

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Hydrocarbures, des Energies renouvelables et des Sciences
De la terre et l'univers
Département de forage et MCP



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Forage

Présenté par :

- GHRISSI-Aloui Sami
- HAOUAMDI Abdelhai
- TOUARES Hamza

Thème

Coincement de train de sonde dans les argiles

Gonflantes d'In Amenas étude de cas

Puits TMTNO-1

Soutenu publiquement le : .../06/2018

Devant les jurys :

Mr.	M.A.A	Président	UKM Ouargla
Mr LEGHRIEB Youcef	M.C.A	Encadreur	UKM Ouargla
Mr.	M.C.A	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, qui nous a donné la force pour accomplir ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre promoteur consultant, le Docteur LEGHRIEB Youcef pour nous avoir dirigés tout au long de ce travail, et pour ses explications, remarques judicieuses et conseils qui nous ont été précieux pour la réalisation de ce travail.

Nous présentons nos chaleureux remerciements aux enseignants pour leur aides et orientation durant nos études.

Nous adressons notre gratitude à M. GADI Sadek « superintendant forage » pour toute l'attention et l'aide qu'il nous a accordés, ainsi ses conseils et ses critiques à guider nos réflexions.

Nous remercions également à Mr. Chahreddine Arabia « super intendant forage » et Mr. Kenioua Abdelhamid « superviseur » qui nous ont beaucoup aidé à réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

Nos derniers remerciements et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

Nous avons toujours *pensé* faire où *offrir* quelque chose à nos parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti des efforts rien que pour nous voir réussir, Et voilà, l'occasion est venue.

☉ *A nos parents.*

☉ *A nos frères, et nos sœurs, nous vous réservons toujours une place dans nos cœur et nos pensées.*

☉ *A nos famille*

☉ *A tout nos amis*

☉ *A tout les étudiants d'hydrocarbure Promo 2013-2018 .*

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES :

CHAPITRE I

Figure I.1 : Localisation de champs d'In Amenas –Illizi-.....	03
Figure I.2 : Coupe géologique de bassin d' Illizi.....	07

CHAPITRE II

Figure II.1 : Schématisation des différents termes propres aux argiles.....	08
Figure II.2 : Couches tétraédriques et octaédriques.....	09
Figure II.3 : Représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile.....	09
Figure II.4 : Classification des différents minéraux argileux par leur structure.....	10
Figure II.5 : Avant et après le gonflement.....	14
Figure II.6 : Le gonflement et l'hydratation des matériaux argileux.....	16

CHAPITRE III

A. Le coincement

Figure III A.1 : Key Seat.....	19
Figure III A.2 : Sédimentation des déblais.....	20
Figure III A.3 : Sédimentation des déblais dans les puits inclinés	21
Figure III A.4 : Ferrailles dans le trou.....	22
Figure III A.5 : Argiles gonflantes.....	24
Figure III A.6 : Argiles fluentes.....	25
Figure III A.7 : Argiles feuilletées.....	25
Figure III A.8 : Couches du sel	26
Figure III A.9 : Formations non consolidées.....	28
Figure III A.10 : Formations fracturées.....	29
Figure III A.11 : Mauvaise géométrie de puits.....	30
Figure III A.12 : Changement d'outil.....	31

B. Traitement de coincement

Figure III B. 1 : Processus de traitement de coincement.....	32
Figure III B. 2 : Mise en place et déplacement du bouchon.....	34
Figure III B. 3 : Coulisse mécanique.....	36

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

FigureIII B. 4:Coulisse hydraulique.....	36
FigureIII B. 5 :Coup à l`explosif (JET CUTTER).....	40
FigureIII B.6:a) Overshot équipé d`un spiral grapple.....	42
b) équipé d`un basket grapple.....	42
FigureIII B.7: Taraud, cloche taraudée et pin tap.....	43
FigureIII B.8 :Side-track avec whip stock.....	44

CHAPITRE IV

FigureIV.1 : Localisation de puits TMTNO-1.....	45
FigureIV. 2 : La coupe lithologique et le profil du puits TMTNO-1.....	46
Figure IV.3 : Master log de la formation de coincement.....	50
FigureIV.4: Evolution du torque lors du forage.....	52
Figure IV.5 : Poisson perdu dans le puits.....	56
FigureIV. 6 : BHA de sidetrack.....	57
FigureIV. 7 : Profil de sidetrack.....	59
Figure IV. 8 : Le profil final de puits TMTNO-1.....	60

LISTE DES TABLEAUX :

CHAPITRE I

TableauI.: Horizons producteurs champs d'In-Amenas.....	5
---	---

CHAPITRE II

TableauII.:Surface spécifique des particules argileuses (Fagel, 2005).....	12
--	----

CHAPITRE III

Tableau III. : Collage parpression différentielle.....	18
--	----

CHAPITRE IV

Tableau IV.1 : Les coordonnées du puits TMTNO-1.....	45
Tableau IV.2 : Déroulement et timing des opérations.....	47
Tableau IV.3 :Les caractéristiques de la boue	51
Tableau IV.4 : Composition de poisson perdu dans le puits.....	56
Tableau IV.5 : BHA de sidetrack	57

SOMMAIRE

CHAPITRE I : Description de champ d'In Amenas

Introduction générale	1
1. Généralité sur la région d'In amenas.....	2
1.1 Historique d'exploration et d'exploitation.....	2
1.2 Situation géographique de la région.....	2
1.3 Intérêt pétrolier.....	3
1.4 les champs de la région.....	4
1.5 les horizons producteurs des différents champs.....	5
2. La coupe lithologique et stratigraphique.....	5

CHAPITRE II : Argiles et propriétés

1.Introduction.....	8
2.la structure et le minéralogie des argiles.....	8
3.Les classes d'argile.....	10
4. Forme et surface spécifique.....	11
5. Classification des formations argileuses.....	12
5.1 Les formations argileuses boulanges.....	12
5.2 Les formations argileuses plastiques.....	13
5.3 Les formations argileuses gonflantes.....	13
6. phénomène du gonflement.....	14
6.1 Mécanisme du gonflement.....	14
6.2 Composantes mécaniques du gonflement.....	14
6.3 Composantes physico-chimiques du gonflement.....	15
7. Le problème de gonflement des argiles au cours du forage.....	15
7.1 Degré d'hydratation.....	16
7.2 L'interaction eau-argile.....	16

CHAPITRE III : Etude bibliographique

A. le coincement

1. Définition de coincement.....	17
2. classification des coincements.....	17

SOMMAIRE

2.1 coincements par pression différentielle.....	17
2.2 coincements mecaniques.....	19
2.2.1 Trou de serrure (Key Seat).....	19
2.2.2 Sédimentation des déblais.....	20
2.2.3 Chute ferraille et objet dans le puits.....	21
2.3 coincements dus a la formation.....	22
2.3.1 Formations mobiles.....	22
2.3.1.1 Instabilité des argiles.....	22
a) Les argiles gonflantes.....	22
b) Argiles fluentes.....	24
c)- Argiles feuilletées.....	25
2.3.1.2 Les couches du sel.....	26
2.3.2 Formations non consolidées.....	27
2.3.3 Formations fracturées.....	28
2.3.4 Mauvaise Géométrie Des Parois.....	29

B. Traitement de coincement

1 Introduction.....	32
2. les techniques utilisées pour libérer la garniture.....	33
2.1 Tirages excessifs.....	33
2.2 Bouchon d'acide.....	33
2.3 Le battage.....	35
2.3.1 Différents types de coulisses.....	35
a.les coulisses mécaniques.....	35
b. les coulisses hydrauliques.....	35
2.3.2 Sens de battage.....	37
2.4 Dévissage back-off.....	37
2.4.1 Dévissage à l'explosif.....	37
2.4.2 Dévissage mécanique.....	40
2.5 Raccordement et repêchage de matériel tubulaire.....	41
2.5.1 Critères d'un bon raccordement.....	41

SOMMAIRE

2.5.2 Outils de raccordement.....	41
2. 6.Side-truck.....	43

CHAPITRE IV :Etude de cas puits TMTNO-1

1. Présentation de puits	45
1.1 Historique.....	45
1.2 Situation géographique du puits.....	45
1.3 Localisation de puits.....	45
1.4 La coup lithologique de puits TMTNO-1.....	46
2. Le coincement de la garniture lors du forage de la phase 17 1/2.....	47
2.1 Déroulement et timing des opération.....	47
2.2 Calcul du point du coincement.....	49
2.3 Analyses et interprétations	50
2.3.1 Analyse de la formation.....	50
2.3.2 Les caractéristiques de la boue.....	51
2.3.3 Le torque	52
2.3.4 Analyse des déblais des formations.....	52
2.3.5 Nettoyage du puits	53
2.4 Conclusions.....	53
3. Paramètre de décision.....	54
4. Déroulement de l'opération du back off mécanique.....	55
5. Le déroulement de side track dans la phase 17 1/2.....	56
5.1 BHA de SIDE TRACK.....	57
5.2 Description de l'opération de side track	58
6. Profil final de puits.....	60

Abréviation :

BHA : Bottom hole assembly

CEC : Capacité d'échange cationique

DC : Drill collar

HWDP : Heavy weight drill pipe

KOP : Kick-off point le point où le puits quitte la verticalité

MD : Martin Decker

POOH : Pull out of hole

RIH : Run in hole

UTM : Universal Transversal Map

WBM : Water based mud

YP : Yield point

Termes :

Azimut : La direction du puits par rapport au nord

Back off : Devissage

Bottom up : Position où l'outil se trouve quelques mètres au-dessus de fond

Dog leg : Représente un changement de direction résultant d'une variation d'inclinaison et /ou d'une variation d'azimut, exprimé (inférieur ou supérieur à 0) en deg/ 10 m , deg /30 m ou deg/100 ft

Drag : Résistance de frottements

Drain : Section horizontale au subhorizontale du puits située dans le réservoir

Inclinaison: L'angle du puits par rapport à la verticale

La cible : Le point visé en sous-sol

Over pull : Triage excessif

Reaming : Alésage et reforage

Référence de profondeur : L'origine des mesures de profondeur

Side track : Déviation sur bouchon de ciment

Torque : Couple / moment de torsion

Yield point : Seuil de plasticité

Trajectoire : Le cheminement du puits depuis la tête de puits jusqu'à sa profondeur finale

Introduction Générale :

La traversée des formations argileuses pose des problèmes dont la résolution est carrément liée à la compréhension du comportement argile-fluide, parmi ces problèmes le coincement de la garniture par gonflement des argiles qui se produit par l'intrusion d'eau de filtrat de boue au sein de la structure argileuse (structure feuilletée) en résultant l'écartement des feuilles d'argile l'un à l'autre et provoquant par la suite le gonflement des argiles.

Ce phénomène continue encore à se manifester dans des nombreuses régions et engendre chaque année des dégâts considérables. Il est constaté que 90 % des formations rocheuses rencontrées dans les puits pétroliers sont de type argileux et sont impliquées dans la majorité des problèmes.

La vigilance est demandée pour éviter ce problème car les risques du coincement sont considérablement accrus lorsque des formations techniquement très défavorables (fluentes gonflantes, bouillantes) sont rencontrées durant la réalisation de puits.

Le cas du coincement dans la phase 17^{1/2} puits TMTNO-1 illustre bien les conséquences catastrophiques de ce type d'incident, en fait le gonflement a conduit à un coincement de la garniture induisant l'abandon d'un puits de 146.3m et la reprise d'une nouvelle section.

L'objectif de cette étude est d'analyser ce phénomène de coincement et de faire ressortir les indications susceptibles de nous avertir de l'avènement de ces types de coincement dans le futur.

