use stopper (water and acid and oil) and unscrewing Back-Off and hype.

Titres	pages
INTRODUCTION GENERALE	01
I- CHAPITRE I	
<i>I.1 Coordonnées géographique du champ de HMD</i>	02
<i>I.2. Cadre géologique</i>	02
<i>I.3. Description de la série sédimentaire du champ de Hassi Messaoud</i>	03
<i>I.4. Exploitation du champ de HMD</i>	09
II-CHAPITRE II	
<i>Introduction</i>	11
II.1 Définition de coincement	11
II.2: CLASSIFICATION DES COINCEMENTS	12
<i>II.2.1 :Coincement par instabilité des formations</i>	12
<i>II.2.2 :Coincement par pression différentielle</i>	16
<i>II.2.3:coincement mécanique</i>	19
III-CHAPITRE III	
III.1. Introduction	23
III.2. Stratigraphie	23
III.3 Caractéristiques Géologiques	24
III.4. Découpage en Drains et Caractéristiques Pétro Physiques	24
III.5. Situation Géographique du Puits OMLZ45	25
IV-CHAPITRE IV	
IV.1) problème du coincement dans le forage OMLZ45	27
IV.2) Identification du mécanisme de coincement	27
IV.3) Déroulement du forage de la section 12" 1/4	29
IV.4. L'organigramme pour libérer la garniture coincée	32
IV.5) Paramètres de décisions	34
IV.6) Le POISSON	35
IV.7) Déroulement des instrumentations	36
IV.8) Dévissage mécanique	37
IV.9) Side track	38
IV .10) Outil de déviation	39
IV.11) Analyses et interprétations	39
-Conclusion	
-Liste des figures et liste des tableaux	
-Bibliographie	

Liste des figures

Figure	Page
Fig.1.: Répartition des zones pétrolifères et gazifières	02
Fig.2. Coupe stratigraphique type du HMD	09
Fig. 3: Argiles fluentes.	13
Fig4: Argiles feuilletée	14
Fig. 5: Diminution du diamètre nominal du trou.	15
Fig. 6: Formation du Dog leg	15
Fig. 7: Principe de collage par pression différentielle.	17
Fig. 8: key seat	20
Fig. 9: Les éboulements	21
Fig. 10: situation du puits OMLZ45	25
Fig. 11: les cotes de formations	26
Fig. 12: processus de traitement des coincements	32
Fig 13 :déroulement des instruments	36
Fig.14: l'outil de déviation (power pak A962)	39
Fig.14 : Opération de squeeze.	42

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tab.01 : identification du mécanisme de coincement	28
Tab.02 : Le poisson	35
Tab.03 : composant de la garniture à dévisser	37
Tab. 04 :.analyse des paramètres de boue	41

INTRODUCTION GENERALE

Pendant la réalisation d'un forage, plusieurs problèmes peuvent survenir interdisant ainsi la poursuite normale de l'opération.

Le coincement d'une garniture de forage ou d'une colonne de tubage est l'un des problèmes les plus courants. Malheureusement ce genre d'incident ne se résume pas à la phase de forage mais aussi à la phase de production, où on peut avoir un coincement d'un liner, d'un tubing ou d'un train de teste.

La vigilance est demandée pour éviter ce problème. Les risques de coincement sont considérablement accrus lorsque des formations, techniquement très défavorables (fluents gonflants bouillants...), sont rencontrées durant la réalisation du puits. Plusieurs types de coincements peuvent apparaître au cours d'un forage, voici les types :

- Le coincement dus a une pression différentielle trop élevée en face des zones poreuses et perméables.
- Les coincements mécaniques
- Les coincements dus à la formation

Souvent les coincements dus à la formation sont regroupés avec les coincements mécaniques et l'on considère que tout ce qui n'est pas coincement par pression différentielle est un coincement mécanique.

Donc le coincement en générale, c'est un obstacle qui impose un arrêt de forage dont la durée est difficilement prévisible. De toute manière c'est un problème grave puisque même si l'on estime à priori le mal curable, les opérations qu'il est nécessaire d'entreprendre entraînent des dépenses dont le seuil de rentabilité est souvent très difficile à déterminer et des risques pouvant aller jusqu'à la perte du puits.

Chapitre I : Généralités sur le champ de HASSI MESSAOU :

I.1. Coordonnées géographique du champ de HASSI MESSAOU :

Il s'étend sur une superficie de : **2500 km²**

Il a pour coordonnées **Lambert** :

X = [790000-840000] Est ;

Y = [110000-150000] Nord.

Il est encadré par la **latitude** 31°30' et 32°00' et la **longitude** 5°40' et 6°20'.

I.2. Cadre géologique :

Le champ de Hassi-Messaoud occupe la partie centrale de la province triasique. Par sa superficie et ses réserves, il est le plus grand gisement de pétrole en Algérie. Il est limité au Nord-Ouest par les gisements de Ouargla [Gellala, Ben Kahla et Haoud Berkaoui], au Sud-Ouest par les gisements d'El Gassi, Zotti et El Agreb, au Sud-Est par les gisements; Rhourde El Baguel et Mesdar.

Géologiquement, il est limité à l'Ouest par la dépression d'Oued M'ya, au Sud par le môle d'Amguid El Biod, au Nord par la structure Djammâa-Tougourt, à l'Est par les hauts fonds de Dahar, Rhourde El Baguel et la dépression de Ghadamès.

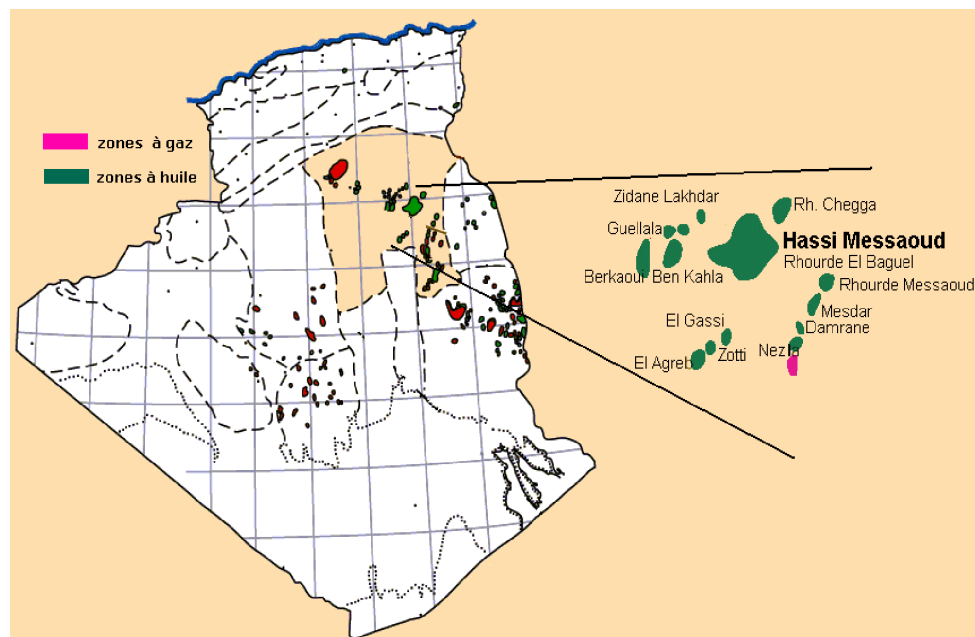


Fig.1.: Répartition des zones pétrolifères et gazifières.

I.3. Description de la série sédimentaire du champ de Hassi Messaoud :

La série stratigraphique du champ de Hassi Messaoud est représenté de haut en bas par les formations suivantes (e = épaisseur moyenne).

I.3.1. CÉNOZOÏQUE

A). Mio-pliocène (e = 240m)

Présent sur toute la superficie du champ, il est constitué par :

- Sable blanc avec fines passées d'argile brun-rouge, tendre à pâteuse ;
- Calcaire blanc, crayeux, tendre avec passées d'argile versicolore ;
- Marne gris-brun, fortement sableuse.

Ces terrains, formant un recouvrement continental essentiellement sableux, se sont mis en place par l'intermédiaire de chenaux (grande disparité de leur granulométrie horizontale et verticale). Ils sont non consolidés et leur porosité est très importante, ce qui entraîne des pertes partielles ou totales et des risques d'éboulements lors du forage. Ils reposent à leur base sur l'Éocène par une surface d'abrasion.

B). Éocène (e = 120m)

Il est constitué de :

- Argile brun-rouge, fortement sableuse ;
- Marne et fines passées d'anhydrite blanche ;
- Calcaire dolomitique crayeux, avec parfois des rognons de silex.

Ces deux couches renferment un complexe aquifère à la limite de sa potabilité.

I.3.2. MÉSOZOÏQUE

A). CRÉTACÉ

A.1). SÉNONIEN

Constitué de deux niveaux :

❖ Carbonaté (e = 107m)

Il est constitué de calcaires blancs à blanc-beiges, microcristallins et durs, de dolomies grises à gris-clair, parfois cristallines et durs, d'anhydrides blancs, pulvérulents et parfois massifs.

❖ Lagunaire

Niveau représenté par deux unités à faciès lagunaire :

La première **anhydritique**, d'une épaisseur moyenne de **219m** est composée d'anhydride blanc, cristalline, de dolomie moyennement dure, de marne et de calcaire argilo-dolomitique.

La deuxième **salifère** d'une épaisseur moyenne de **140m**, est constituée de sel massif, blanc, transparent à translucide à traces d'anhydride.

A.2). Turonien (e = 70 à 120m)

Ce sont des formations carbonatées, constituées de calcaire, craie, dolomie et quelques niveaux argileux.

Il contient un aquifère présenté par des eaux à odeur sulfureuse, utilisé pour l'injection. Ces eaux sont produites par pompage et utilisées pour le maintien de pression par injection d'eau. Leur salinité est de 210g/l et leur densité est de 1,13.

A.3). Cénomaniens (e = 145m)

Constitué par des bancs d'anhydrides blancs, transparents, microcristallins et durs, de marnes argileuses grises à gris-verdâtres et carbonatées par endroit, de dolomies grises à gris-bruns, cryptocristallines et dures, puis d'un banc de calcaire blanc, tendre et microcristallin.

A.4). Albien (e = 350m)

Il est représenté par de grés et sables fins avec intercalations d'argiles silteuses.

Il renferme un aquifère d'eau douce utilisé pour l'injection et les besoins généraux.

A.5). Aptien (e = 25m)

Il est représenté par des calcaires blancs à gris-blancs, parfois beiges, microcristallins et durs, des dolomies blanches à beiges, cristallines et dures à moyennement dures. Les deux bancs encadrent un niveau argileux.

A.6). Barrémien (e =280m)

Représenté par des grés blancs à beiges, parfois gris-blancs, fins à moyens, localement grossiers, friables et silico-argileux, de dolomies grises, cristallins et dures, d'argiles versicolores, silteuses, tendres à indurées et légèrement carbonatées.

A.7). Néocomien(e=180m)

Représenté par des argiles grises à gris-vert, localement brun-rouge, silteuses et légèrement dolomitiques et de grés blancs, translucides, friables, très fins à fins, sub-arrondis et silico-argileux. [1]

B.) JURASSIQUE**B.1). Malm (é=225m)**

Constitué d'anhydrites blancs, beiges, pulvérulentes, rarement microcristallines et dures, d'argiles rouge-briques à grises, tendres à indurées et silteuses, de calcaires gris-blancs à gris, cristallins et moyennement durs, de dolomies grises à gris-blanc, microcristallines et dures.