Notre travail est constitué de quatre chapitres à noter :

Chapitre 1 : Description de champ d'In Amenas.

Chapitre 2 : Argiles et propriétés.

Chapitre 3 : Etude bibliographique.

A. Le coincement.

B. Traitement de coincement.

Chapitre 4 : Etude de cas puits TMTNO-1.

1. Généralités sur la région d'In-Amenas :

1.1 Historique d'exploration et d'exploitation :

Des nombreuses sociétés pétrolières étrangères pour opérer sur des permis de différentes tailles dans le cadre de la prospection.

La CREPS (compagnie de recherche et d'exploration du pétrole au Sahara) a eu la grande part dans la région pour ce qui est de l'exploration et la totalité des gisements lors de l'exploitation.

La recherche dans le bassin d'Illizi a commencé en 1955 et a été encouragée par la découverte par le forage des puits DL101 ou Djeleh -101, en 1956 jaillit pour la première fois du pétrole dans le Sahara algérien. En 1956 et après la découverte de champ de Djeleh fut le tour de champ de Tiguentourine par le forage de TG 101 dont les horizons producteurs sont le carbonifère (B11, D2, D4, D6), le dévonien (F2, F4, F6) et le cambro-ordovicien (unité IV) en particulier.

La CREPS a foré le puits ZR1, en 1957, qui donna de l'huile dans les horizons suivants : carbonifère (B4, D0, D2) dévonien ; (F2, F4) avec un gaz cap dans le réservoir F4 et du gaz dans le cambro-ordovicien et les autres champs tels que la reculée (1956) El-adheb Larache (1958), Ouan Taredert (1958), dôme à Collerais (1958), Assekaifaf Sud (1958), Assekaifaf Nord (1962), Tan Emellel découvert en (1960), Tenere EL Beugra (1960), Gara (1962), Irlalene (1962), ouestihansetene (1963), hassi Farida (1963), Tihigaline (1963). [1]

1.2 Situation géographique de la région :

Localisation :

La région d'In-amenas est située à 1600 km au sud-est d'Alger, à 820km d'Ouargla et à 240km au Nord Nord-est de chef-lieu de la wilaya d'Illizi, proximité de la frontière libyenne, du point de vue coordonnées géographiques la région d'In-amenas est limitée en Nord par parallèle 28° 28' selon l'axe (d'Est en Ouest Ouan-Tardjeli (Otl), Touratine (Trn), Irlalene (Irl), West-thansaténe (Wih) et Tihigaline (Txa, Txb).

Au sud par la parallèle 26° 30' selon l'alignement des petites structures, d'Est en Ouest : Amenaned (AMD), In-Teria (It), Tin-Mezoratine (Tmz), Assekaifaf (As), Tihigaline (Txh) et le couloir (Clr). [1]

A l'Est par la frontière Algéro-libyenne au niveau du méridien 10°. A l'Ouest par le méridien 8° passant par l'Erg Issaouane. (Voir ci-après la carte de localisation de cette région).

Superficie :

La superficie de la région est d'environ 30.000 km².

Découvertes :

Premières découvertes pétrolières dans le sud Algérien le 28 février 1956 avec le forage du puits DL101, (champ de Djeleh).

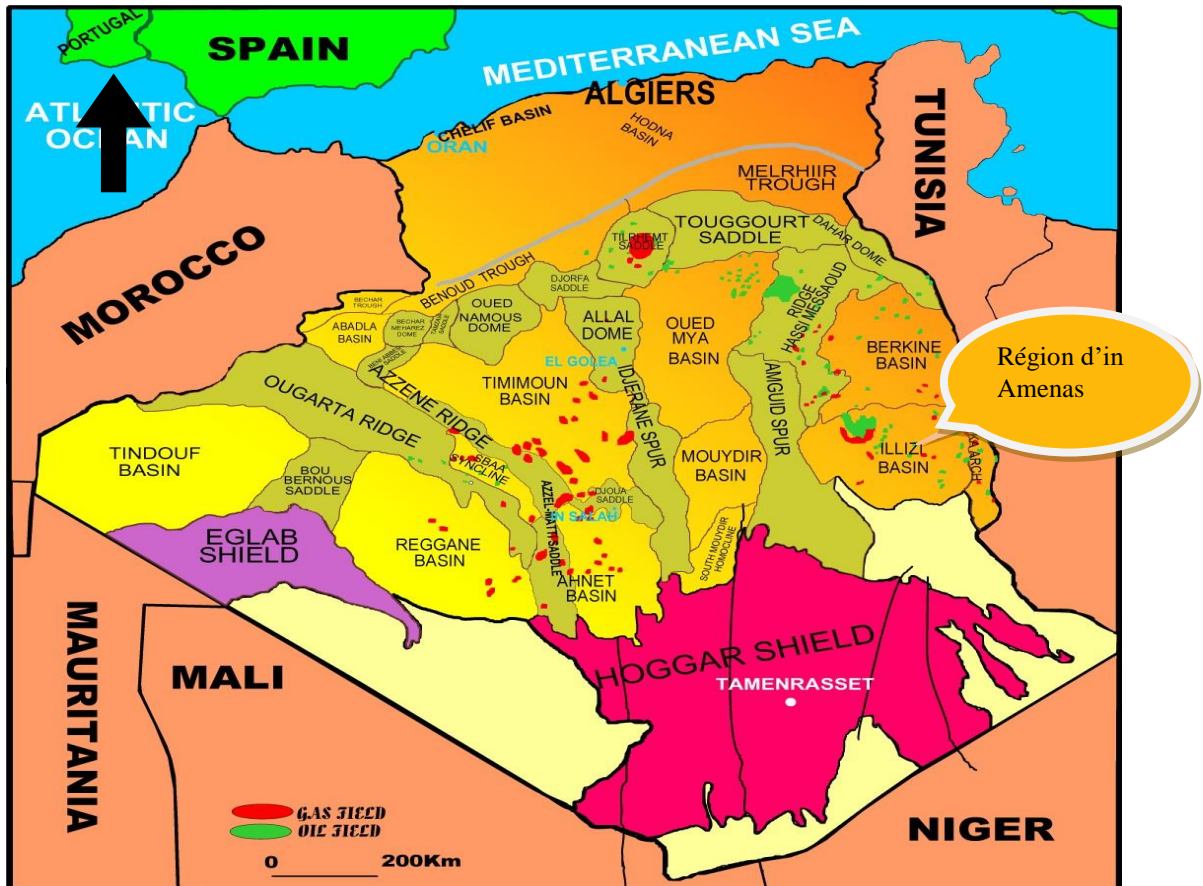


Figure I.1: Localisation de champs d'In Amenas –Illizi-. [2]

1.3 Intérêt pétrolier :

Le bassin d'illizi est une riche province pétrolière ou le premier gisement du pétrole fut découvert à Djeleh en 1956 par le CREPS, après cette découverte, durant les années 1960 et 1970, tous les travaux et les études de prospections et d'exploration de détail (sismique, forage, mission de terrain ...) ont été concentrés sur ce bassin et avaient permis la détection et la localisation des nombreux autres gisements du pétrole et de gaz.

Les plus grandes accumulations d'huile avec parfois des chapeaux de gaz se rencontrent dans le dévonien (F6, F4 F2) et de gaz humide avec quelques fois de minces anneaux d'huile dans le cambro-ordovicien (ex : gisement de TFT).

Le champ de Zarzaitine, avec son réservoir dévonien F4, producteur d'huile, constitue le gisement le plus important dans la région d'in-amenas. [1]

1.4 Les champs de la région : [1]

Implantation des champs sur la région

Dans la région d'In-Amenas on a plusieurs champs pétroliers et gaziers qui sont distribuée sur toute la superficie de la région.

Les secteurs de la région :

Pour des raisons d'affiliation géographique et géologique les champs de la région sont divisés en trois secteurs qui sont :

1-Secteur Nord :

Zarzaitine

Zarzaitine Nord Est

Nord In-Amenas

2-Secteur Ouest :

Tiguentourine

El Adheb Larache

Gara

La reculée

Assekaifaf (nord et sud)

3-Secteur Est :

Djeleh

Les autres champs qui ne sont pas mentionner dans la subdivision précédente sont soit :

Actuellement à l'arrêt (fermés depuis Avril 1983) :

Tanemelle

Dôme collenais

Oun tardert

Non exploités :

Hassi Ouan Abech

Iffefane

Irlalene

Hassi Farida

Tin Essameid

Tenere El Beugra

1.5 Les horizons producteurs des différents champs :

Les différents horizons producteurs des champs de la région sont présents dans le tableau suivant :

Tableau I.1: Horizons producteurs champs de In-Amenas. [1]

Champs	Horizon producteurs	Niveaux exploités	Année de découvert	Année d'exploitation
Zarzaitine	Dévonien Carbonifère	F4 A-B4-B6-B2	1957 1957	1960 1960
Djehel	Dévonien Carbonifère	F2-F4 D2-D4-D6	1956 1956	1960 1960
Tiguentourine	Dévonien	F2	1956	1962
La reculée	Dévonien	F2-F4-F6	1956	1965
Assekaifaf	Dévonien	F4	1957	1975
Gara	Dévonien	F6	1962	1975
Gara-sud	Dévonien	F6	1988	1990
El Adheb Larache	Dévonien	F4	1958	1962

2. La coupe lithologique et stratigraphique :

La coupe lithologique type du bassin d'Illizi est constituée d'une série sédimentaire globalement détritique allant du Cambrien au Paléogène dans laquelle les terrains paléozoïques occupent les deux tiers de l'épaisseur totale de la série. La série stratigraphique type du bassin d'Illizi épaisse de plus de 3 000 m est la suivante : [3]

Le Paléozoïque:

Le Cambrien:

Il est constitué par une succession de formation détritique, essentiellement gréseuse.

- ❖ L'unité I:(conglomérats d'EI Moungar) épaisse de 300m, est principalement formée de lentilles de grès conglomératiques.
- ❖ L'unité II : Sa puissance est de l'ordre de 200 à 300m. Les dépôts de base sont essentiellement des grès moyens à grossiers à stratifications obliques avec quelques graviers et galets de quartz. [3]

L'Ordovicien:

A l'échelle du bassin d'Illizi, l'Ordovicien est subdivisé en quatre unités.

- ❖ L'unité III-1 : Son épaisseur est variable, d'âge Trémadoc, elle est représentée par une alternance de grès fins à stratification oblique et des galets d'argile avec des

intercalations de niveaux silteux.

- ❖ L'unité III-2 : Formée essentiellement de grès fins à grossiers à ciment siliceux.
- ❖ L'unité III-3 : Elle est d'âge Caradoc, son épaisseur peut atteindre 40 à 200 mètres en moyenne constituée de grès micacés fins à ciment argileux ou siliceux à alternant avec de rares passées d'argilite, Cette série passe vers le sommet à des grès grossiers à fins et à stratifications obliques qui s'enrichit en argile vers le sommet.
- ❖ L'unité IV : Son épaisseur est de 100 à 300 mètres en moyenne. Elle est composée de grès et d'argile d'origine glaciaire. Elle comprend :
 - L'unité IV-1 : Qui est une série de comblement des paléo-topographies façonnées par l'avancement des glaciers est constituée de dépôts variés.
 - L'unité IV-2 : Appelée dalle terminale, elle est essentiellement gréseuse. [3]

Le Silurien :

Le Silurien est composé de bas en haut par les formations suivantes :

- ❖ Formation de l'Oued Imirhou formée d'argiles à Graptolites d'une épaisseur moyenne de l'ordre de 300 m avec des rares intercalations silteuses, caractérisée par une série condensée appelée argiles radioactives très fossilifère et très riche en matière organique d'une épaisseur de plus de 30m.
- ❖ Zone de passage (unité M) : formant le réservoir basal du F6 épais d'environ 100m. Cette unité est constituée d'alternance de grès, d'argile et de silt.
- ❖ Barre inférieure (unité A) du réservoir F6 : Il s'agit de grès fins à moyens à stratifications obliques d'une épaisseur moyenne de 30 m.
- ❖ Talus à Tigillites (unité B) du réservoir F6 : Son épaisseur varie de 40 à 50 m. Cette unité est formée d'alternances d'argiles silteuses et de grès fins argileux associés à des terriers. [3]

Le Dévonien:

A l'échelle de la région d'étude il est représenté en général par le Dévonien inférieur d'une puissance de l'ordre de plus de 200 m et sa stratigraphie est comme suit :

- ❖ La barre moyenne (unité C1) du réservoir F6 : d'âge Gédinien, présente une épaisseur d'environ 50 m. Elle est constituée de grès fins.
- ❖ Les trottoirs (unité C2) du réservoir F6 : d'âge Gédinien, son épaisseur varie entre 20 et 30m.

Elle est représentée par des alternances de grés et d'argile silteuses.

- ❖ La barre supérieure (unité C3) du réservoir F6 : d'âge Siégénien, elle est essentiellement gréseuse, son épaisseur varie de 80 à 100m.

Le Carbonifère:

Dans le bassin d'illizi le Carbonifère est représenté par une épaisse formation argilo-gréseuse (de 100m environ) qui renferme des roches carbonatées et se termine par des sédiments continentaux. Cette série englobe :

- ❖ Le Tournaisien argilo-gréseux.
- ❖ Le Viséen argilo-gréseux caractérisé par l'existence de deux chenaux régionaux B2 B12.
- ❖ Le Westphalien représenté à la base par un chenal et une série argilo-calcaire avec une zone à gypse, des dolomies et des bancs oolitiques.
- ❖ La série de Tiguentourine, constituée par des argiles rouges à gypse. [3]

AGE		PROF:z	EPAIS	ETAGE	STRAT	LITHOLOGIE
CRETACE		7	454	TAOURATINE SUPERIEUR		Sable et argile
				TAOURATINE Moy		
TRIAS JURASSIQUE		461	150	Zarzaïtine Sup		sable beige moyen a grossier carbonaté calcaire dolomitique
				Zarzaïtine Moy		
TRIAS		611	120	Zarzaïtine Inf		
CARBONIFERE		731	120	Serie de Tiguentourine		Argile sableuses parfois dolomitique
		851	123	Westphalien F		Calcaire, dolomie argileuse, argile
		974	133	Westphalien-Namurien E		Calcaire, dolomie argileuse, argile
		1107	145	Namurien D		Argile dolomitique, grés, calcaire
		1252	215	Viséen C		Argile, grés fin,calcaire,pyrite,fossile
		1467	314	Viséen B (D0)		Argile, grés fin, calcaire, pyrite
DEVONIEN	Sup-Moyen	1781	119	Tournaisien A		Argile, grés fin, fossile, dolomite, Pyrite
		1900	30	Réservoir F2		Grés fin, argile silteuse.
	Inférieur	1930	142	Serie Argileuse		Argile foncée, grés fin, calcaire, pyrite
				Mur Pic radioactif		Grés fin à grossier, argile, fissures
		2072	26	Série argileuse Inf		Argile foncée, silteuse et micacée
		2098	34	Réservoir F4		Grés fin à grossier, argile, fissures
		2132	22	Argile Intermediaire		Argile foncée, silteuse et micacée
SILURIEN	Reservoir F6	2154	16	Unité C		Grés très fin et argiles indurée
		2170	14	Unité (B-A)		Grés fin avec fissure, argile sableuse
		2184	50	Unité M2		Grés blanchâtre, argile silteuse
		2234	80	Unité M1		Grés a bitume, argile foncée, pyrite
		2314	> 30	Silurien Argileux		Argile noire charbonneuse, grés-silteuse

Figure I.2: Coupe géologique de la région d'In Amenas. [3]

1. Introduction :

Les argiles sont très abondantes dans la nature et couvrent environ 42 % du volume de l'écorce terrestre. Le terme d'argile peut désigner soit le minéral argileux lui-même, soit une roche composée pour l'essentiel de ces minéraux argileux. Les minéraux argileux sont des phyllo-silicates hydratés, se présentant en très petits cristaux. [4]

Les matériaux argileux, contenant en proportion variable ces minéraux argileux, se retrouvent un peu partout à la surface de la terre. Du fait de leur mode de genèse, qui est le plus souvent la pédogenèse et l'altération d'horizons, ce sont en général des matériaux polyphasiques, composés à la fois de phases minérales et organiques. [5]

2. La structure et la minéralogie des argiles :

La structure des argiles est complexe et nécessite, pour être décrite, de bien définir certains termes propres aux argiles. Une couche est formée par l'empilement des plans associés (Par exemple les argiles sont formées de couches tétraédriques et octaédriques). Un feuillet est empilement articulé de couches. Par exemple, un feuillet 1/1 est composé d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique, un feuillet 2/1 est composé d'une couche octaédrique située entre deux couches tétraédriques. L'espace inter foliaire est l'espace qui se trouve entre les feuillets. Il peut être vide mais il contient le plus souvent des cations, secs ou hydratés, des groupes hydroxylés ou des couches d'hydroxyles. Une unité structurale est l'association d'un feuillet et d'un espace inter foliaire. [5]

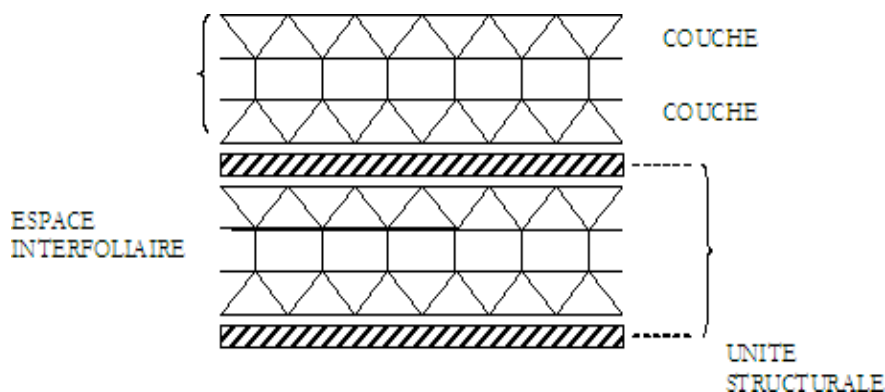


Figure II.1: Schématisation des différents termes propres aux argiles. [6]

❖ **Unité structurale tétraédrique:**

L'unité structurale tétraédrique est formée d'un tétraèdre au sommet duquel quatre ions d'oxygène (O^{2-}) enserrant un ion de silicium (Si^{4+}), équidistant de chacun d'eux. Ce tétraèdre est matérialisé par la présence d'une cavité comprise entre trois sphères en contact, d'une couche hexagonale d'oxygène, et une sphère de la couche contiguë d'oxygène. (Figure II.2.a).

❖ **Unité structurale octaédrique:**

L'unité structurale octaédrique est formée d'un octaèdre au centre duquel un ion d'aluminium (Al^{3+}) ou de magnésium (Mg^{2+}) est équidistant aux six hydroxydes (OH^-) aux sommets. Ces octaèdres se combinent pour former des couches planes dites couches octaédriques et la liaison avec la couche tétraédrique se fait au niveau des oxygènes. (Figure II.2. b). [7]

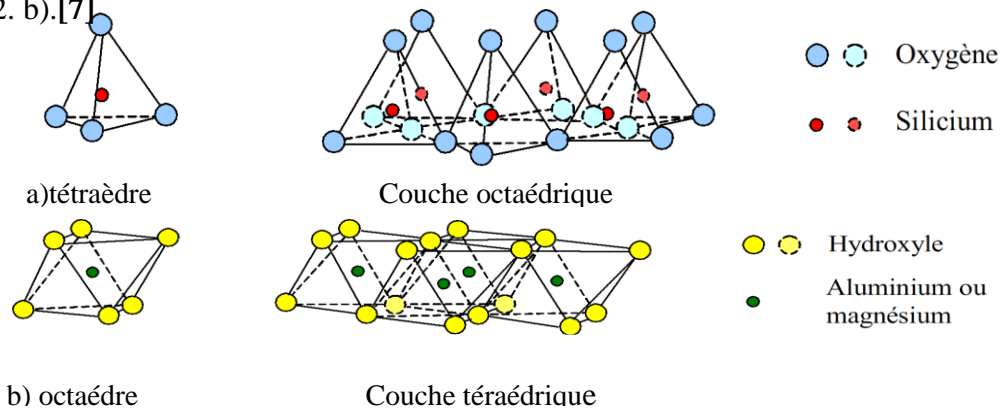


Figure II.2 : Couches tétraédriques et octaédriques. [8]

La représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile est donnée par l'organigramme suivant :

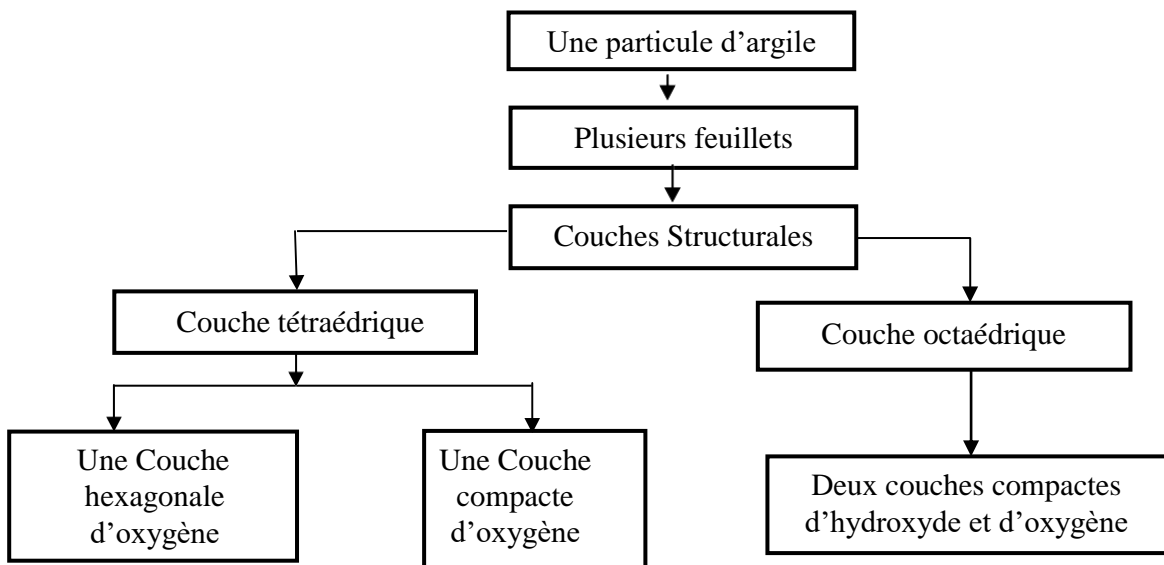


Figure II.3: Représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile. [9]

3. Les classes d'argile :

Les Kaolinite :

Sa composition (Si) (Al) O (OH), sont des argiles dites peu gonflantes. Une particule d'argile est formée d'un empilement de plusieurs feuillets. Chaque feuillet a une épaisseur approximative de 7 \AA et est composé d'une couche de silice et d'une couche d'alumine. [7][4]

Les Illites:

Ils sont des argiles dites potentiellement gonflantes. Les liaisons entre les feuillets sont moins fortes que celles des kaolinites. Le feuillet élémentaire de l'illite est composé d'une couche d'alumine comprise entre deux couches de silice. L'épaisseur d'un feuillet est d'environ 10 \AA . Le comportement des illites se rapproche de celui des kaolinites. [4]