Il contient un aquifère d'eau potable de salinité de 30g/l.

B.2). DOGGER

Représenté par deux niveaux :

❖ Argileux (e=105m)

Il est constitué des argiles brun-rouges, grises à gris-vertes, silteuses et tendres à indurées et de calcaires blancs à gris-blancs, tendres et crayeux.

❖ Lagunaire (é=210m)

Il est constitué des anhydrites blancs, pulvérulents, massifs et durs à moyennement durs, de calcaires gris à gris-blancs, argileux et tendres à moyennement durs, d'argiles gris-clair à gris-foncé, parfois brun-rouge, tendres et indurées, et silts blancs à gris-clair, tendres et de marnes gris-vert à grises.

B.3). LIAS (e=300m)

Il représenté par cinq niveaux :

❖ Ld1 (e=65m)

Il est constitué par des argiles gris-clair à gris-vert, parfois brun-rouge, tendres, indurées et légèrement carbonatées, de calcaires dolomitiques gris à gris-blancs, argileux, tendres à moyennement durs, de dolomies grises, parfois beiges, tendres à moyennement dures et d'anhydrites blancs, pulvérulents et cristallins.

❖ Ls1 (e=90m)

Il est constitué des sels blancs à rosâtres, transparents à translucides, massifs et durs, d'anhydrites massifs, blancs pulvérulents, tendres à durs, d'argiles brun-rouges, parfois grises, tendres et légèrement carbonatées, de calcaires dolomitiques gris-beiges, microcristallins et tendres.

❖ Ld2 (e=55m)

Il est constitué des argiles brun-rouges, rarement grises, tendres et pâteuses et de dolomies grises, parfois beiges, tendres à moyennement dures renfermant des eaux chlorurées calciques.

❖ Ls2 (e=60m)

Il est constitué des sels massifs blancs et rosâtres, transparents à translucides et d'argiles brun-rouges, tendres, indurées et légèrement carbonatées.

❖ Ld3 (e=30m)

Il est constitué des argiles gris-clair, tendres à indurées et légèrement carbonatées et de calcaires dolomitiques gris à gris-blancs, microcristallins, argileux et durs

C.) TRIAS

Représentée par quatre niveaux :

❖ SALIFÈRE

Subdivisé en trois horizons :

-Ts1 (e=46m)

Ce niveau est représenté par des sels massifs, des passées d'anhydrites et des intercalations d'argiles dolomitiques.

-Ts2 (e=189m)

Ce niveau est représenté par des sels blancs, rosâtres, massifs et transparents, argiles gris à gris-foncés ou brun-rouges, silteuses, tendres à indurées et anhydrites blancs à gris-beiges, massifs et pulvérulents.

-Ts3 (e=202m)

Ce niveau est représenté par des sels blancs à rosâtres, transparents à translucides, massifs et argiles brun-rouges, rarement grises, silteuses, pâteuses et indurées.

Les horizons Ts2 et Ts3 sont les sièges de manifestations d'argiles fluentes.

❖ ARGILEUX (e = 113m)

Argiles plus ou moins silteuses, dolomitiques et anhydritiques avec des intercalations de bancs de sel au sommet.

❖ GRÉSEUX (e = 35m)

Grés gris-clair à gris, rarement blancs, très fins à fins, friables et argileux, argiles bruns-rouge, rarement grises, silteuses, tendre à indurées et quelques traces de glauconie. Ils se subdivisent en plusieurs unités qui se différencient par leurs lithologies et leurs réponses diagraphique.

❖ ÉRUPTIF (0<e<92m)

Andésites blanches, vertes, localement altérées, multicolores et dures, grés gris-blanc, isométriques, siliceux à silico-argileux et parfois quartzique ainsi que des argiles brun-rouge à gris sombre, indurées et siliceuses.

Les terrains du TRIAS argilo-gréseux (TAG) sont le siège de zones à pertes plus ou moins virulentes selon la position où l'on se trouve sur le champ.

Le TRIAS repose en discordance directement sur le Cambrien au centre de la structure et sur l'Ordovicien au niveau des zones périphériques. [1]

I.3.3. PALÉOZOÏQUE

A.) ORDOVICIEN

Dans sa représentation la plus complète, il est constitué de quatre termes :

- **Les quartzites d'Hamra : (e = 12 à 75m)** quartzites localement grossières, présentant parfois des intercalations argileuses.
- **Les grés d'El Atchane : (e = 25)** grés fins à ciment argileux, bitumineux. Productifs sur OMJ 76.
- **Les argiles d'El Gassi : (e = 50m)** argiles schisteuses, carbonatées, vertes et noires, glauconieuses ou carbonatées présentant une faune (graptolites) indiquant un milieu de dépôt marins. Cette formation est surtout rencontrée sur les zones périphériques du champ.
- **Zone des Alternances : (e = 20m)** argiles indurées, alternant avec des bancs quartzitiques isométriques et de grés moyens à fins.

Remarques : La série Ordovicienne n'est présente que sur la partie sub-méridionale de la structure du fait de l'érosion. Au centre de la structure, zone la plus exposée à l'érosion, le TRIAS repose directement sur le Cambrien.

B.) LE CAMBRIEN

Essentiellement constitué de grés hétérogènes, fins à très grossiers, entrecoupés de passées de silt stones argilo-micacés. On y distingue trois litho-zones R1 (Ri+Ra), R2 et R3.

- **Litho-zone Ri (e =50m)**

Correspond au réservoir isométrique. Il a été recoupé essentiellement à la périphérie du champ, là où la série est complète ; ce sont des grés quartzites isométriques moyens à fins à ciment argileux, avec de nombreuses passées silteuses. Il repose sur le Ra supérieur par une surface d'abrasion.

- **Litho-zone Ra (e = 100 à 120m)**

Représente le réservoir principal. Dans sa partie supérieure et moyenne (e = 20 à 60m), il est formé de grés quartzites, anisométriques, moyens à grossiers, à ciment silico-argileux (kaolinite) localement constitué de quartzites franches. Dans la partie inférieure s'intercalent, de manière irrégulière, des passées centimétriques de silt stones argileux.

- **Litho-zone R2 (e = 1001m)**

Est constitué de grés quartzites et quartzites gréseux, moyens à grossiers, anisométriques, avec parfois des niveaux micro-conglomératiques, à ciment argileux assez abondant (illite). On note des intercalations millimétriques de silts

- **Litho-zone R3 (e = 300m)**

Repose sur l'Infracambrien, et parfois directement sur le socle granitique, c'est une série de comblement d'une épaisseur moyenne de 300m, elle se compose de grés grossiers à microconglomérats feldspathiques, les grains sont mal classés, le ciment est de nature argileuse avec parfois des zones à grés ferrugineux, et des intercalations d'argiles silteuses. Le R3 ne présente aucun intérêt pétrolier.

C.) L'INFRACAMBRIEN (e = 45m)

C'est l'unité lithologique la plus ancienne reconnue au Nord de la structure par le forage OMJ47 à une profondeur de 4092m. Il est composé de grés argileux de couleur rouge.

I.3.4. LE SOCLE

Rencontré aux environs de la profondeur de 4000m, il est constitué essentiellement de granite porphyroïde de couleur rose à deux micas.

ERE	SYST	ETAGES		Ep moy	DESCRIPTION
CENO-ZOIQUE	NEOGENE	MIO-PLIOCENE discordance alpine		240	Sable, calcaire, marne sableuse
		EOCENE		120	Sable, calcaire à siltex
MESOZOIQUE	CRETACE	SENONIEN	CARBONATE	107	Calcaire, dolomie, anhydrite
			ANHYDRITIQUE	219	Anhydrite, marne, dolomie
			SALIFERE	140	Sel massif et traces d'anhydrite
		TURONIEN	90	Calcaire crayeux avec quelques niveaux argileux	
		CENOMANIEN	145	Anhydrite, marne, dolomie	
		ALBIEN	350	Grès, sable avec intercalations d'argile silteuse	
		APTIEN	25	Dolomie cristalline avec niveau argileux, calcaire	
		BARREMIEN	280	Argile, grès, dolomie	
		NEOCOMIEN	180	Argile, marne, dolomie, grès	
	JURASSIQUE	MALM		225	Argile, marne, calcaire, grès et traces d'anhydrite
		LIAS	ARGILEUX	105	Argile silteuse, marne dolomitique avec fines passées de grès
			LAGUNAIRE	210	Anhydrite, marne dolomitique, marne grise
			L.D 1	65	Dolomie, anhydrite, argile
			L.S 1	90	Alternances sel, anhydrite et argile
			L.D 2	55	Anhydrite et dolomie cristalline
			L.S 2	60	Alternances sel et argile
		L.D 3	30	Alternances de dolomie et de marne	
	TRIAS	SALIFERE	TS 1	46	Alternances de sel, d'anhydrite et de dolomie
			TS 2	189	Sel massif à intercalations d'anhydrite et argile gypsifère
TS 3			202	Sel massif et traces d'argile	
ARGILEUX		113	Argile rouge dolomitique ou silteuse injectée de sel et d'anhydrite		
GRESEUX		35	Grès, argile		
ERUPTIF discordance hercynienne	0.92	Andésites altérées			
PALEOZOIQUE	ORDOVICIEN	QUARTZITES D'EL HAMRA	75	Quartzites fines avec traces de tigillites	
		GRES D'EL ATCHANE	25	Grès fins à ciment argileux, bitumineux	
		ARGILES D'EL GASSI	50	Argiles schisteuses, vertes ou noires, glauconieuses à graptolithes	
		ZONE DES ALTERNANCES	20	Alternance de grès et argile. Présence de tigillites	
	CAMBRIEN	R1	50	Grès isométriques, fins, silteux	
		Ra	120	Grès à grès quartzitiques anisométriques à niveaux de silts	
		R2	100	Grès moyens à grossiers à ciment argileux illitique	
		R3	300	Grès grossier à ciment argileux, argile silteuse	
	INFRA-CAMBRIEN	45	Grès argileux rouges		
SOCLE			Granite porphyroïde rose		

Fig.2. Coupe stratigraphique type du champ de Hassi Messaoud.

I.4. Exploitation du champ de HMD :

I.4.1- Problèmes potentiels du forage dans le champ de HMD :

a)- Pertes de boue :

Elles peuvent être totales ou partielles durant les différentes phases de forage. Elles sont localisées dans les sables du Mio-Pliocène, dans les calcaires tendres du Turonien, au niveau du Trias Argilo Gréseux (TAG).

b)- Eboulements et cavages :

Des risques d'éboulements et de formation de cavités peuvent apparaître dans les formations calcaires et argileuses du Mio-Pliocène et de l'Eocène, dans les sels massifs et solubles dans l'eau du Sénonien Lagunaire.

c)- Venues d'eaux chlorurées calciques du LD2 :

Au niveau du LD2, il y'a risque de venues des eaux chlorurées calciques enfermées dans les dolomies du LD2, sous une pression de 560 kgf/cm^2 (549 bar). Cette zone doit donc être isolée du réservoir d'eau de l'Albien.

d)- Sels fluents :

Des coincements de la garniture de forage sont observés dans le Sénonien Lagunaire Salifère (672 – 815 m). Des sels fluents resserrent les parois du trou. Ce type de coincement est rencontré à chaque fin de la phase 16" et ceci lors de la remontée de la garniture.

e)- Argiles fluentes :

Des argiles fluentes sont rencontrées au niveau du Trias Salifère TS2 (sels massifs avec intercalations d'anhydrites et d'argiles). Le fluage de ces argiles peut causer des problèmes de coincement et affecter le calibrage du puits. Ces argiles sont forées avec une boue lourde (densité de l'ordre de 2.02). Le Trias Argilo-gréseux, qui se trouve 75 m plus bas, ne résiste pas à cette densité élevée de la boue. Des pertes sont alors observées au niveau du Trias Argilo-gréseux. Nous verrons plus loin qu'un programme de forage dit lourd est adopté pour éviter ce problème de pertes dans cette couche.

f)- Risques de déviation :

Des risques de déviation peuvent exister dans le Mio-Pliocène car cette formation est très friable. Des problèmes de descente du tubage de surface sont souvent rencontrés. [7]

CHAPITRE II:
Generalites sur les
coincements

1. INTRODUCTION :

Durant le déroulement d'un forage, plusieurs types d'accidents peuvent survenir en interdisant la poursuite normale de l'opération.