Les smectites:

Elles sont des argiles dites potentiellement très gonflantes. Le feuillet élémentaire est composé, comme pour l'illite, d'une couche d'alumine comprise entre deux couches de silice. L'épaisseur d'un feuillet est d'environ 10 \AA . Les liaisons entre les feuillets sont moins fortes que celles des kaolinites et des illites. La faiblesse de ces liaisons leur confère de grandes surfaces spécifiques et de forts potentiels de gonflement. [4]

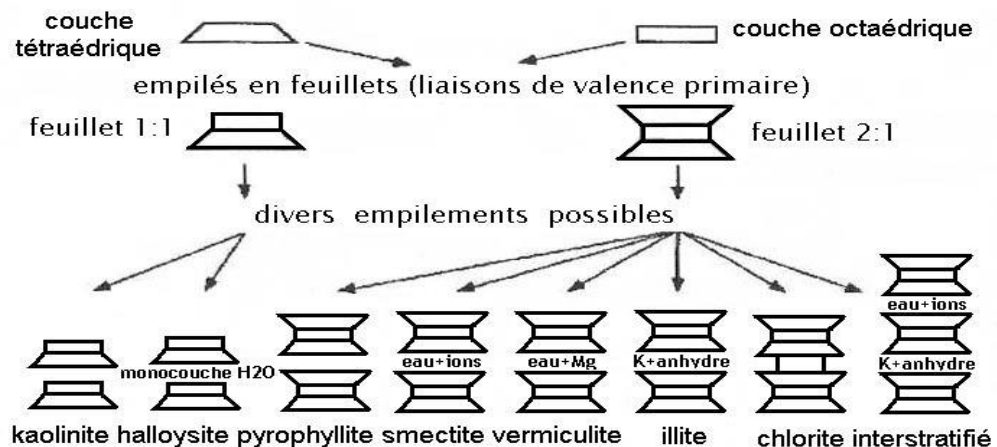


Figure II.4: Classification des différents minéraux argileux par leur structure. [5]

4. Forme et surface spécifique des argiles :

Les argiles se présentent sous trois formes :

- ❖ En flocons, caractérisés par une même dimension dans les deux directions et une épaisseur équivalente à $1/20^{\text{ième}}$ de la longueur.
- ❖ En aiguilles, deux dimensions identiques et la $3^{\text{ième}}$ beaucoup plus grande (assez rare).
- ❖ En latte, avec une dimension plus longue, épaisseur toujours équivalente à $1/20^{\text{ième}}$ de la longueur. [10]

La fine taille des argiles leur confère une surface spécifique importante par rapport au volume des particules. La surface relative augmente avec la diminution du diamètre. La surface des argiles est supérieure à celle des minéraux de même taille mais de formes différentes. Le rapport épaisseur/largeur est de l'ordre de 20 pour les argiles. Les propriétés des argiles sont principalement contrôlées par leurs surfaces.

Les particules d'argiles présentent des surfaces spécifiques très importantes et peuvent de ce fait attirer un grand nombre de molécules d'eau et d'ions, et exercer entre elles d'importantes forces d'interactions. Ces forces influent amplement sur le comportement mécanique des argiles. L'intensité de la charge électrique est liée à la surface spécifique de la particule. Dans le cas des argiles, cette surface varie entre 10 à 20 m^2/g et peut atteindre 800 m^2/g dans le cas de la montmorillonite sodique. Warkentin et Bozozuk (1961), ont noté que le gonflement est d'autant plus fort que la surface spécifique de l'argile est grande.

Le tableau II.1 indique les valeurs caractéristiques des surfaces des grandes familles argileuses. La surface totale comprend la surface externe, comprise entre les particules argileuses, et la surface interne, correspondant à l'espace inter foliaire. Les smectites ont les surfaces totales maximales : surface Smectites > Vermiculites >>> Illites > Kaolinites = Chlorites. [11]

Tableau II.1: Surface spécifique des particules argileuses (Fagel 2005). [12]

Argile	Surface spécifique (m ² /g)		
	Interne	Externe	Totale
Smectite	750	50	800
Vermiculite	750	<1	750
Illite	5	25	30
Kaolinite	0	15	15
Chlorite	0	15	15

5. Classification des formations argileuses :

O'Brien et Chenevert (1973) ont établi une classification liée à la composition minéralogique mais également basée sur l'interaction des argiles avec les fluides (Durand et al. 1995). Bates et Jackson (1987) basent la classification des argiles directement sur les teneurs en minéraux argileux allant de 15 à 100%, alors qu'Osisanya (1991) se base pour la classification des argiles sur la teneur en quartz. [6]

Les argiles dans les formations géologiques ont été classées d'un point de vue pratique (Dupont, 1968) en trois catégories :

5.1 Les formations argileuses boulanges :

Dénommées 'sloughing shales' ou 'brittle shales' sont généralement constituées par des schistes ou des marnes peu consolidées avec une structure feuilletée. Du point de vue minéralogique, elles sont composées d'illite et de kaolinite avec rarement de la montmorillonite. Lors du forage, ces formations ont tendance à s'ébouler, s'effondrer, entraînant dans la formation des caves importantes. Pour ces argiles, les fluides émulsionnés sont généralement peu utilisés.

Leur efficacité montre que les boues à base d'eau sont satisfaisantes et qu'une augmentation de la viscosité du gel apporte une bonne contribution à la solution aux problèmes.

En Algérie, ces argiles boulanges sont largement répandues dans la région de Timimoune, In Amenas, Adrar et les hauts plateaux du nord du Sahara. [6]

5.2 Les formations argileuses plastiques :

Dénotées 'plastic shales ', 'wet shales', 'gumbo shales', ou 'softening shales' ont la particularité de se refermer plus ou moins vite sur les outils et les garnitures de forage. Elles causent par conséquent les problèmes de coincement conduisant à l'échec de tubage et de cimentation, nécessitant un reforage. Sur le plan géologique, ces argiles sont situées dans le grand ensemble à prédominance d'évaporites qui s'étend du Lias à la base du Trias. Du point de vue minéralogique, elles sont composées essentiellement d'un mélange d'illite et de chlorite. La plasticité des argiles a été observée pour la première fois dans les cuttings des puits lors du forage en Gulf Coast (Hayes et Kennedy, 1903). Cette plasticité in situ a été souvent évoquée pour expliquer les problèmes rencontrés (Rederon et Brisac, 1961 ; Pyramjee, 1966).

En Algérie, le problème des argiles plastiques s'est manifesté pour la première fois en 1954, dans le nord du Sahara, lors du forage du puits TE#1 dans la région de Touggourt, par un coincement à 3458m après un passage rapide d'un banc de sel massif. Ce problème a nécessité la poursuite du forage en déviation. [6]

5.3 Les formations argileuses gonflantes :

Dénotées 'hydratable shales', 'swelling shales', ou 'heaving shales' : Ces argiles sont caractérisées par une capacité importante de gonflement qui va au cours du forage s'ajouter à celle des minéraux argileux intentionnellement ajoutés à la boue afin de lui conférer un certain nombre de propriétés. Ces argiles gonflantes provoquent une forte augmentation de la viscosité de la boue et le bouchage des tamis vibrants. Les argiles gonflantes sont généralement rencontrées à des profondeurs relativement faibles. Du point de vue minéralogique, elles sont caractérisées par une forte teneur de 20 à 40% en montmorillonite (minéraux gonflants) avec une teneur en élevée allant jusqu'à 40% et de 20 à 30% en illite (minéraux dispersibles). Pour ces argiles qui causent les problèmes de bourrage des outils, la formation de bouchons dans l'annulaire ainsi que les risques de perte et de coincement de la garniture, les boues à l'huile et au KCl apportent une amélioration notable. Différentes classes ont été proposées dans la littérature, avec une minéralogie basée principalement sur les teneurs respectives en montmorillonite et en illite.

Ces argiles gonflantes sont rencontrées en Algérie à partir du Néocomien et le plus souvent associées à la présence de sable, sel et dolomite. [6]

6. Phénomène du gonflement :

Le gonflement des argiles a fait l'objet de très nombreuses études qui font apparaître des domaines d'intérêt particuliers, parmi les principales préoccupations des chercheurs dans l'étude des sols expansifs, c'est de comprendre et de déterminer les facteurs responsables de ce phénomène.

Dans cette partie, on s'attachera à présenter les différents mécanismes de gonflement et de mettre en évidence les facteurs influant sur ce phénomène. [13]

6.1 Mécanisme du gonflement :

Le gonflement représente l'extension des doubles couches entourant les particules argileuses. Les principaux facteurs régissant le gonflement des argiles peuvent être classés en deux catégories, les facteurs mécaniques et les facteurs physico-chimiques (Seed et al 1961 ; Mitchell, 1973). [9]

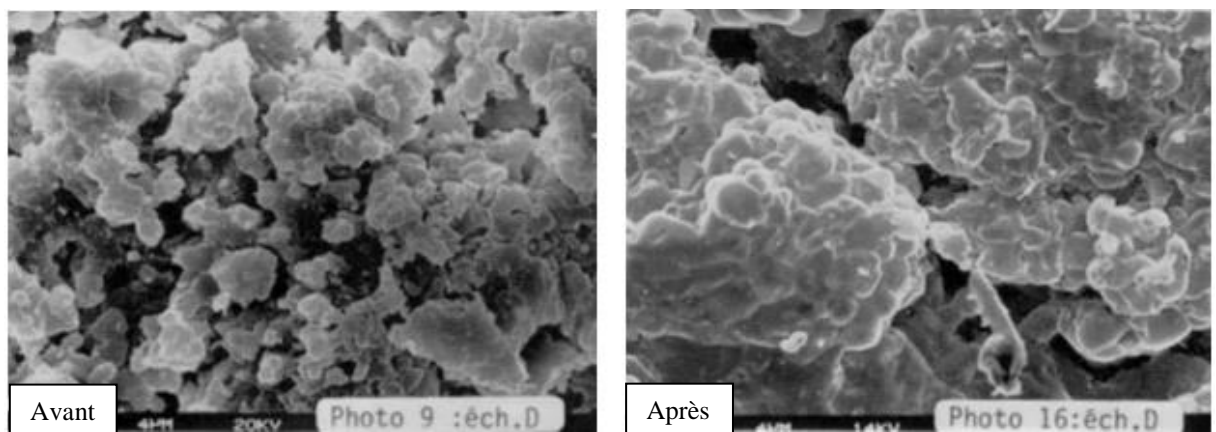


Figure II.5 : L'argile avant et après le gonflement. [9]

6.2 Composantes mécaniques du gonflement :

Dans la masse du sol gonflant, sous l'action d'un chargement, certaines particules se trouvent déformées selon deux chemins de déformations :

- La compression volumétrique des particules solides, souvent négligeables.
- La courbure des particules a un effet sur le changement de volume souvent appréciable. [14]

6.3 Composantes physico-chimiques du gonflement :

L'approche physico-chimique est basée sur la théorie de la double couche de Gouy-Chapman, 1910, cette approche tient compte des forces inter particulaires qui sont en fonction :

- Des forces électriques.
- De la texture de la surface des particules.
- De la composition du fluide interstitiel. [11]

Les effets physico-chimiques sont fonctions des propriétés d'hydratation et de l'absorption des cations. En effet, les particules d'argiles ont une texture de surface qui permet une forte liaison à l'eau. Cette affinité à l'eau est responsable du gonflement du sol.

De plus, la surface des particules argileuses possède une charge négative non compensée afin d'assurer une neutralité électrique des charges, les cations sont attirés vers la surface de ces particules, ce qui va conduire à une concentration en cation dans la couche adsorbée (au voisinage des particules) qui est supérieure à celle de l'eau libre du sol. Cette différence dans la concentration ionique conduit à l'apparition d'une succion osmotique, engendrant un écoulement de l'eau de la zone de faible concentration vers la zone à forte concentration. Les cations et les molécules d'eau prennent place entre les particules d'argiles et provoquent l'expansion de la masse du sol. [9]

7. Le problème de gonflement des argiles au cours du forage :

Le problème posé par le gonflement des argiles lors du forage dans les formations argileuses semble étroitement lié aux phénomènes d'interactions argile -fluide de forage. L'instabilité des formations argileuses varie selon la nature (eau, autre solvant) et l'état physique de ces fluides, Lors du contact argile-eau. Malgré de nombreuses études fondamentales sur l'hydratation des argiles, il reste encore beaucoup à comprendre sur les mécanismes qui en sont à l'origine. [14]

Un fluide de forage idéal donnant une bonne stabilité est obtenu :

- ❖ En évitant l'augmentation de la pression de pore due à l'altération du fluide.
- ❖ En réduisant l'effet osmotique causé par l'ajout de sel au fluide.
- ❖ En utilisant des fluides émulsionnés inverses (Muniz et al., 2004).

Les phénomènes physico-chimio-mécaniques liés à la stabilité des argiles ont été longuement débattus dans la littérature pétrolière, particulièrement sur la capacité des systèmes de type polymère/électrolyte à inhiber l'hydratation et le gonflement des argiles.

En préalable, il est nécessaire d'introduire quelques définitions utilisées par les pétroliers des différents types d'argiles avant une brève synthèse des principaux travaux traitant les problèmes soulevés par les foreurs au sujet des formations argileuses rencontrées au cours du forage. [6]

7.1 Degré d'hydratation :

Le degré d'hydratation varie d'une famille argileuse à une autre. Certains minéraux argileux ont la capacité d'incorporer dans leur structure des molécules d'eau. Cette eau modifie la dimension de la couche en provoquant son gonflement. Ces argiles sont appelées argiles gonflantes. [11]

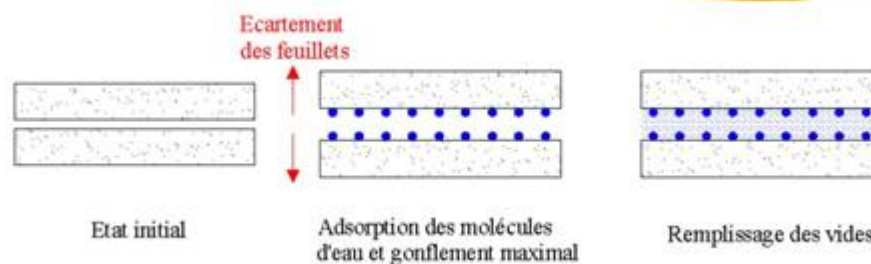


Figure II.6 : Le gonflement et l'hydratation des matériaux argileux. [7]

7.2 L'interaction eau-argile :

Selon la force des liens unissant les feuillets d'argiles, ceux-ci autorisent ou non l'arrivée d'eau dans l'espace inter foliaire. Chez certaines argiles (kaolinites, illites) l'eau ne peut s'engager entre les feuillets. Ces argiles sont faiblement gonflantes. En revanche, dans les smectites, la faible liaison entre feuillets fait que chaque espace inter feuillet peut s'hydrater ; les smectites font partie des argiles dites « gonflantes ». L'amplitude du gonflement dépend de l'état initial, bien sûr, et des contraintes appliquées, néanmoins la prise d'eau peut être telle que le matériau voit son volume multiplié par vingt.

Le deuxième fait essentiel du gonflement est que l'interaction eau-argile est liée aux ions présents dans l'eau. Les cations présents en solution sont attirés vers les surfaces des feuillets d'argiles chargées négativement, ils sont par ailleurs repoussés de ces surfaces par la force osmotique qui tend à uniformiser la concentration en cations dans la solution. Il résulte de ces deux effets opposés une certaine distribution des cations au voisinage des feuillets. [5]

A. le coincement :

1. Définition de coincement :

Le coincement en général, 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 à 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. [15]

Les coincements sont la cause la plus fréquente et correspondent aux instrumentations les plus graves. Généralement, ils se compliquent avec le temps.

La vigilance est demandée pour éviter ce problème. Les risques de coincement sont considérablement accrus lorsque des formations, techniquement très défavorables (fluentes gonflantes bouillantes.....), sont rencontrées durant la réalisation du puits. Plusieurs types de coincements peuvent apparaître au cours d'un forage, voici les types : [16]

- 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. [17]

2. Classification des coincements :

2.1 Coincements par pression différentielle : [18]

➤ Définition :

Le collage est causé par la différence de pression entre la pression de formation PF et la pression hydrostatique PH de la colonne de boue, cette différence de pression s'exerce en particulier sur les masse-tiges lorsque ceux-ci, immobilisés par exemple pour un ajout de tige, sont en contact avec la paroi du trou.

Le cake de la boue forme alors un joint qui empêche l'égalisation entre les deux faces des masse-tiges. Plus le cake est épais, plus augmente la surface sur laquelle s'exerce cette différence de pression.

➤ **Les conditions de coincement par pression différentielles :**

Les coincements par pression différentielle requièrent que les cinq conditions ci-dessous soient simultanément satisfaites :

- Puits assez dévié pour que la garniture vienne au contact de la paroi.
- Pression hydrostatique de la colonne de boue supérieure à la pression de formation.
- Zone perméable au point de contact des masse-tiges avec la paroi.
- Filtrat élevé et surtout cake épais et de résistance médiocre.
- Moment d'immobilité de la garniture.

Tableau III A.1: Collage par pression différentielle. [19]

Problème	collage par pression différentielle		
Symptômes et Indications	-La circulation n'est pas perdue lors du coincement. - Augmenter dans le torque & friction	- Forage avec une grande over balance - Boue à faibles propriétés de filtration	- Over pull dans des formations poreuses. - Collage de la garniture lors d'une connexion.
Prévention	- Réduire au maximum l'over balance. - Améliorer les propriétés de filtration de la boue. - Réduire le temps est d'immobilité de la garniture.	- Minimiser la surface de contact avec les parois en utilisant des heavy-weight & drill-collars spiralés.	-Améliorer la qualité du mud-cake. - Réduire de frottement en employant des produits lubrifiants.

2.2 Coincements mécaniques : [20]

Contrairement au collage, ces coincements sont presque toujours localisés sur une faible portion de la garniture et généralement situés au niveau des changements de diamètre de la garniture. Les causes de ces coincements sont très diverses et pas toujours faciles à identifier.

2.2.1 Trou de serrure (Key Seat) :

➤ **Définition :**

Les Key Seat sont des gouttières creusées dans le terrain par le frottement des tiges pendant le forage ou les manœuvres (Figure III A.1), ces gouttières se développent au niveau des dog legs ou des décrochements que sont d'autant plus profond que :

- Le terrain est tendre.
- Le dog legs est élevé.
- La tension des tiges est grande.

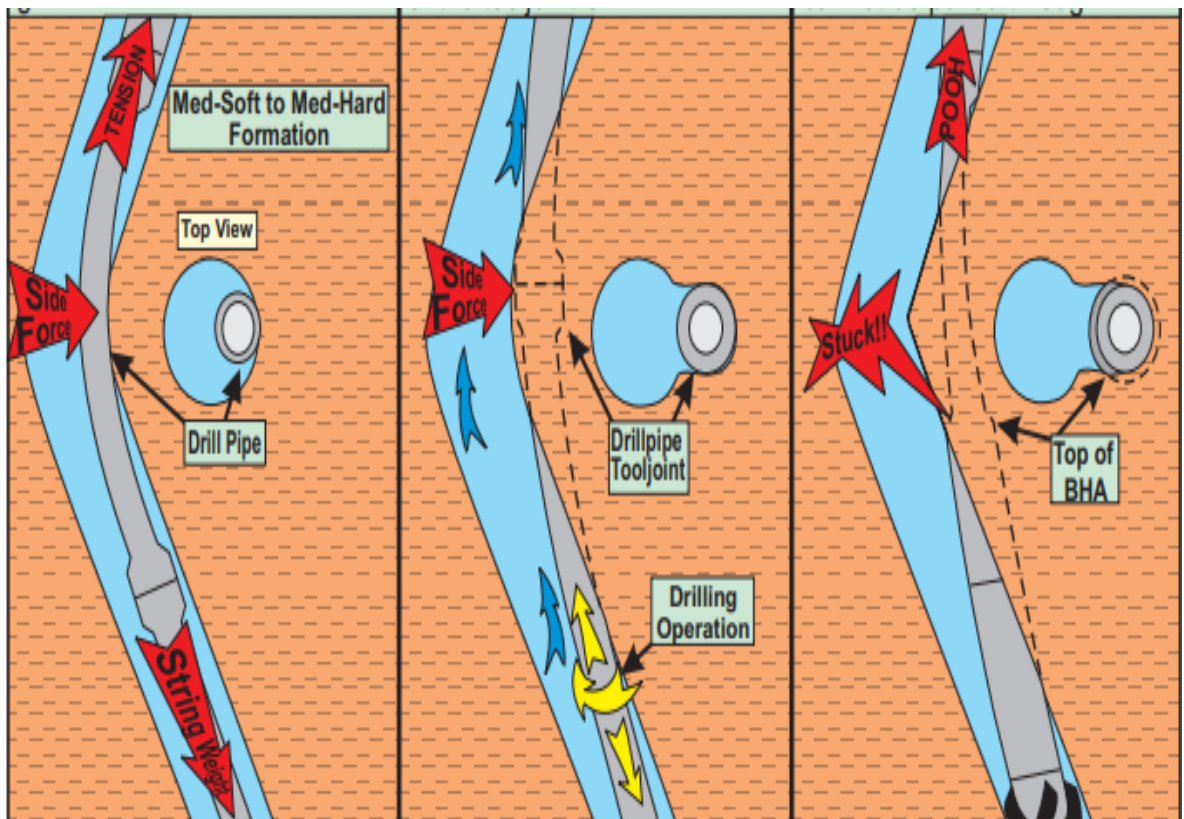


Figure III A.1 : Key Seat.[21]

2.2.2 Sédimentation des déblais : [20]

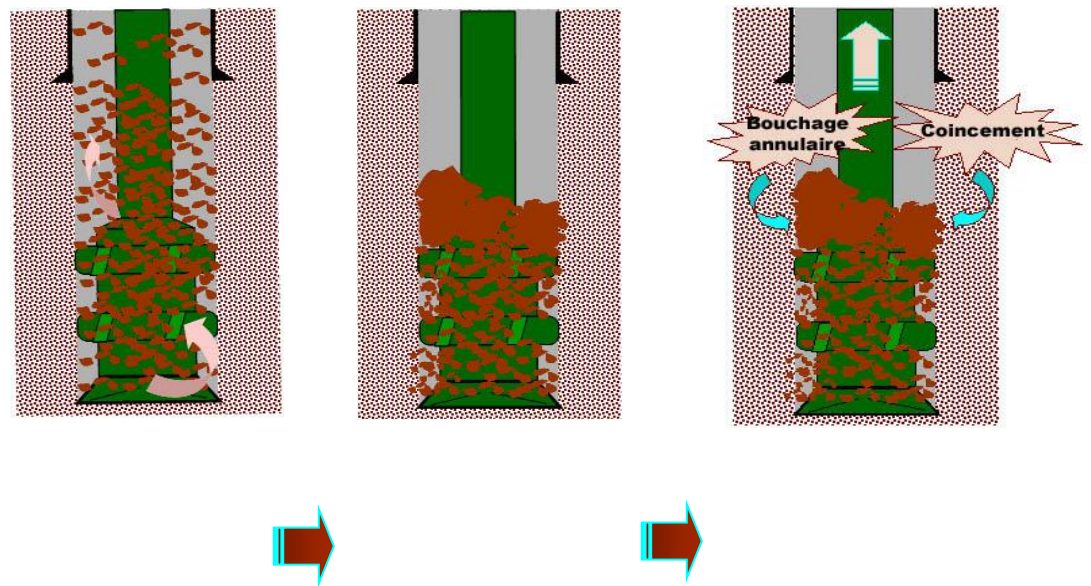
❖ Sédimentation dans les puits inclinés (inclinaison $< 35^\circ$).