Nous allons tout d'abord énumérer les principaux types d'accidents possibles en cours de forage:

- * Presence de pieces et objets metalliques au fond du puits.
- * Rupture de tubulaires dans le trou foré.
- * Coincements de la garniture de forage.

Ces derniers sont la cause la plus frequente et correspondent aux instrumentations les plus graves, généralement elles se compliquent avec le temps.

2. Définition de coincement :

En général on peut définir un coincement comme étant un obstacle qui provoque l'arrêt du forage dont la durée est difficilement prévisible, ce qui nécessite parfois des opérations d'instrumentations mais avant de mettre en œuvre des moyens importants donc coûteux, il est indispensable d'évaluer les chances de réussite et bien entendu son coût.

on peut classer les coincements on 3 catégories:

- + ***Coincement par instabilité des formations:*** (Formations éboulantes, fluantes, non consolidées, gonflantes, etc.).
- + ***Coincement par pression deffirentielle:*** Au droit des formations poreuses et perméables, provoque le collage de la garniture contre les parois.
- + ***Les coincements mécaniques:*** (Trou de serrure, chute de ferraille, chute de ciment, écrasement du tubage, accumulation de déblais due à un mauvais nettoyage du puits, trou sous calibré causé par des terrains abrasifs, etc.).

Souvent les coincements dus à la formation sont regroupés avec les coincements mécaniques et l'on considère que tout ce qui n'est pas coincement par pression différentielle est un coincement mécanique. [7]

3. CLASSIFICATION DES COINCEMENTS

3.1 Coincement par instabilité des formations:

Ces coincements surviennent au niveau de certaines formations rendues instables par la présence d'un trou et du fluide de forage. Cette perturbation entraîne généralement une déformation du trou provoquant un coincement partiel ou total de la garniture. Et la circulation peut être complètement perdue.

3-1-1/ Argiles fluentes:

Ces argiles constituent par des feuillets qui sont faiblement liés entre eux. Ces argiles se gonflent en absorbant une grande quantité d'eau libre (provenant de la boue) entre les feuillets qui glissent les uns sur les autres. Si ce phénomène n'est pas rapidement contrôlé, le trou se referme progressivement et coince la garniture. (*Fig.3*)

➤ Signes indiquant des argiles fluentes:

- Une augmentation du couple de rotation en forage;
- Des accrochages lorsque l'on dégage du fond;
- Des montées de pression allant jusqu'à l'impossibilité de circuler;
- Une augmentation de la teneur en solides dans la boue;
- Une modification des caractéristiques rhéologiques de la boue (augmentation de la viscosité, une augmentation de la teneur en solides).

➤ Préventions:

Pour éviter le gonflement des argiles et le fluage, il faut agir au niveau des caractéristiques de la boue, pour cela:

- Augmenter la densité de la boue;
- Réduire la filtration (améliorer la qualité du cake et réduire son épaisseur);
- Ajouter un lubrifiant approprié dans la boue;
- Augmenter le débit de circulation;
- Choix du type de boue (au gypse, à l'huile...etc.).

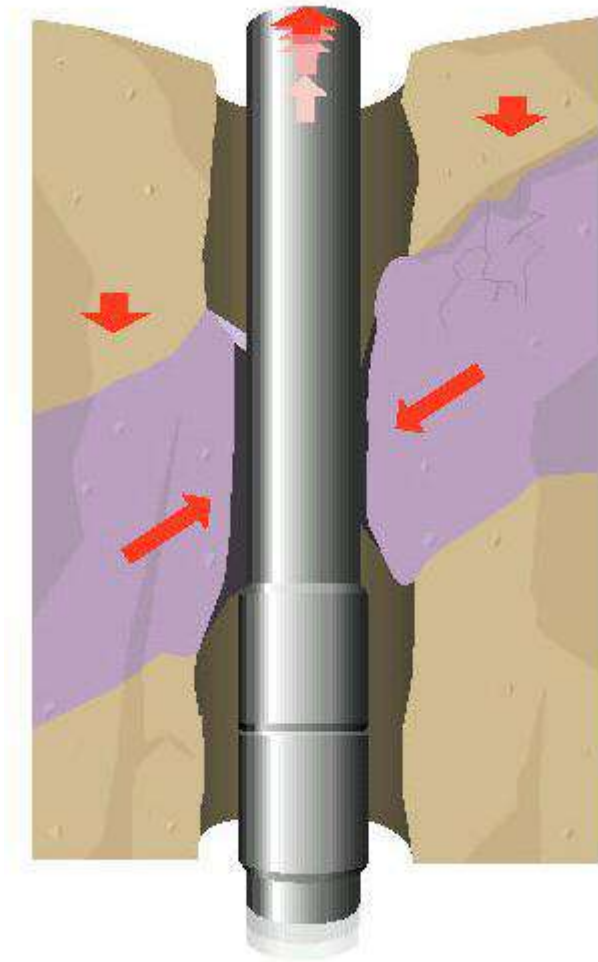


Fig. 3: Argiles fluentes.

3.1.2/ Argiles feuilletées:

Ces argiles sont moins dangereuses que les précédentes et les coincements qu'elles provoquent sont généralement plus faciles à résoudre. Ces argiles ont tendance à s'ébouler dans le puits. (*Fig. 4*)

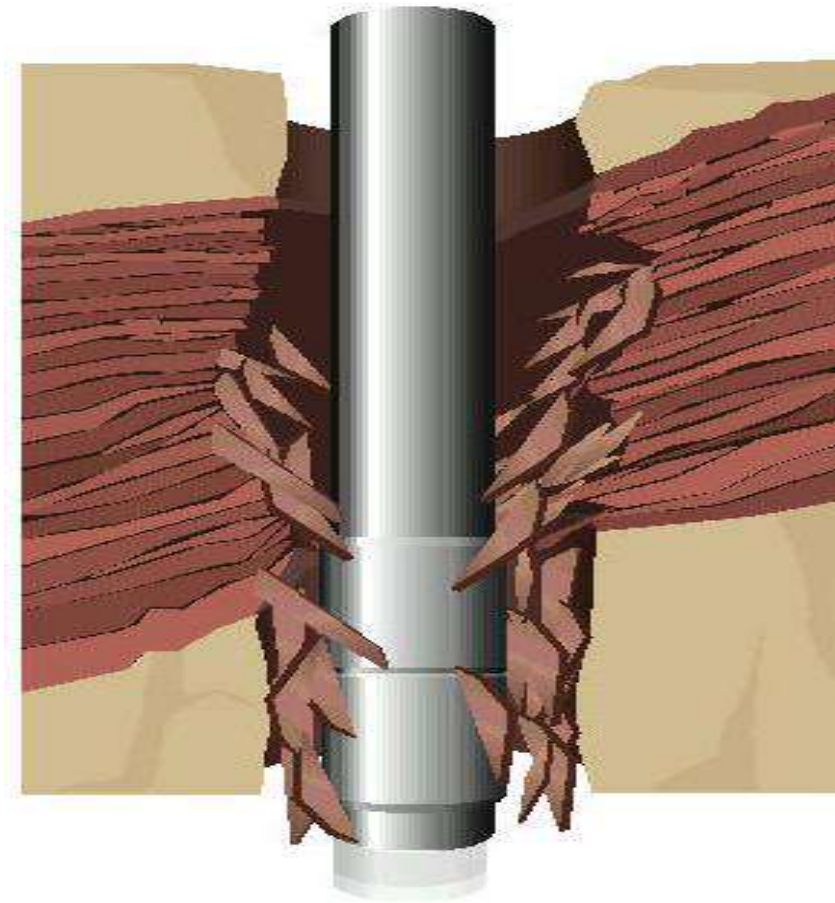


Fig. 4: Argiles feuilletées.

➤ **Identification du phénomène:**

- Avancement rapide suivi d'une quantité importante des déblais sur les tamis vibrants;
- Accrochages au dégagement du fond à la remontée;
- La pression reste stable à l'exception de quelques à-coups provoqués par des retombées importantes.

➤ **Préventions:**

- Augmenter la viscosité de la boue et réduire le filtrat;
- Assurer un bon nettoyage du puits en injectant régulièrement des bouchons visqueux;
- Passer la zone avec précaution en reforant et en circulant longuement;
- La rotation de la garniture permet de déplacer les déblais déposés dans l'espace annulaire

3.1.3/ Diminution du diamètre nominal du trou:

La diminution du diamètre du trou peut provenir du passage de l'outil dans une formation abrasive qui use la protection du diamètre de l'outil, ou un outil non adapté à la dureté de la formation et qui s'use prématurément et principalement sur son diamètre. (Fig. 5)



Fig. 5: Diminution du diamètre nominal du trou

3.1.4/ Trajectoire:

Les écarts de trajectoire peuvent être provoqués par une garniture mal choisie, avec des paramètres de forage non adaptés à la garniture et par des anomalies du terrain foré, ceci entraîne une variation d'inclinaison et/ou d'azimut. Si ce coude ou "dog leg" est assez important, il peut provoquer des difficultés au passage de l'outil et des stabilisateurs. (Fig. 06)

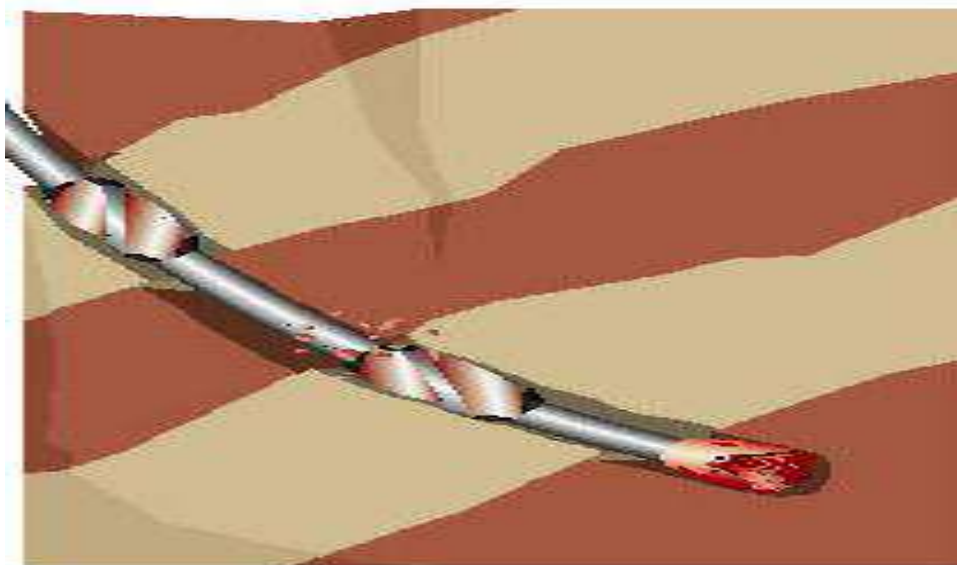


Fig. 06: Formation du Dog leg.

3.2 Coincement par pression différentielle: (Fig. 07)

➤ **Définition:**

Ce type de coincement est très fréquent car il est consécutif à la technique des contrôles des venues de fluides qui consiste à maintenir hydrostatiquement une pression plus forte dans le trou que la pression des fluides ,c'est cette pression différentielle qui est active au droit des formations poreuses et perméables pour couler la garniture contre les parois.

La force de collage est directement proportionnelle au ΔP ,et a la surface de contact entre la masse tige et la paroi du trou ,cette surface n'est importante que si le cake est épais car très perméable.

Le coincement par collage ne peut donc survenir qu'après une immobilisation totale de la garniture.

➤ **Les causes de coincement par pression différentielle:**

- Immobilisation de la garniture en face aux zones perméables
- Pression hydrostatique de la colonne de boue, supérieure à la pression de formation
- Filtration élevée et surtout cake épais et de résistance médiocre
- Garniture constituée d'éléments lisses de diamètre extérieur voisin du trou
- Inclinaison du puits \Rightarrow la garniture repose sur la génératrice inférieure. [2]

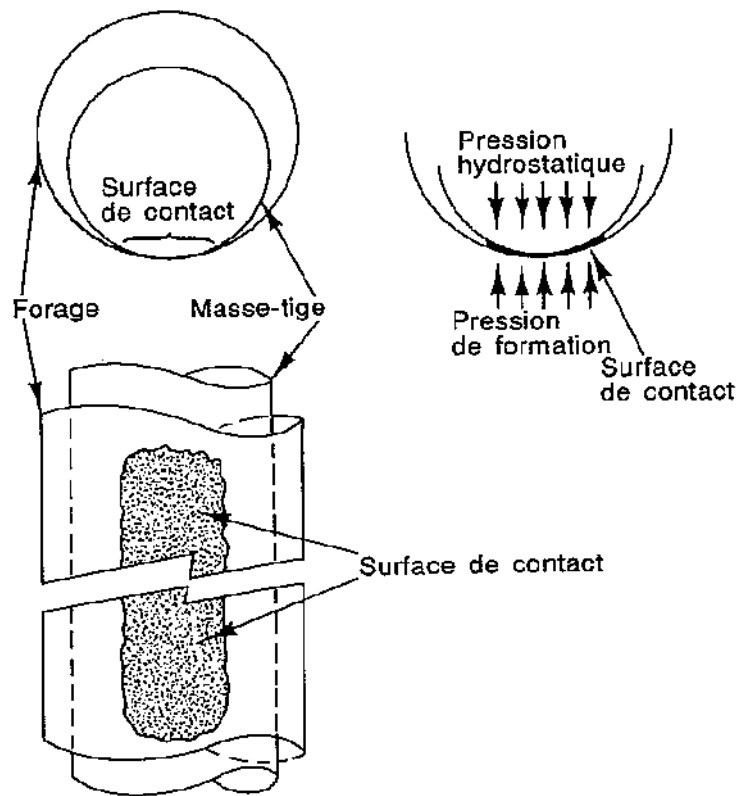


Fig. 07: Principe de collage par pression différentielle.

➤ **Identification du phénomène:**

Le collage par pression différentielle est caractérisé par l'ensemble des observations suivantes:

- Coincement lors d'une immobilisation de la garniture;
- Garniture coincée en rotation et en translation dans les deux sens;
- Passage de la circulation sans modification notable de pression;
- Découvert avec des zones perméables ayant des gradients de pression de pores différents.

➤ **Méthodes préventives:**

- **Surface de contact:**

Il est possible de diminuer la surface du contact, en évitant les masses-tiges surdimensionnées, en stabilisant la garniture, et surtout en utilisant des masses-tige spiralées ou carrées. L'utilisation "d'heavy weight pipe" à la place de quelques masses-tiges ainsi permet de diminuer la Surface de contact.

- **Force de collage:**

Pour minimiser cette force, il faut :

1. Evaluer avec précision la pression de formation;
2. Maintenir la pression hydrostatique avec la sécurité juste nécessaire pour le contrôle du trou.

- **Cake:**

La qualité et l'épaisseur du cake ont plus d'importance que la valeur du filtrat. Le forage à l'eau claire ne dépose pratiquement pas de cake, la filtration est très rapide et équilibre les pressions trou paroi; le risque de collage est minimisé.

Finalement, ce sont encore les boues à base d'huile qui apportent le maximum de sécurité: le filtrat API est nul ou presque, le filtrat HP.HT. (Dans les conditions de fond) et le cake correspondant sont très faibles. De plus, le coefficient de frottement de la garniture sur le trou est beaucoup plus bas qu'une boue à l'eau.

- **Immobilité:**

Mais la procédure qui assure la meilleure protection préventive est de limiter au maximum tous les moments d'immobilité de la garniture lors des ajouts de tiges, des manoeuvres, des circulations. [3]

3.3 Coincement mécanique:

Ces coincements dits ~secs~ sont presque toujours localisés sur une faible portion du train de sonde et généralement situés au niveau des changements de diamètre de la garniture (outils, stabilisateur, réduction, MT tige).

3.3.1 Trou de serrure (Key Seat): (Fig. 08)

➤ **Définition:**

Relativement fréquent en forage dirige, les key seat se manifestent également dans les subverticaux.

Les key seat sont des gouttières creusées dans le terrain par le frottement des tiges pendant le forage ou les manœuvres, ces gouttières se développent au niveau du dog leg ou des décrochements.

➤ **Les causes:**

- Le terrain est tendre;
- Le dog legs est élevé;
- La tension des tiges est grande;
- Les tiges y travaillent longtemps en rotation.

➤ **Identification du phénomène:**

Le développement d'un key seat prévient toujours par des manifestations qui sont faciles à identifier :

- A la remontée, passage libre des tiges mais pas des masses tiges
- Accrochages vers le haut du passage de la 1^{ère} masse tige ou stabilisateur à une côte bien précise
- Descente sans problème au niveau du Key Seat
- La côte d'accrochage correspond à un dog leg. [5]

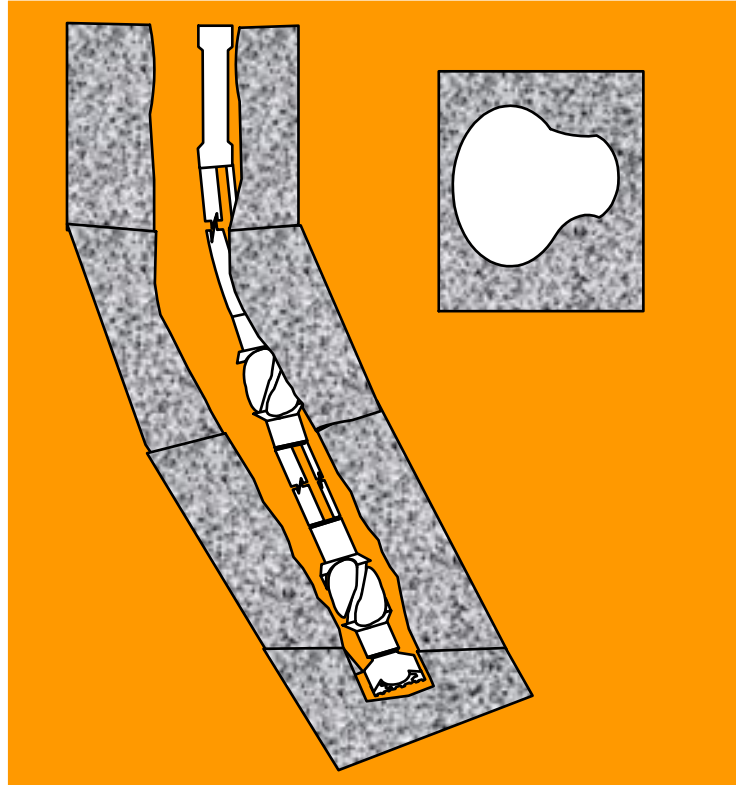


Fig. 08: key seat

➤ **Prévention:**

- Eviter les dog legs sévères surtout lorsqu'un découvert important reste à forer
- Atténuer d'abord par un passage d'alésage et ensuite faire travailler un string reamer en tension.
- Utilisation d'un Key Seat wiper au sommet des MT un STB.
- Eviter les tractions importantes et remonter en alternant tractions légères et rotation sur les cales. [5]

3.3.2 Les éboulements:

Les argiles schisteuses et feuilletées, les roches fracturées, le charbon ainsi que les terrains de surface non consolidés sont des formations à risque d'éboulement.

Pour limiter ces risques, la tenue des parois est essentielle. A cette fin, il faut éviter les débits élevés, les annulaires restreints, les manœuvres inutiles dans le découvert et augmenter la viscosité de la boue. (*Fig. 09*)

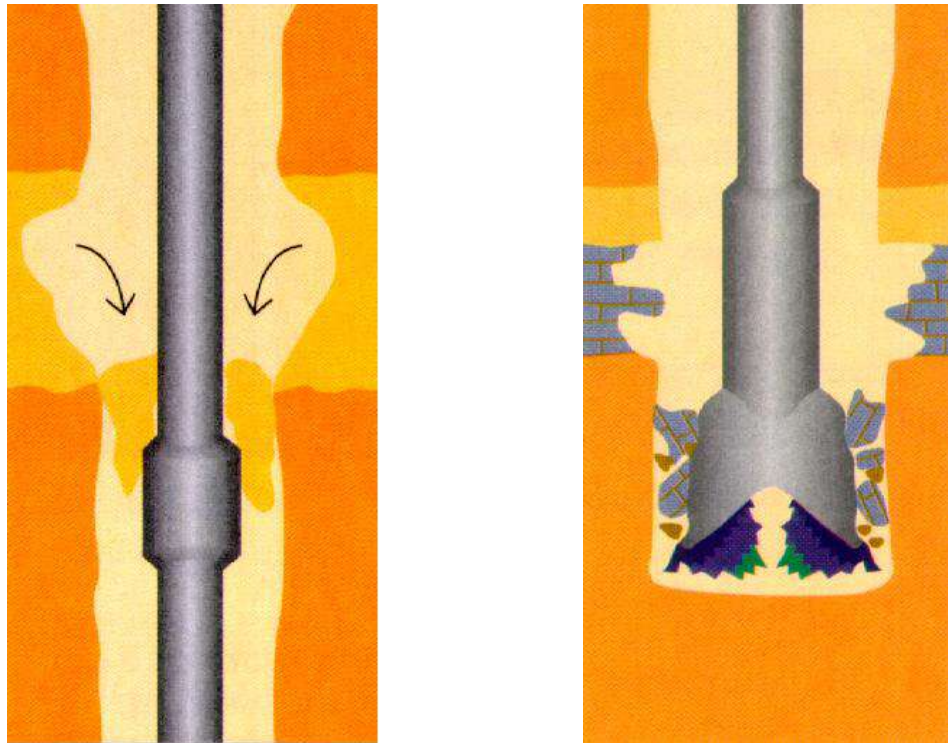


Fig. 09: Les éboulements

CHAPITRE III :

Etude d'un cas de coïncidence

1. Introduction :

Plusieurs études sur le champ de Hassi Messaoud ont montrés une hétérogénéité qui est particulièrement due à des variations des caractéristiques Pétro physiques, lithologiques, structurales, ainsi que la variation de la pression de gisement d'un secteur à un autre, ce qui a permis de subdiviser le champ en plusieurs zones distinctes.