➤ Causes : (Figure III A.2)

- Les déblais forés ne sont pas transportés en surface du à une vitesse de remontée insuffisante et/ou des caractéristiques de boue inadaptées (rhéologie).
- Quand la circulation est arrêtée, les déblais tombent dans le trou et obstruent l'espace annulaire autour de la garniture de forage (mauvaise thixotropie).

➤ Actions préventives :

- Contrôler la vitesse d'avancement, et optimiser la vitesse de remontée des déblais.
- Maintenir une valeur de gel et de yield value suffisante.
- Circuler 5 à 10 minutes avant un ajout de tige.
- Circuler le puits propre (minimum un bottom-up) avant de remonter au jour.



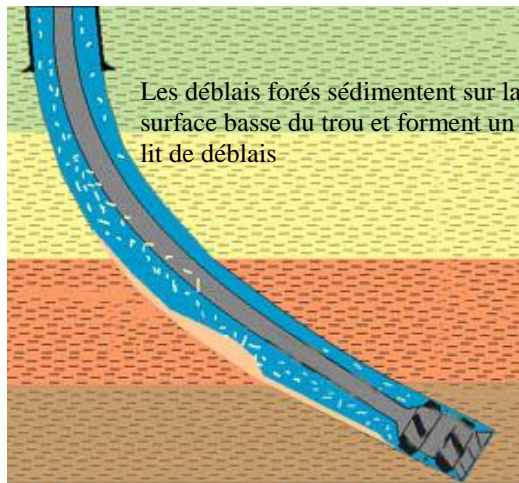
1) Forage :

- Les déblais ne sont pas transportés en surface.

2) Circulation arrêtée pour connexion :

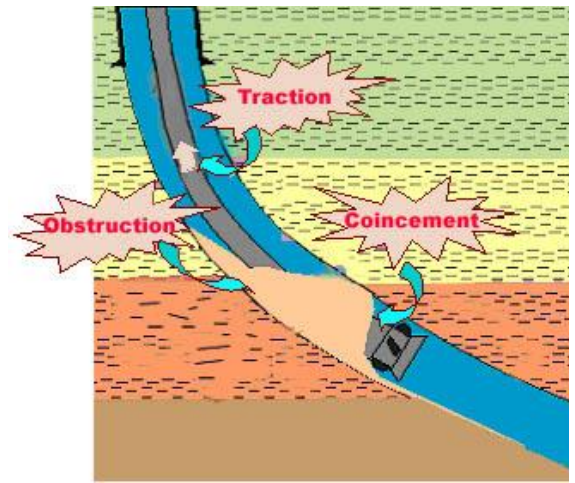
- Les déblais retombent dans le puits et obstruent l'espace annulaire pendant la connexion.
- Traction après la connexion.
- Suivi d'un éventuel coincement.

Figure III A.2 : Sédimentation des déblais. [19]



FORAGE

Le lit de déblais s'épaissit puis glisse au fond du trou obstruant l'espace annulaire autour de la garniture de forage.



MANOEUVRE

Pendant la manœuvre de remontée, le lit de déblais est entraîné vers le haut avec la BHA et finit par former un bouchon entravant le passage de la garniture.

Figure III A.3 : Sédimentation des déblais dans les puits inclinés. [22]

2.2.3 Chute ferraille et objet divers : [18]

Bien qu'il s'agisse d'un problème tout à fait différent, la présence accidentelle d'objets étrangers dans le puits peut créer des difficultés dont les symptômes ressemblent à ceux d'une anomalie de trajectoire. Il peut s'agir ici d'outils tombés dans le trou ou de matériels détruits en cours de forage.

Dans le cas de chute accidentelle, la présence de ces objets n'est pas forcément identifiée immédiatement. Dans d'autres cas, cette présence peut avoir été "oubliée", par exemple lorsque des molettes ont été rebrodées et partiellement repêchées : Il peut rester piégé dans la paroi ou dans une cave, un morceau important de ferraille qui retombera de façon aléatoire plusieurs jours après.

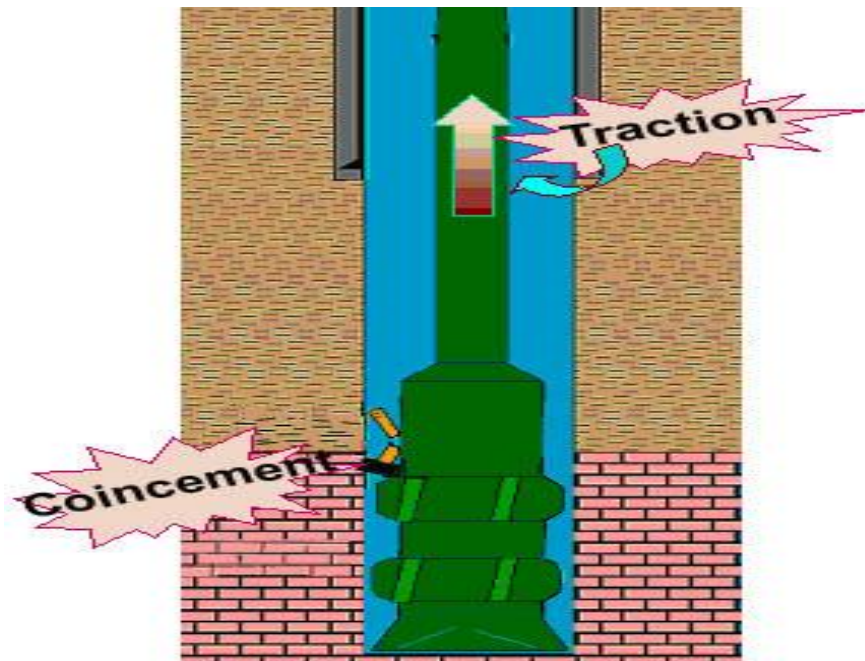


Figure III A.4: Ferrailles dans le trou. [19]

2.3 Coincements dus a la formation :

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. [22]

2.3.1 Formations mobiles :

2.3.1.1 Instabilité des argiles :

Rappel : Les phénomènes d'instabilité des formations argileuses peuvent être les contraintes chimiques comme des argiles fluentes ou les contraintes mécaniques comme les argiles feuilletés, ou La formation argileuse devient instable, se désagrège et tombe dans le trou. [17]

a) Les argiles gonflantes : [18]

Le gonflement des argiles (Figure III A.5) peut être causé par des processus d'hydratation ou par le potentiel osmotique qui se développe entre le fluide interstitiel d'argile et la salinité du fluide de forage.

Le gonflement des argiles dépend de plusieurs facteurs complexes, notamment:

- Teneur en argile.
- Type de minéraux argileux (hydratables ou inertes).
- Teneur en eau des pores et composition.
- Porosité
- Contraintes in-situ.
- Température

➤ **Indications :**

- Boutures molles, hydratées ou pâteuses.
- Boules d'argile dans la flow line.
- Fluctuations de couple et de traînée.
- Bouchage au niveau de tamis vibrant.
- Augmentation du LGS, de l'épaisseur du cake de filtration, du PV, du YP et du MBT (test au bleu de méthylène).
- Augmentation ou fluctuations de la pression de la pompe.
- La circulation est restreinte ou parfois impossible.
- L'outil et le stabilisateur ballant quand POOH (Pull Out Of Hole).
- Se produit généralement lors du POOH et des problèmes lors de l'enregistrement.
- Augmentation de torque et de frottement.

➤ **Prévention et guérison :**

- Utiliser un système de boue inhibée ou déplacer vers un système OBM si possible.
 - Maintenir les propriétés de la boue comme prévu.
 - L'addition de divers sels (potassium, sodium, calcium) réduira le produit chimique.
- Inter-traction entre l'argile et l'eau.
- Ajout de polymères encapsulant à WBM.
 - Réduire le temps d'exposition du trou au niveau des argiles hydratable tant que possible.
 - Voyages d'essuie-glace réguliers.
 - Bon nettoyage des trous (en particulier dans les puits à portée étendue, ERW)

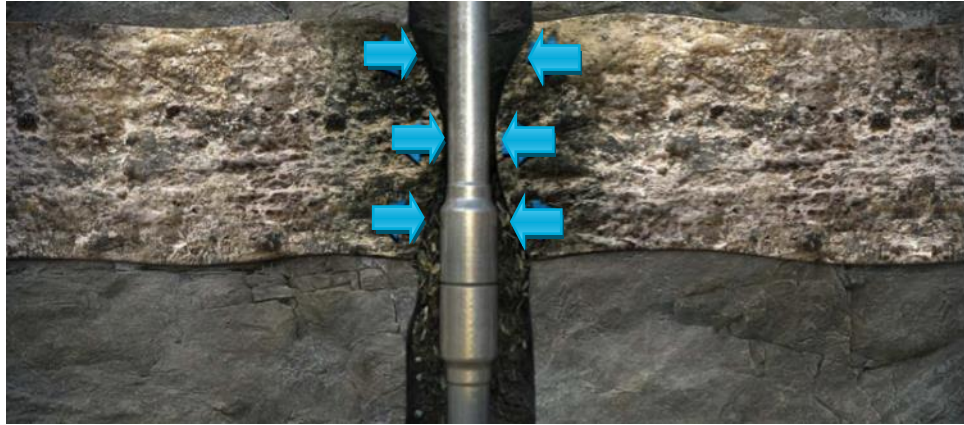


Figure III A.5 : Argiles gonflantes.

b) Argiles fluentes : (Figure III A.6)

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. [17]

➤ **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 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). [17]

➤ **Mesures préventives :**

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 de type de boue (au gypse, à l'huile...etc.). [17]

c) Argiles feuilletées : (Figure III A.7)

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. [17]

➤ **Signes précurseurs :**

- Avancement rapide suivi d'une quantité importante des déblais sur les tamis vibrants.
- Accrochages au dégagement du fond et à la remontée.

La pression reste stable à l'exception de quelques coups provoqués par des retombées importantes.

➤ **Mesures préventives :**

- 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 lentement.
- La rotation de la garniture permet de déplacer les déblais déposés dans l'espace annulaire.[17]

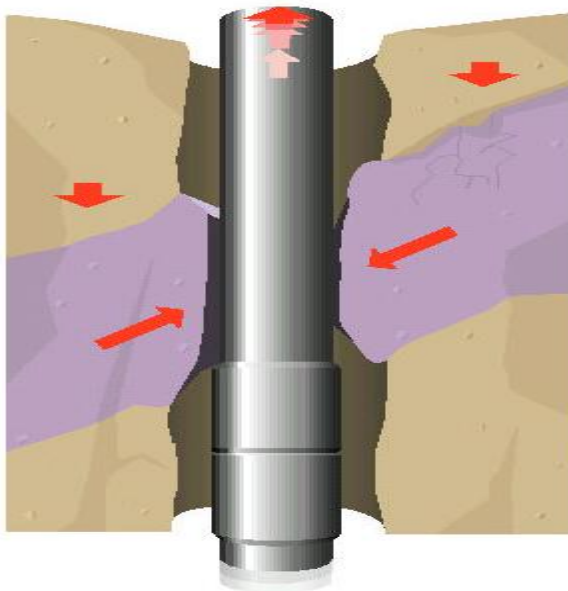


Figure III A.6 : Argiles fluentes. [16]

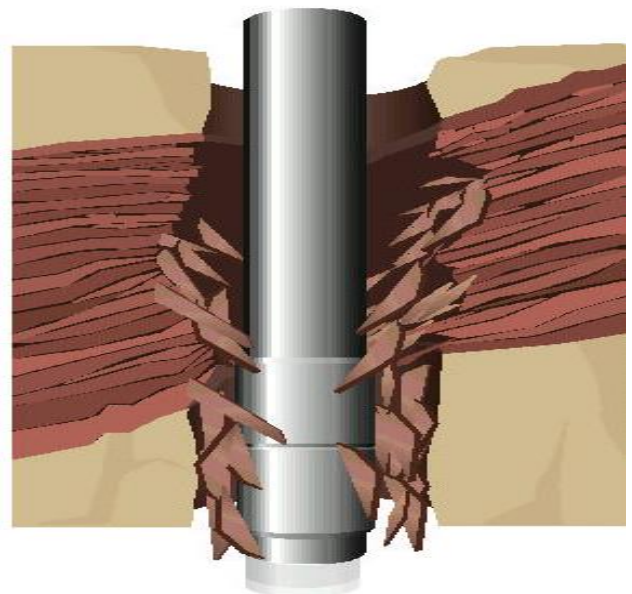


Figure III A.7 : Argiles feuilletées.[16]

2.3.1.2 Les couches du sel : .[17]

Ce type de formation a une tendance naturelle au fluage dans des conditions de pression et de température bien définies. Si ce phénomène n'est pas diagnostiqué à temps le trou se ferme rapidement entraînant un coincement de la garniture. (Figure III A.8)

➤ **Signes précurseurs :**

- Avancement rapide.
- Augmentation de couple du forage .
- Accrochages en dégageant du fond .
- Augmentation de la pression de refoulement allant jusqu'à l'impossibilité de circuler.
- Absence de déblais aux tamis vibrants.
- Présence de chlorures dans la boue.
- Reforage de la zone à la descende

➤ **Mesures préventives :**

- Utiliser une boue adaptée au forage des couches (boue salée saturée ou boue à base d'huile).

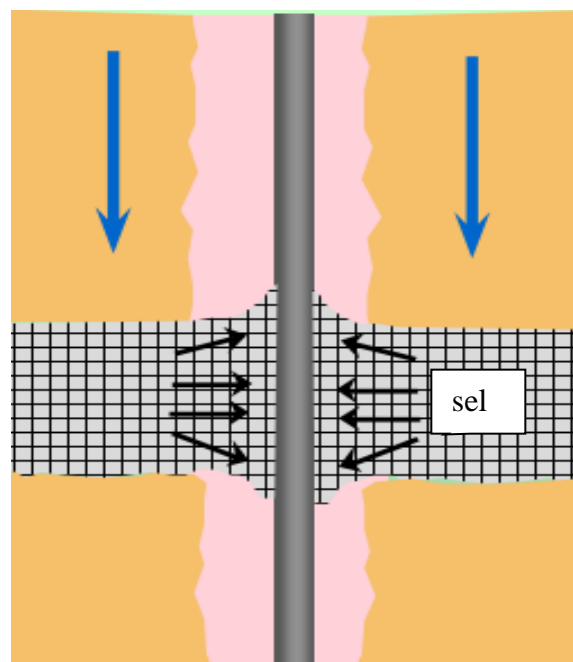


Figure III A.8 : Couches du sel.[21]

2.3.2 Formations non consolidées : [19]

➤ **Causes :** (Figure III A.9)

- Peu ou pas de cake.
- Les formations non liées (sables, gravillons, etc....) ne peuvent supporter les surpressions hydrostatiques.
- Les sables, les gravillons tombent dans le trou et obstruent la garniture de forage.

➤ **Actions préventives :**

- Contrôler le filtrat pour produire un cake adéquat.
- Eviter si possible, un temps de circulation excessif avec la BHA face aux formations non consolidées pour réduire l'érosion hydraulique .
- Mettre en place un bouchon gélifiant (spot gel) avant de remonter pour éviter la décantation des déblais.
- Réduire la vitesse de manœuvre quand la BHA est en face des formations non consolidées pour éviter les endommagements mécaniques de la formation.
- Démarrer et arrêter la garniture de forage lentement pour éviter les surpressions.
- Contrôler le forage dans la zone suspectée pour permettre au cake de se construire, minimiser l'alourdissement de l'annulaire par l'accumulation des déblais.
- Utiliser des bouchons haute viscosité pour remonter les déblais.
- Préparer les vibrateurs, sablière et dessableurs pour éviter les débordements.
- Minimiser les pertes par filtration avec des colmatants fins au travers de ces intervalles à risques.

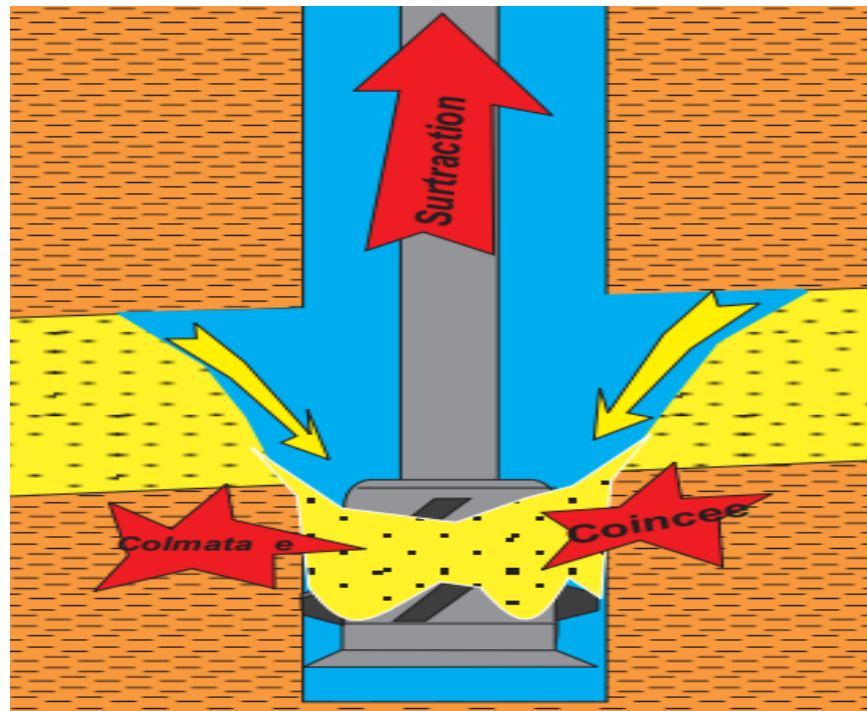


Figure III A.9 : Formations non consolidées.[21]

2.3.3 Formations fracturées : [19]

➤ **Causes :** (Figure III A.10)

- Formations naturellement fracturées.
- Des morceaux de terrains tombent dans le trou et coincent la garniture de forage.

➤ **Actions préventives :**

Note : Avec les formations fracturées, maintenir une bonne qualité du cake peut aider à tenir les formations dans certains cas. Généralement, les formations fracturées ont besoin de temps pour se stabiliser. Avant tout, le problème doit être contrôlé avec des caractéristiques de boue adéquates, des bouchons de nettoyage et un temps de circulation suffisant pour garder le puits propre.

➤ **Recommandations :**

- Circuler le puits propre avant d'attaquer le forage.
- Réduire la vitesse de manœuvre quand la BHA est en face des formations fracturées et en face des zones à failles.
- Démarrer et arrêter la garniture de forage lentement pour éviter les surpressions.

- Anticiper le reforage pendant les manœuvres. Reforer la zone fracturée avec précaution.
- Se préparer à des pertes potentielles.
- Le problème généralement se stabilise avec le temps.

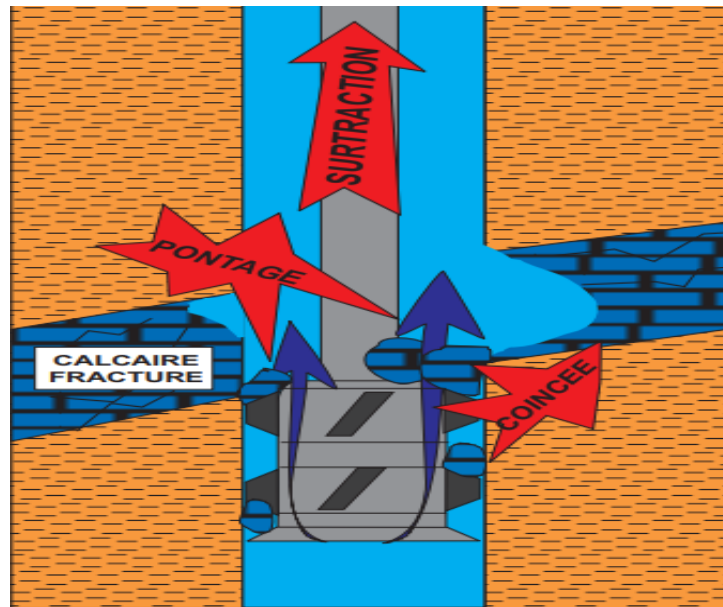


Figure III A.10 : Formations fracturées.[21]

2.3.4 Mauvaise Géométrie Des Parois : [17]

❖ Principe :

Les problèmes de mauvaise géométrie des parois peuvent présenter plusieurs aspects :

- Le trou n'est pas au diamètre nominal de l'outil par suite de formation de cave.
- Le trou n'est pas au diamètre nominal de l'outil suite à l'usure de l'outil de forage et/ou des stabilisateurs.
- L'axe du trou s'écarte de la trajectoire théorique, soit rectiligne en forage vertical, soit courbe en forage directionnel.

❖ Conditions :

➤ Cavage :

Le cavage peut avoir des causes mécaniques, hydrauliques ou physico-chimiques.

- La dégradation mécanique du trou est d'abord provoquée par les vibrations longitudinales et surtout transversales de la garniture. La présence de stabilisateurs dans la garniture entraîne également une attaque du découvert.
- L'hydraulique est responsable de l'érosion de la paroi, d'autant plus que la boue est fluide, que le débit est élevé et que le terrain foré est fragile.
- Les causes physico-chimiques sont très variées. Par suite de phénomènes tectoniques, le terrain peut être soumis à des contraintes qui tendent à le faire imploser lorsqu'il est foré.

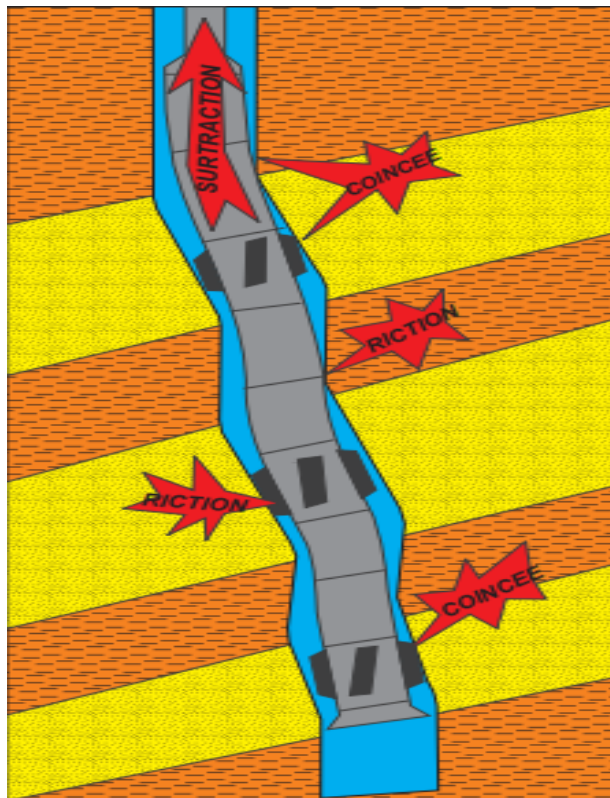


Figure III A.11 : Mauvaise géométrie de puits.[21]

➤ **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.