2. Stratigraphie :

La stratigraphie de Hassi Messaoud n'est pas complète, elle est surtout marquée par les thermes paléozoïques au dessous de la discordance hercynienne, de ce fait les premiers dépôts argilo-géseux et salifères du triace reposent directement sur le cambrien.

- **L'ère tertiaire:** il est d'une épaisseur moyenne de 350m et se compose du mio-pliocène et de l'éocène.
- **L'ère secondaire:** son épaisseur moyenne étant de 310m, il est constitué du crétacé, du jurassique et du triace.
- **L'ère primaire:** sous la discordance hercynienne, elle comporte :
- **L'ordovicien:** qui est constitué essentiellement d'une alternance de grés, de siltstone, de quartzites fins, et des argiles, on rencontre le réservoir R1 qui est d'une épaisseur moyenne d'environ 64m.
- **Le cambrien:** il est constitué du réservoir principal Ra (anisométrique), du R2 qui présente des caractéristiques très médiocres et du R3 qui n'a aucun intérêt pétrolier.

3. Caractéristiques Géologiques :

<i>Top des Formations</i>					
	<i>T. Argileux</i>	<i>Ri</i>	<i>Ra</i>	<i>R2</i>	<i>Fond</i>
<i>Toit</i>	3205	3309	3321	(3439)	3411
<i>Epaisseur</i>	104	12	90	/	/

4. Découpage en Drains et Caractéristiques Pétro Physiques :

<i>Drains</i>	<i>Résultats carottes</i>							<i>Résultats Elan</i>		
	<i>Top (m)</i>	<i>Btm (m)</i>	<i>K (md)</i>	<i>φ (%)</i>	<i>So* (%)</i>	<i>Sw (%)</i>	<i>silt</i>	<i>φ (%)</i>	<i>Sw (%)</i>	<i>Vcl (%)</i>
<i>D5</i>	3309	3326	3.75	4.9	19. 6	9.2	0.007	8.10	12.4 7	3.78
<i>D3</i>	3326	3345	6.31	7.2	25. 8	4.2	0.047	9.30	9.69	4.15
<i>D2</i>	3345	3371	5.72	5.3	20. 6	11.2	0.007	8.10	13.7 2	1.41
<i>ID</i>	3371	3403	5.20	4.5	21. 9	10.8	0.018	8.01	11.8 7	3.62
<i>D1</i>	3482	3489	24.2	4.5	8.0 0	0.03	/	6.68	16.2 3	2.80

La cote de l'Albien : de 1042 à 1381 m (CS).

La cote du Lias «LD2 » : 2605 à 2665 m (CS).

Plan d'eau théorique : -3297 m (3435 m).

5. Situation Géographique du Puits OMLZ45 :

Le puits OMLZ 45 est situé à l'Est de la zone 9 du gisement de Hassi Messaoud selon :

- les coordonnées **Lambert** :

X = 825 074.13m

Y = 146 297.99 m

Z (sol) = 138 m

Z (table) = 143.6m

- Coordonnées **UTM** :

X =228876.55

Y = 3528731.65 m

Zone : 32

Géographique : l'altitude $31^{\circ} 51' 52,305 N$ - longitude : $6^{\circ} 8' 4,004 E$

SITUATION DU Puits OMLZ45 :

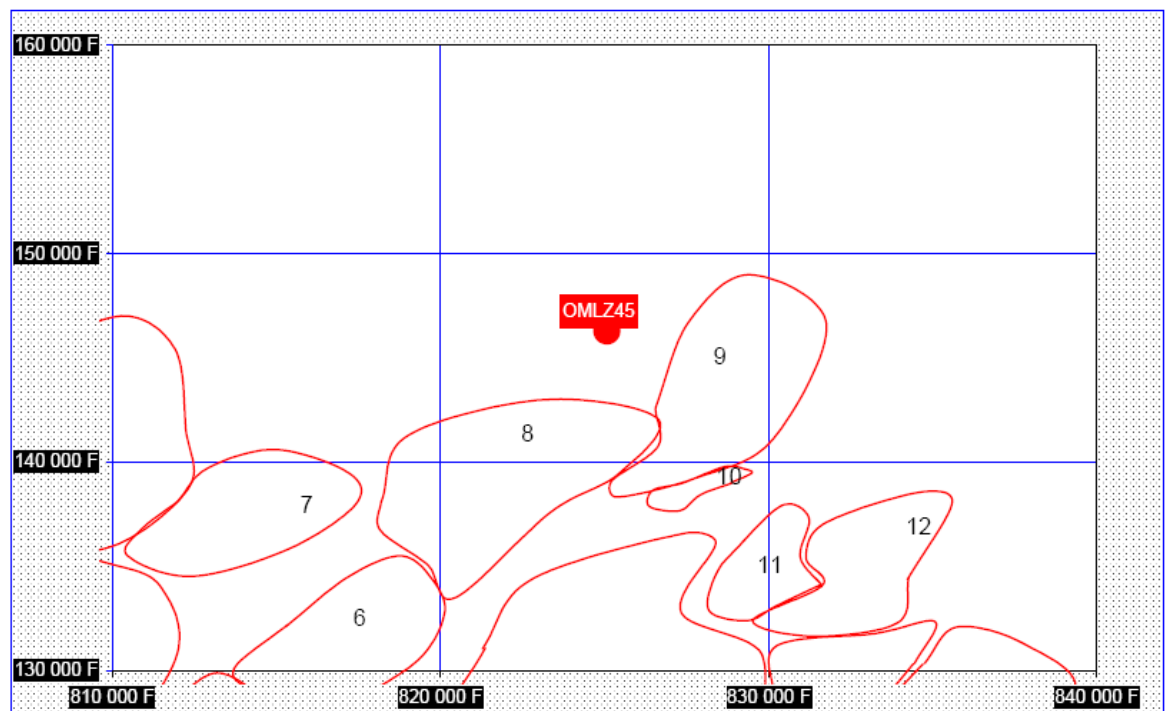


Figure 10 :situation du puits omlz45

Stratigraphy		Top s m	Lithology	Description	Drilling Hazards	CASINGS	Bits	dboue sg	Diagraphie
SYS	SERIES								
TERTIARY	Mio-Pliocene	0		Sand, Calcareous & Sandy marl	Potential risk of complete loss in surface unconsolidated formations, Mud Weight to be kept at a minimum. Control ROP and maintain YP > 40	18 5/8" CSG 26"	L115J	Bentonitique 1,05 sg	
	Eocene	235		Dolomite & Clay					
CRETACEOUS	SENONIAN	CARB SEN	377	Calcareous, Dolomite & Clay	Possible losses and differential sticking in the permeable sandstone of the Albian & the Barremian. Tight hole in Cenomanian formation & the Senonian Salt which can be avoided by using the proper Mud Weight and the maintenance of rheological properties.	510 m 0,00 ° 13 3/8" CSG	EMULSION INVERSE (ESSAI)	D=1,25-1,27	GR - Caliper CBL/VDL (1/200 et 1/500)
		Lagunar SEN	470	Anhydrate, Dolomite & Salt					
		Salifère	685	Limestone & Dolom.					
	TURONIAN	859	Anhydrate						
	CENOMANIAN	930	Sandstone w/ Claystone Alternating						
	ALBIAN	1058	Dolomite						
	APTIAN	1401	Sand & Sandstone						
	BARREMIAN	1428	Dolomite						
	NEOCOMIEN	1643	Dolomite						
JURASSIC	MALM		1833	Clay, Sandstone w/ Traces of Anhydrate	Particular attention should be made while tripping or when circulation stops for any reason in order to avoid swabbing in the LD2 section "HORIZON B". A min Density of 2.02 sg before drilling LD2. Avoid water wetting of solids while drilling into salt	16" 9 5/8" CSG	EMULSION INVERSE D=1,25-1,27	GR - Caliper CBL/VDL (1/200 et 1/500)	
		Argileux	2076	Clay, Anhydrate, Dolomite w/ fine passages of Sandstone					
	DOGGER	Lagunaire	2174	Dolom. & Anhyd.					
		LD1	2418	Salt & Anhydrate					
	LIAS	LS1	2481	Dolomite					
		LD2	2554	Salt					
		LS2	2619	Dolomite					
LD3		2673	Anhydrate & dolomite						
TRIAS	TS1	2712	Salt & Anhydrite	Possible losses in the Triassic series inferior. Use proper LCM such as BARACARB to cure formation losses.	2284 m 0,00 ° Top Liner 7 2504 m Inc: 0,00 ° 12 1/4"	SPH639- HCM408	INVER D=2,04 @ 2,05	GR - Caliper CBL/VDL (1/200 et 1/500)	
	TS2	2762	Salt w/ traces of Clay						
	TS3	2951	Clay w/ Sandstone & Dolomite						
	Trias ARGILEUX	3080	Complexe volcano-sedimentaire						
	Trias ARGILEUX G35	3145							
	ARGILO-GRESEUX & CARBONATE	3285							
	ANDESITIQUE								
ORDOVICIEN	QUARTZITES DE HAMRA		Quartzites	Possible losses in the Triassic series inferior. Use proper LCM such as BARACARB to cure formation losses.	KOP= 3080 m 3265 m VD 3277 m MD 34,63° 8 3/8"	SE3841i	EMULSION INVERSE D=1,40 à 1,48	GR - Caliper CBL/VDL (1/200 et 1/500)	
	GRES D'EL ATCHANE		Sandstone						
	ARGILES D'EL GASSI		Clay						
	ZONE DES ALTERNANCES		Clay+Sandstone						
	RESERVOIR RI		Sandstone/Quartz						
CAMBRIAN	Ra	3353	Sand & Clay	Possibility for incurring losses. Cleaning sweeps must be used to ensure good hole cleaning.	3356 m VD 3463 m MD 85,00 ° 3386 m VD 4333 m MD	TURBINE HH37268 & KGR50	Pg=passage de 338 kg/cm	GR / Neutron / Résistivité / Densité/Imagerie	
	TD	3386			Inc TD: 88°				
	OWC	3483							



NB: Les côtes des formations figurant sur la coupe stratigraphique sont celles correspondant à la verticale de la tête de puits.

Fig:11

CHAPITRE IV :

Analyses et interpretation

IV.1) Problème du coincement dans le forage OMLZ45:

Deux coincements de la garniture se sont produits dans la phase 12^{1/4}" aux côtes 667m et 1428m, malheureusement toutes les tentatives de décoincement ont échoué ce qui nous a amené à faire appel aux opérations d'instrumentations.

Cette étude a pour but de bien comprendre le phénomène du coincement qui est classé parmi les problèmes qu'il faut éviter, et aussi pour la détermination des causes, et enfin tenter de trouver le remède préventif permettant d'éviter ce genre de problème.

IV.2) Identification du mécanisme de coincement:

Pour arriver à identifier le mécanisme de coincement il faudra savoir répondre à 4 questions :

1. Mouvement de la garniture avant le coincement
2. Mouvement de la garniture après le coincement
3. Rotation de la garniture après le coincement
4. Pression de circulation après le coincement

Pour le 2^{ème} coincement :

Avant le coincement :

On avait la garniture était libre vers le haut et vers le bas mais on avait pas de rotation d'où on peut déduire que le coincement est dû soit par l'instabilité des formations ou par la géométrie du trou

Après le coincement :

On avait impossibilité de rotation de la garniture et impossibilité de mouvement de la garniture avec une circulation limité d'où on déduit que le coincement est du par l'instabilité des formations

Toute ces donnés peuvent être rassemblées dans le tableau suivant:

Tab.01 : identification du mecanisme de coincement

IDENTIFICATION DU MECANISME DE COINCEMENT			
MOUVEMENT DE LA GARNITURE AVANT LE COINCEMENT ?	INDUIT PAR LES SOLIDES & FORMATIONS	PRESSION DIFFERENTIELLE	GEOMETRIE DU TROU
Mouvement vers le haut	2	0	2
Rotation vers le haut	0	0	2
Mouvement vers le bas	1	0	2
Rotation vers le bas	0	0	2
Statique	2	2	0
MOUVEMENT DE LA GARNITUR0E APRÈS LE COINCEMENT ?			
Libre vers le bas	0	0	2
Limité vers le bas	1	0	2
Impossible vers le bas	0	0	0
ROTATION DE LA GARNITURE APRÈS LE COINCEMENT ?			
Rotation libre	0	0	2
Rotation limitée	2	0	2
Rotation impossible	0	0	0
PRESSION DE CIRCULATION APRÈS LE COINCEMENT ?			
Circulation libre	0	2	2
Circulation limitée	2	0	0
Circulation impossible	2	0	0
TOTAL	7	2	4
INSTRUCTIONS : Répondre aux questions ombrées en entourant tous les nombres dans les rangées avec la réponse correcte. Additionner colonnes, la colonne avec le plus haut score indique le mécanisme de coincement.			

Constat : Le coincement est induit par instabilité des formations

IV.3) Déroulement du forage de la section 12"1/4:

- Descente de la BHA a246m en remplaçant la boue a base d'eau par une boue KCL/polymère d=1.10
- Forage 1m au dessus de sabot de la phase 1
- Shoe bond tests (Deq=1.45; Pmax=125 psi, V Pompé=0.2bbl, avec un retour de boue de 100%)
- Forage de la section 12"1/4 sans drilling jar de la cote 251m a 667m
- Lors de la manœuvre il y'a eu un coincement a la cote 647m on a posé entre 36T a 66T sans succès (sans la rotation avec un retour de boue a 100%)
- Back off mécanique; on a libéré 58T et 8T sont restés dans le troue (12"1/4 bit + Near Bit + 2STB + 9"1/2 S/DC + 2*9"1/2DC +XO 7" 5/8*6"5/8 reg)=31 m.
- Descente de la BHA de repêchage jusqu'à 616m on a tiré sans fishing jar jusqu'à 100T
- Remonter de 647m a 590m librement
- Back reaming de 590m a 541m a cette cote il ya eu un coincement
- On a tiré de 7T; puis on effectué un battage vers le haut 100Ta 48T jusqu'à libération
- Remonter avec circulation jusqu'au 13"3/8 CSG shoe a la cote 249m puis a la surface
- Descente de la BHA 12"1/4 de la surface a 530m librement
- Soft reaming de 530m a 660m
- Forage de la section 12"1/4 de 660m a 1428m sans drilling jar (WOB=15-16, RPM=150-160tr/min, Q= 2800 lpm) soudain la table de rotation a stoppée de tourner a la limite de torque d'où il y'a eu un coincement.
- Tirage progressive entre 70T a 130T (avec WOH:90T) jusqu'à libération (avec circulation et 100%retour)
- Travailler la garniture dans l'intervalle de 1428 a 1413m
- Augmentation de la densité de la boue de 1.10 a 1.12
- Continuation du forage de la section sans drilling jar de 1428m a 1500m on eu une perte partielle a cette profondeur (12 m³/hr)
- Pompage 10m³ de bouchon de LCM 300kg/m³ (Q=800lpm).

- Continuation du forage de 1500m à 1538m sans réduction des paramètres (WOB=12T, RPM=100-120tr, Q=2500 lpm), les pertes ont diminué jusqu'à 4m³/h.
- Pompage 5m³ de LCM **475 kg/m³** (Q=800lpm).
- Remonter de 1538m à 1470m librement
- Squeeze avec augmentation du débit progressivement de 1000lpm à 3000lpm, P_{max}=2400 psi; volume totale de la boue squeezed 5m³
- Descente de la garniture à 1538m librement
- On a continué le forage de la section jusqu'à la cote 1633m; avec diminution des pertes jusqu'à 1.5m³/h
- Tight spot à 1629m; on a travaillé cet intervalle
- Continuation du forage de la section sans drilling jar de 1633m à 1700m avec des pertes partielles de 2m³/h.
- Pompage 10m³ de LCM 475kg/m³ (**Q=800lpm**), on a perdu 3m³ de boue pendant le pompage de LCM
- Remonter de la garniture de 1700m à 1630m; on tiré 3T ; puis on a effectué un squeeze avec backreaming de 1600m à 1628m avec augmentation du débit progressivement de 1000lpm à 3000lpm, P_{max}=2200 psi; volume totale squeezed 4m³
- Descente de la garniture à 1700m librement; puis forage de la section de 1700m jusqu'à 9"5/8 casing à 1969m; les pertes partielles sont réduites jusqu'à 1m³/h.
- Circulation pour nettoyer le fond (Q=2800 lpm , P=2100 psi), sans pertes constatées pendant la circulation.
- Remonter de la garniture en dehors du découvert de 1969m jusqu'à 1780m librement, tirage de 3T à cette cote avec hard back reaming de 1780 à 1602m (dogger lagunaire: Il est constitué d'anhydrite massive avec intercalations et passées d'argile plastique grise à brun-rouge, de dolomie cristalline, de sel massif et de marne grise.) avec perte partielle de 1.2m³/h.
- Back reaming de 1600m à 1436m, coincement à cette cote.
- Tirage jusqu'à 180T sans succès.
- Pompage 3m³ gasoil.

- Mécanique back off, 62T du poisson reste en fond.
- Descente au top du poisson a 966m.
- Tentative de vissage réussite, connexion du torque a 780amp et récupération de toute la BHA:103T.
- Coincement de la BHA en bas.
- Tentative de décoincement sans succès.
- Tentative de rétablir la circulation sans succès.
- Tirage jusqu'à 180T (récupération de 3.30m)
- Tentative de rétablir la rotation et circulation sans succès.
- Mécanique back off (910A; 7tr) WOH:63T ; 40T au fond.
- Remonter avec DP 5" jusqu'à la surface (récupéré 54 stds et 01 jt, poisson: BHA+7stds+1single =435m, 40t, top a 1531m).
- Descente de la BHA de repêchage a la cote de 983m (perte partielle statique 0.5m3/h)
- Echec de la tentative de repêchage (WOH=103T)
- Echec de la tentative d'établir la rotation.
- Tirage sans fishing jar jusqu'à 180T sans succès.
- Remplissage du puits de 9.5m3 de boue (niveau statique a 141m)
- Mécanique back off a 115T (récupération 64T; 39T en troue)
- Back off (torque a 900amp, 22000lb*ft)
- Remplissage du puits avec 6m3 (perte statique =0.6m3/h)
- Remonter de la BHA de repêchage a la surface.
- Descente de la BHA pour confirmation du top du poisson (remplissage du puits avec 4.8m3 de boue), posé de 4T à 331m.
- Soft reaming de 331m à 895m. (60m3 de perte de boue pendant le reaming).
- Coincement a 881,5m (pas de rotation ni de circulation)

- Tentative de débloquer en travaillant la garniture en haut et en bas réussite (circulation et rotation établie)
- Hard backreaming de 881 à 873m et de 873 à 672m et librement de 672 à 249m 13 3/8" csg shoe puis en surface.
- Perte de boue 14m³(1 m³/h) pendant le backreaming.
- Descente de 3 ½" DP jusqu'à 283m.
- Descente de 5" DP jusqu'à 1004m (4m³ perte de boue:0,5m³/h)
- Nettoyage du fond de 1004m a 1529m et tag du top fish à 1532m; 11,9m³ de bouchon de ciment jusqu'à 1529m.

IV.4. L'organigramme pour libérer la garniture coincée :

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

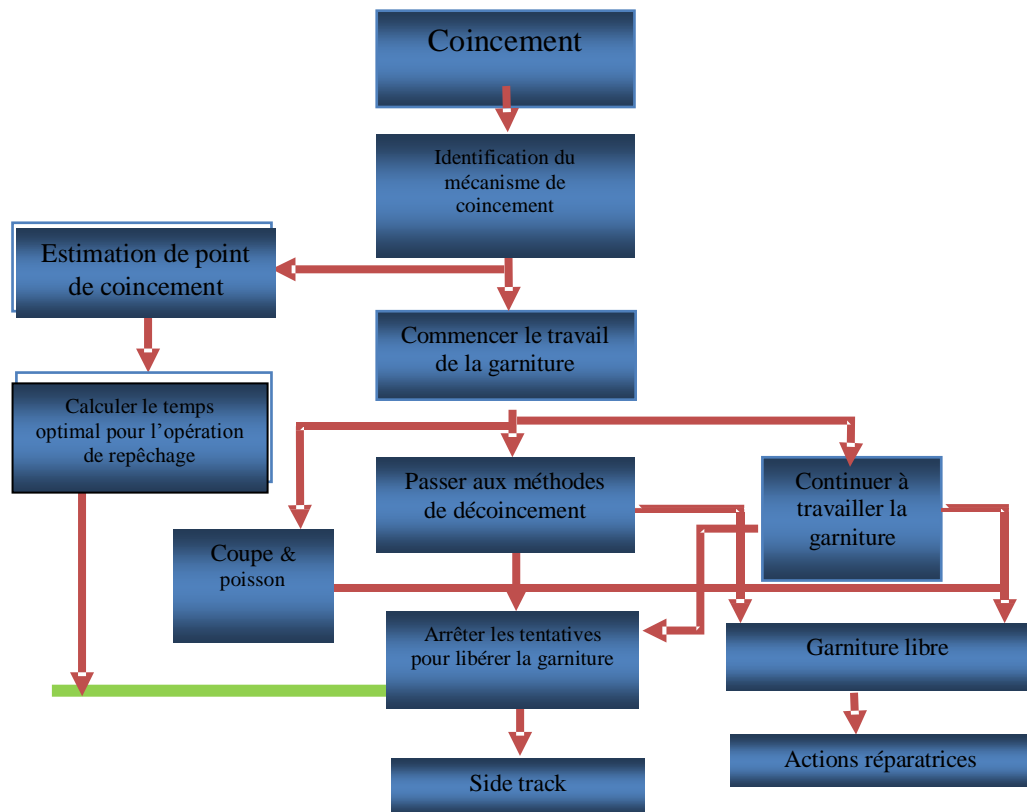


Fig 12 : Processus de traitement des coincements.

Totale des pertes:

- 125m³ pendant le forage de 1428m à 1969m (1.7 - 2m³/h).
- 159m³ pendant la tentative de décroincement à 1436m et en statiques conditions (0.75m³/h).

IV.4.1 point de coincement :

Le point de coincement est estimé à la côte de 667m pour le premier cas et à 1436m pour le deuxième cas

IV.4.2 Estimation de nombre de jours de l'instrumentation:

Quelque travaux de repêchage peuvent continue pendant des moins, après certain temps cependant le cout de repêchage et le temps perdue de forage devient prohibitif, généralement une fois ces couts atteignent environ le demi de side-track et reforage, le repêchage doit être abandonné.

On' a une méthode pour calculer le nombre des jours qui devraient être prévue pour repêcher on utilisant la formule suivant :

Equation (01) :

$$D = V + C_S / R + C_D$$

D : nombre des jours prévus pour repêcher

V : valeur de remplacement du poisson

CS : cout prévisionnel de side-track

R : cout journalier des outils de repêchage et les différents services

CD : prix d'allocation de l'appareil

➤ La valeur de poisson laisser dans le puits est de :

Stabilisateur 5191.67\$

Masse tige 85745.286\$

Tiges Lourdes 26438.4\$

Tiges 45586\$

XO 10383.34\$

Near bit 5191.67\$

Outil 12^{1/4"}: 52368\$

V = 230903.696\$

➤ cout prévisionnel de side-track = 426288\$

➤ cout journalier des outils de repêchage et les différents services = 2000\$

➤ prix d'allocation de l'appareil = 33571.428\$

Donc le nombre de jours estimer pour faire l'instrumentation est :

$D = (230903.696 + 426288) / (2000 + 33571.428) = 18.47$ Jours

Equation (02) :

$$D = 18.47 \text{ jours}$$

IV.5) 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.

Toutefois deux cas se présentent généralement.

1) Cas où l'instrumentation doit être impérativement décidée,

Ce cas rare peut se présenter.

Exemple : Sur Hassi Messaoud, éboulement des sables du Mio-Pliocène et coincement de la B H A dans la phase 17 "1/2 ou 26". Nous sommes dans le cas de figure où si nous abandonnons le puits il faut dans l'immédiat avoir un autre emplacement prêt et accepter de perdre le temps d'un deuxième déménagement, ce qui va augmenter considérablement le prix de revient du puits.

2) Cas où l'instrumentation doit être décidée après l'étude du coût.

Cas que nous allons développer.

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 :

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

La décision coût :

- Tant que et si $A+B > C+D+E$ (l'instrumentation est conseillée et /ou peut se poursuivre)
- Si $A+B = C+D+E$ (l'instrumentation est déconseillée)
- Si $A+B < C+D+E$ (l'instrumentation doit cesser immédiatement)

IV.6) Le POISSON:

Tab.02 : Le poisson

Composition	Nombre	Longueur (m)	Longueur totale (m)	Cumule de longueur (m)
Outil PDC 12"1/4	1	0.4	0.4	0.4
Near Bit	1	2	2	2.4
Short DC 9"1/2	1	3	3	5.4
Stabilisateur	1	2	2	7.4
DC 9"1/2	1	9	9	16.4
Stabilisateur	1	2	2	18.4
DC 9"1/2	1	9	9	28.4
XO	1	1	1	28.4
DC 8"	15	9.4	141	169.4
XO	1	11	1	170.4
Heavy Weight DP 8"	6	9.33	56	226.4
Longeur DP 5.5"	7	9	189	415.4
Simple DP 5.5"	1	9	9	424.4

IV.7) Déroulement des instrumentations:

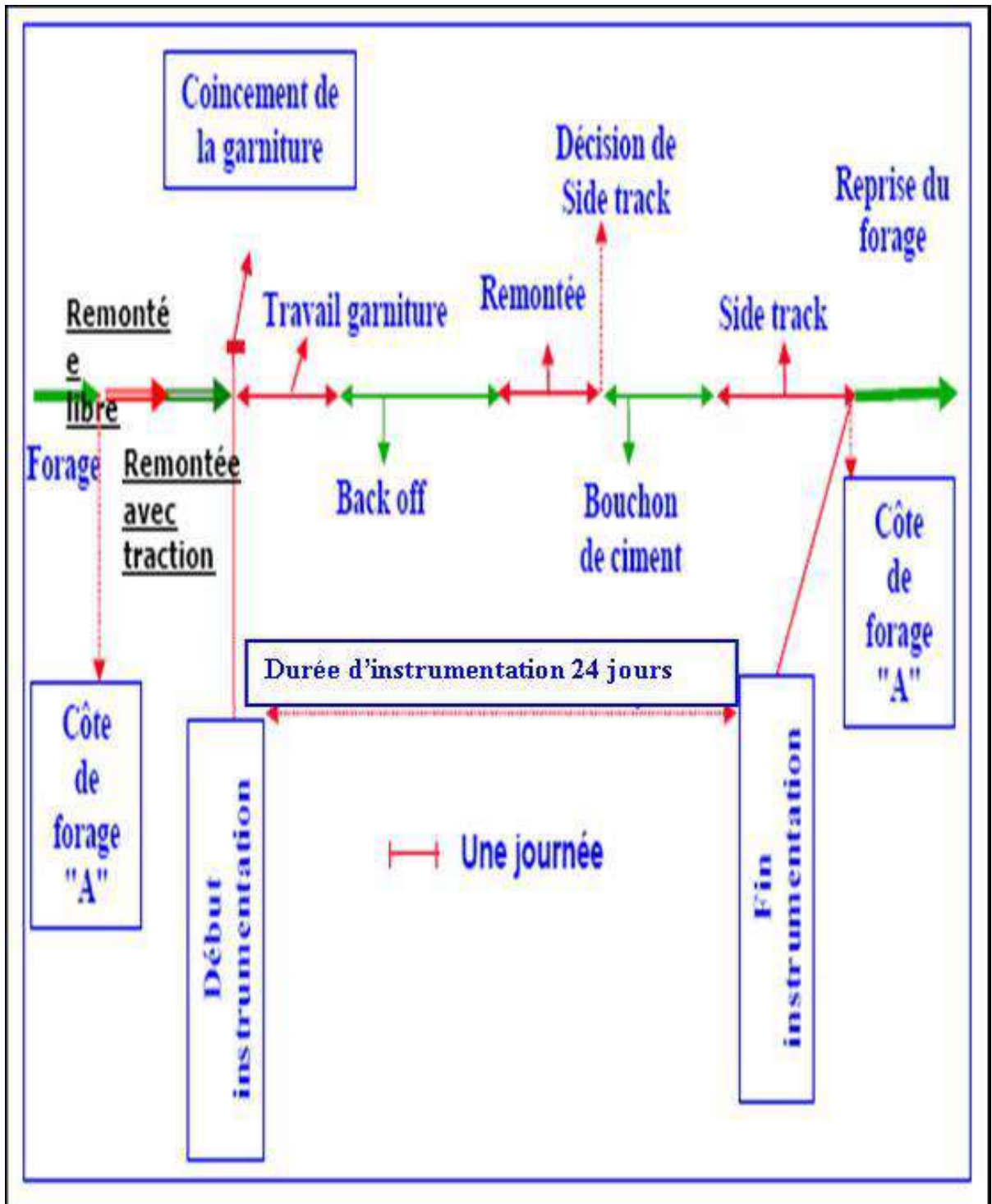


Fig 13 :déroulement des instruments

IV.8) Dévissage mécanique :

Après l'échec de toutes les tentatives pour libérer la garniture de forage à savoir :

- Absence du battage puisqu'on a jar ; descendu sans drilling
- Le travail de la garniture Max ouver-pull ;
- l'impossibilité du pompage de bouchon d'acide (perte de circulation lors du coincement) ; [6]

Calcul :

Détermination du poids de la garniture jusqu'au point prévu pour le dévissage pour le 2^{ème} cas:

Tab.03 : composant de la garniture à dévisser

Composant	Poids Linéaire	Longueur	Poids à l'air
	(Kg/m)		(Tonne)
DP 5.5"	37,51	1638	61,42

Donc pour positionner le point neutre il faut lire un poids de 61,42T au niveau du Martin-Decker mais en raison de l'incertitude engendrée par les frottements on ajoute une marge de sécurité à ce poids de 10%, c.à.d. PMD=67,56T.

- Avant le dévissage, il faut systématiquement rebloquer à droite l'ensemble de la garniture. Le reblocage de la garniture se fait en deux étapes :
 1. Reblocage homogène de toute la garniture au couple de serrage de la connexion la plus faible. Dans notre cas c'est les tiges 5.5", couple de serrage 5015 m-daN.
 2. Sur-bloquer la partie de la garniture au-dessus du point à dévisser avec 10 à 20% supplémentaire du torque utilisé dans la première étape, dans notre cas 5516.5 à 6018 m-daN. Il faut positionner le point neutre dans cette zone avant de transmettre le couple de sur-blocage. Travailler la garniture vers le haut et vers le bas.

Le but de cette procédure est d'affaiblir la partie que l'on veut dévisser par rapport à celle qui est au-dessus.

- Le dévissage se fait en positionnant le point neutre à l'endroit où l'on veut dévisser (75tonne MD), puis procéder comme suite :
 1. Tourner la garniture à gauche avec un torque maximum 5015 m-daN (calculer le nombre de tours transmis)
 2. Travailler la garniture en haut/bas, (67.56 tonne, incluant TDS) à (75 tonne, over-pull de 5 tonne).
 3. Relâcher progressivement le torque de la TDS, si le retour (nombre de tours) est de 100% refaire 1 et 2, sinon passer à 4.

4. Faire tourner la garniture à gauche avec un torque max, jusqu'à ce que la garniture se déconnecte du poisson (si l'opération réussit, le poids de garniture passera de 75t à 61t).

IV.9) Side track :

la décision de l'arrêt des opérations de l'instrumentation est prise, à cause de l'impossibilité de repêcher le reste de la garniture en vue des conditions sur lesquelles se trouve le puits, et de la gravité de coincement, donc il fallait passer à la deuxième solution qui est le side-track.

a) Plan de side-track:

Le plan de side track a été élaboré pour:

- Eviter le poisson que l'on a décidé d'abandonner et suivre la trajectoire optimale du side track (KOP 280m, build up de 8°, Azimuth 157,43°), puis revenir progressivement à la verticalité. [9]

b) Mode opératoire:

- Buts:**
- Pose des bouchons de ciment.
 - Réaliser le side track.
 - Reprendre le forage vertical de la phase 12^{1/4}.

Le plan est comme suit:

1. Forage du ciment jusqu'à 248m
2. Remplacer la boue Kcl/polymère (d=1.12) par OBM(d=1,02)
3. Continuer le forage du ciment jusqu'à 284m
4. Remonter jusqu'en surface, test du BOP
5. Montage de l'appareil Schlumberger
6. Forage jusqu'à 864 m, pomper à 713 m de 3 m³ de Heavy pill low viscosity et 2m³ de HI-VIS
7. On a observé une perte partielle
8. Pomper et remplacer 10m³ LCM à travers le well commander
9. Remonter à 794m, overpull 4 T
10. Fermer le well commander et continuer de remonter avec backreaming jusqu'à 765m
11. Dynamique squeeze, d'où on a augmentation du débit progressivement de 1000 LPM à 2800 LPM, P_{max}=1780psi, volume total squeezed 2,5m³
12. Continuer le forage directionnel de 864 m à 1451 m
13. Pomper 4m³ de HI-VIS
14. Continuer le forage directionnel avec reaming de chaque longueur forée de 1470m à 1969m
15. Remonter l'outil avec reaming
16. Wiper Trip

IV .10) Outil de déviation:

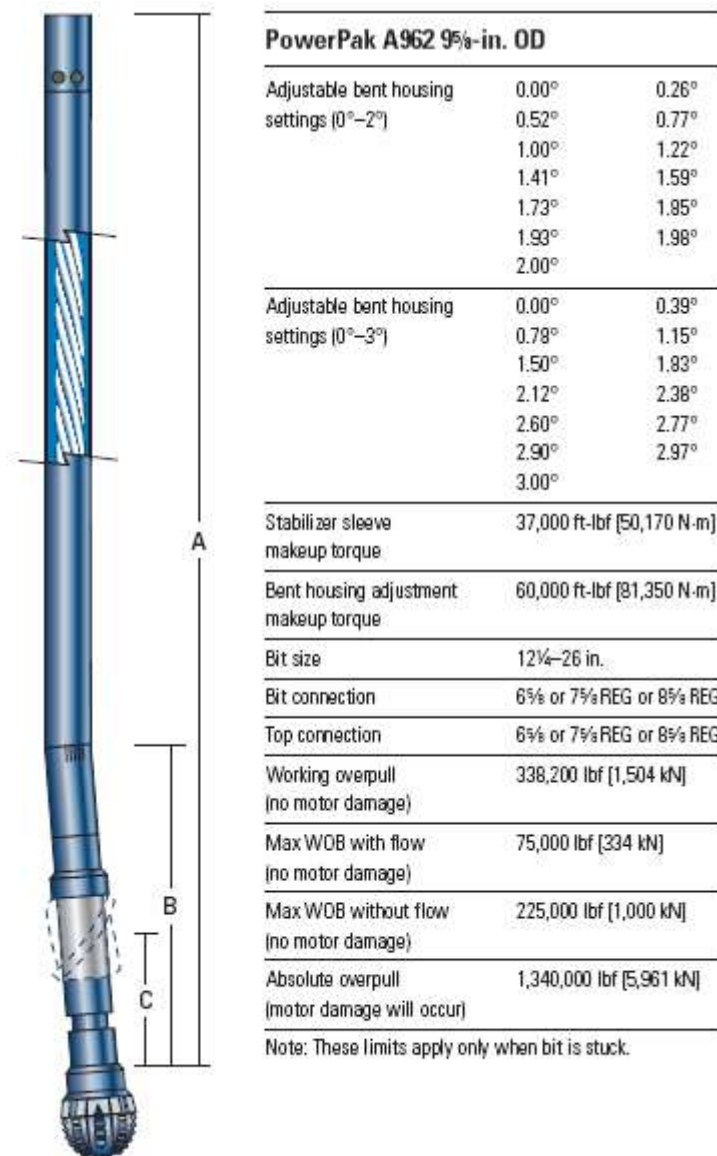


Fig.13: l’outil de déviation (power pak A962)

IV.11) Analyses et interprétations:

Des problèmes sévères d’instabilité tels que le problème de coincement 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 opérations et les tests de formation à haute pression (FIT, squeeze,...) [9]

↻ L'influence des formations:

La phase 12^{1/4} du puits **OMLZ45** est un programme lourd, commence de la cote 240 m jusqu'à la cote 1969 m. Sur le long de cette section, il existe un grand nombre de couches, de différentes duretés et de différentes caractéristiques.

Voici une évaluation des formations ou on a coincé

NEOCOMIEN: (667m)

Il est constitué argiles pâteuses et passées de calcaire, grés et dolomie

DOGGER ARGILEUX: (1428m)

Il est constitué d'argiles indurées gréseuses passées de dolomie traces de lignites et pyrites

Ou on voit bien que les argiles sont les causes de ces coincement, L'argile qui est une **roche sédimentaire**, composée pour une large part de minéraux spécifiques, **silicates** en général d'**aluminium** plus ou moins hydratés, qui présentent une structure feuilletée (**phyllosilicates**) qui explique leur **plasticité**, ou bien une structure fibreuse (**sépiolite**) qui explique leurs qualités d'absorption.

Le problème de ces argiles se manifeste lors du forage et surtout si la densité équivalente de la boue est inférieure à la densité exigée par ces argiles.

Le résultat de gonflement des argiles est le rétrécissement du trou ou la réduction de son diamètre qui va causer le coincement de la garniture et dans les pires des cas on tombe dans les cas d'instrumentations qui sont coûteuses et ne sont pas sûres en plus une perte de BHA et opération de side track.

↻ Analyse des paramètres de boue:

La boue utilisée pour le forage de la section 12^{1/4} est une boue WBM (water based mud) caractérisée par:

Tab. 04 :.analyse des parametres de boue

<i>Densité (kg/l)</i>	<i>1.10-1,15</i>
<i>Viscosité Fann</i>	<i>40-45</i>
<i>Gel (10s/10 m)</i>	<i>8/12</i>
<i>KCL</i>	<i>5-5,5%</i>
<i>PH</i>	<i>9,5-10</i>
<i>Chloride (mg/l)</i>	<i>40-60k</i>
<i>Y.point (lb/100 ft²)</i>	<i>25-28</i>
<i>Type: KCL/POLYMERE</i>	

Qui explique le gonflement des argiles car il y a eu une absorption de la boue par ces derniers

❖ **Test de formation (FIT):**

Les calculs théoriques basés sur l'estimation de la densité équivalente pour faire une bonne cimentation, nécessite un test de formation par une pression qui assure un bon régime d'écoulement pour une bonne cimentation. La pression de test est déterminée comme étant la pression maximal qu'on peut atteindre lors d'une cimentation primaire. [6]

Un FIT (formation integrity test) est un essai de pression qu'on l'arrête lorsqu'on atteint la valeur de pression exigée par l'opération de cimentation. Cette pression est égale à la pression de fond maximale lors du refoulement, lorsqu'on remarque qu'on a un retour partiel, donc test négatif, la FIT induite une fragilisation de la formation ce qui implique de faire un squeeze.

❖ **L'opération de squeeze:**

- Faire un squeeze avec l'unité de cimentation:
 - Surveiller que la pression de squeeze n'excède pas la pression de fracturation et qu'elle atteigne la pression déterminées par FIT.
 - Arrêter le squeeze de façon à laisser 1m³ de laitier dans le puits; Le volume à squeezer sera donc le volume du bouchon de ciment moins le volume perdus lors de la mise en place du bouchon :
- Maintenir en pression pendant 4heures.
- Purger et contrôler le volume en retour.
- Remonter au jour en remplaçant le volume d'acier par le même volume de boue.

Déroulement de l'opération de squeeze :

- 1538m à 1470m squeeze avec augmentation du débit progressivement de 1000lpm a 3000lpm, $P_{max}=2400$ psi; volume totale de la boue squeezeed 5m³
- un squeeze avec backreaming de 1600m a 1628m avec augmentation du débit progressivement de 1000lpm a 3000lpm, $P_{max}=2200$ psi; volume totale squeezeed 4m³

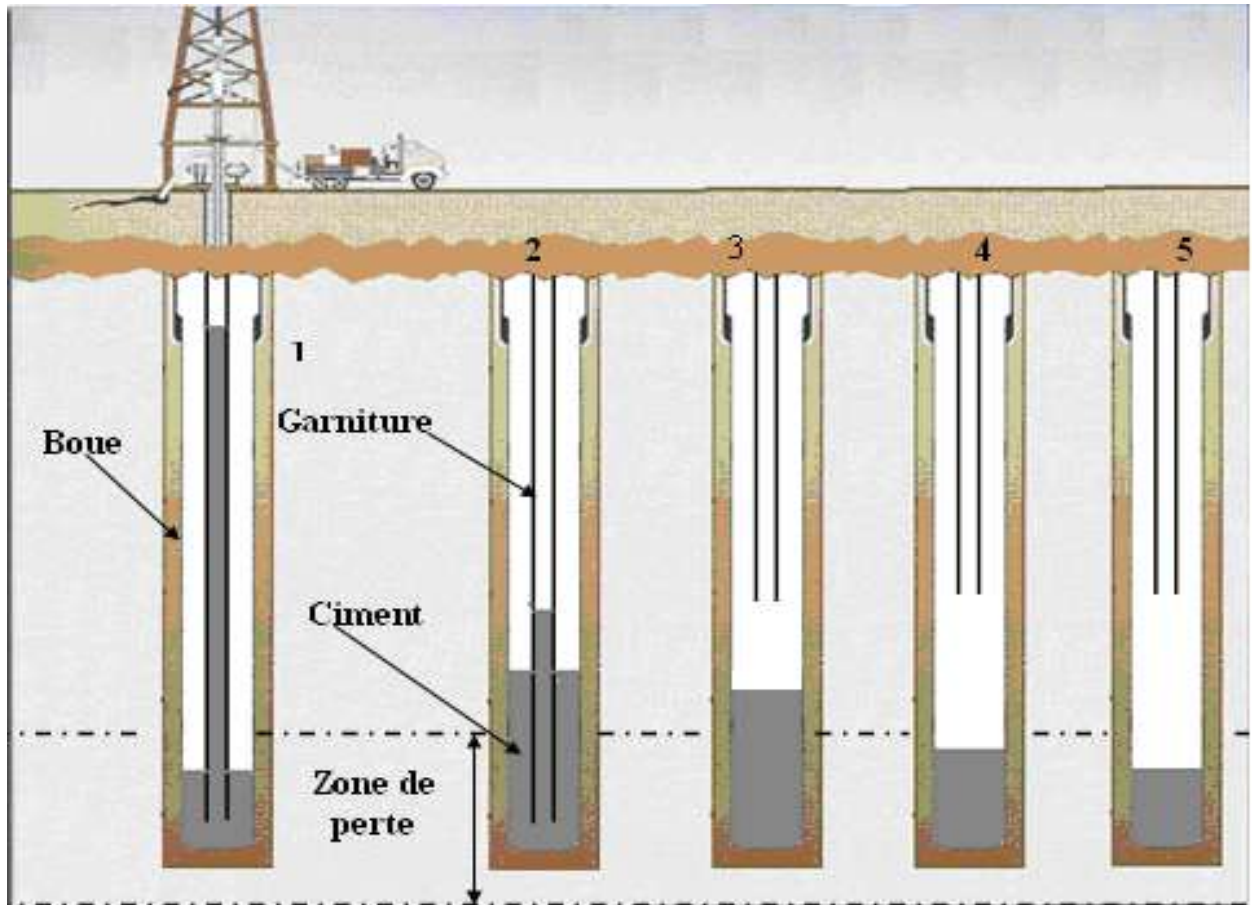


Fig.14 : Opération de squeeze.

Conclusion et Recommandation :

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 OMLZ45 à HMD, nous tenons à souligner que l'analyse des données de l'influence des formations, de la boue, les opérations et les tests de formation à haute pression (FIT, squeeze), montrent que les coincements sont dû principalement au gonflement des argiles qui ont été déclenchées au niveau du Néocomien (fin du Crétacée) et du Dogger argileux (Jurassique supérieur) qui ont provoqué par la suite un coincement total de la garniture (impossibilité de rotation de la garniture et impossibilité de mouvement de la garniture avec une circulation limitée) .

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 une pression hydrostatique capable de maintenir les parois du puits en place et pour ne pas fracturer la formation.
- ✧ Faire un Ramonage dès l'apparition de tirages lors de l'ajout des tiges, pour aléser les points de tirages et éliminer la formation de rebord.
- ✧ Réduire la vitesse de manœuvre de remontée avant que la BHA ne pénètre dans la zone suspectée,
- ✧ Prévoir un short trip
- ✧ Descente avec une drilling jar
- ✧ L'utilisation de boue à l'huile qui est une bonne solution pour forer les zones où il y a risque de coincement dû au gonflement des argiles.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : F.FRONDIN "module M2", division forage, 2004 .
- [2] : Forage rotary, les boues de forage (edition technipe, 1972).
- [3] : Formulaire de foreur edition 1989.
- [4] : Freeing stuck pipe "revision 1", 19 Jul 00 .
- [5] : IPM Stuck-pipe Manual, IPM Schlumberger, février 2003.
- [6] : La garniture de forage, ENSPM .
- [7] : SLIMANI A "problème de trou", division forage, 2004 .
- [8] : Stuck-pipe prevention.
- [9] : Wetherford Fishing Best Practices Training "course manual", 2001.