(Figure III A.12) [17]

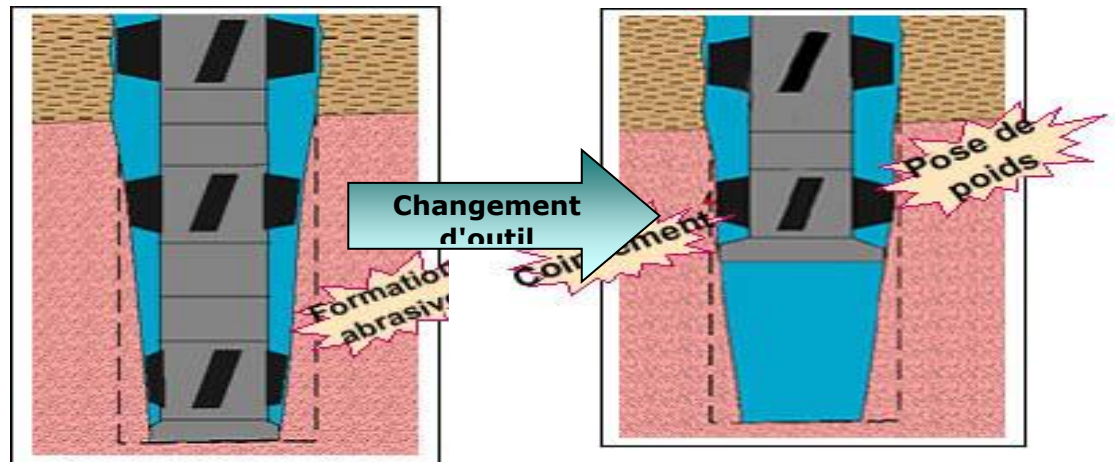


Figure III A.12 : Changement d'outil.[19]

B. Traitement du coincement :

1. Introduction :

Pour la réussite d'une technique de décoincement de la garniture, il est dispensable de connaître avec précision les circonstances du coincement et de pouvoir analyser les différents enregistrements concernant la phase du forage en cours.

Dans ce chapitre nous avons abordé les principaux types de coincement de garniture qui peuvent survenir lors des opérations de forage. Quand un coincement a lieu, on procède à l'application des techniques suivantes :

- Evaluer le mécanisme de coincement.
- Utiliser les premières actions le plus appropriées sans tarder.
- Utiliser une action secondaire (par ex : le pompage de bouchon etc...).
- Opérations de battage.
- Opération de back off. [23]

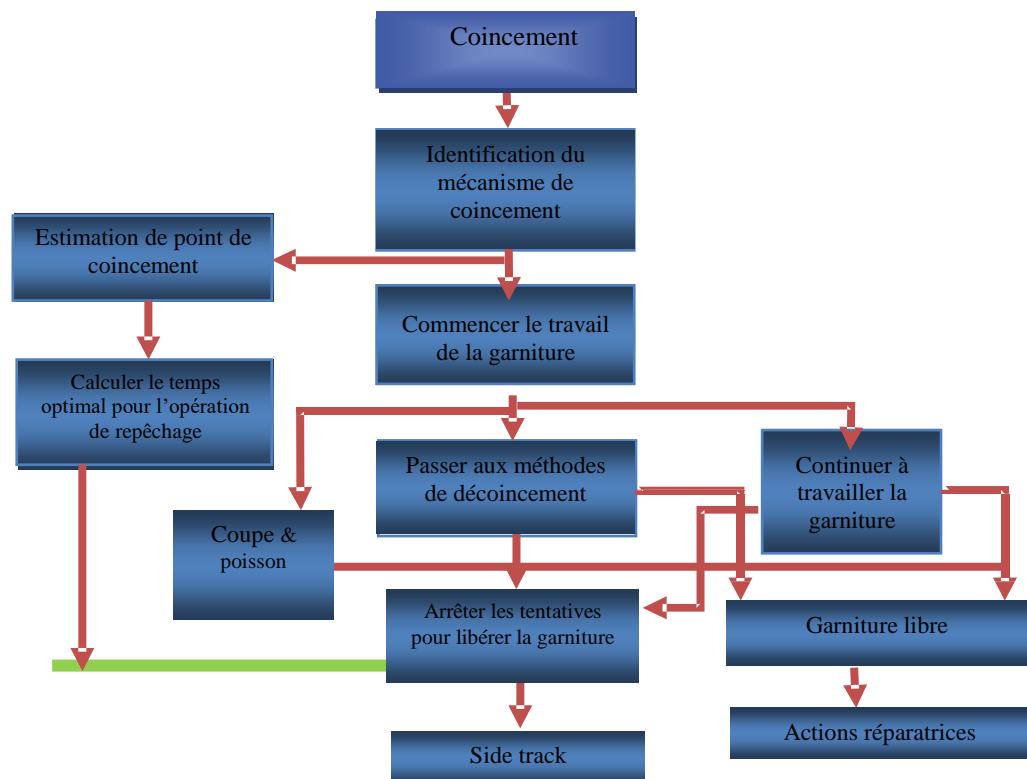


Figure III B.1 : Processus de traitement de coincement. [19]

2. les techniques utilisées pour libérer la garniture :

2. 1 Tirages excessifs :

C'est la première action et la plus importante. C'est l'étape lorsqu'on n'est pas complètement coincé et on a toujours la possibilité de faire un mouvement dans la direction opposée. Si le chef de poste réagit correctement on peut reprendre la situation en main.

La règle d'or : Quand des tractions excessives sont observées lors des manœuvres dans les puits déviés. On suppose en premier lieu qu'il y a un mauvais nettoyage du trou.

Les premières actions en manœuvres (remontée) si des tractions excessives sont observées alors :

1. Partir dans le sens opposé (c.-à-d. vers le bas) d'au moins 1 longueur, mais de préférence 2 longueurs.
2. Connecter les pompes et augmenter le débit progressivement jusqu'au débit maximal toléré, puis tourner la garniture aux maximum RPM.
3. Circuler au minimum un Botton up.
4. Observer les tamis, s'il y a une grande quantité de déblais, alors poursuivre la circulation jusqu'à ce que les tamis soient propres.
5. Arrêter la circulation et la rotation.
6. Remonter jusqu'au point de coincement :
 - S'il n'y a pas des tirages alors le problème était lié au nettoyage du trou.
 - Si les mêmes tractions sont observées, alors le problème est probablement lié à un mécanisme de coincement mécanique ou dû à la géométrie du trou. D'autres actions appropriées seront prise par exemple un back reaming. [24]

2.2 Bouchon d'acide :

En cas d'un coincement au droit d'une formation argileuse gonflante, ce dernier peut être résolu par l'injection de bouchons d'acide fluorhydrique au niveau du point de coincement.

❖ Procédure :

- Mise en place des unités de pompage des fluides et les citernes.
- Faire la réunion de sécurité à tout le personnel présent sur chantier.
- Explication des risques liés à l'opération.

- Distribution des rôles.
- Montage de l'ensemble des équipements.
- Remplissage des lignes et test à 5000 psi pendant 15 minutes.
- Pompage de 02 m³ de gas-oil.
- Pompage d'un bouchon d'inhibiteur de 01 m³ (992 litres d'eau + 8 litres d'inhibiteur de corrosion).
- Pompage de 10 m³ d'acide HCL à 15 % (eau 550 litres+ 434 litres d'acide à 33 % + 10 kg d'agent séquestrant + 10 litres d'inhibiteur de corrosion + 5 litres de non émulsifiant).[25]

Remarque :

Le volume utile d'acide à pomper dépend de l'épaisseur de la formation à dissoudre sur une longueur donnée.[26]

- Pompage de 01 m³ d'un bouchon de queue (eau 950 litres + 50 litres surfactant).
- Chasse de l'acide par paliers couvrant uniquement la hauteur outil-top Turonien et laisser agir durant 02 heures (01 heure est le minimum) avec travail garniture.
- Circulation et évacuation des fluides à fort débit (à réduire à l'arrivée du bouchon en surface car la réaction d'acidification provoque la formation de gaz carbonique qui en sortant, peut engendrer des éclaboussures).[25]

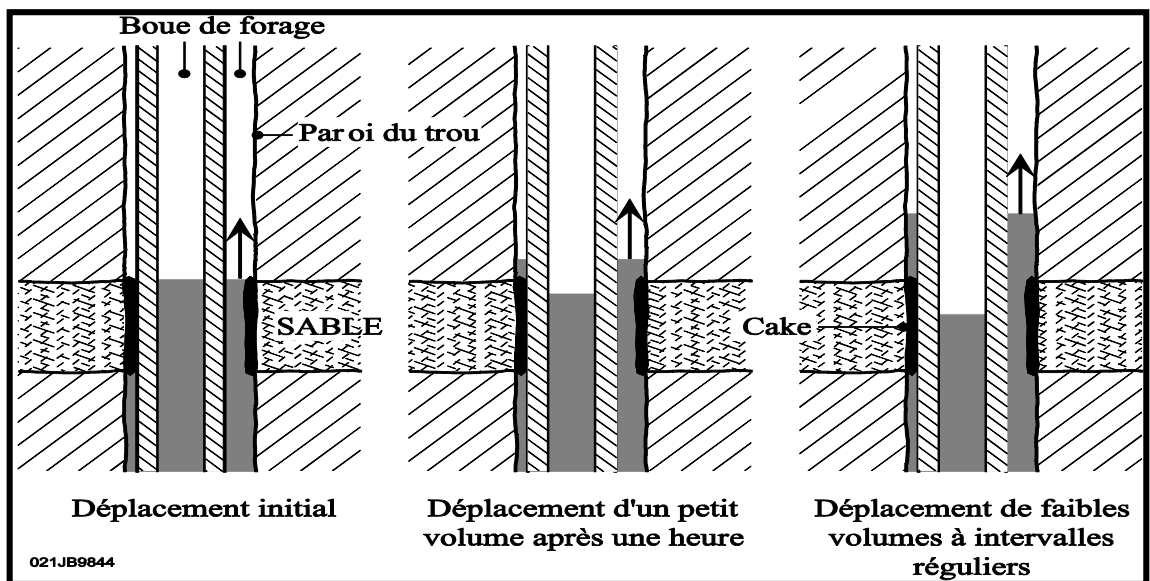


Figure III B.2 : Mise en place et déplacement du bouchon.[27]

Si la garniture se libère, on continue les opérations comme prévues sinon on refait un autre bouchon d'acide comme précédemment.

Après que le coincement ait lieu, on procède comme suit :

2.3 Le battage :

Le battage s'effectue à l'aide de la coulisse de battage. Dans le cas où la garniture est coincée sous la coulisse, cette dernière permet de développer une force d'impact à partir de l'énergie potentielle que représente la garniture libre au-dessus (libre relativement à la course d'ouverture). Cette force susceptible de libérer la partie coincée, peut être appliquée vers le haut ou vers le bas. Dans ce but, les constructeurs ont étudié divers systèmes, et cela a donné naissance à plusieurs familles de coulisses de forage.[28]

La coulisse est considérée comme un trait d'union entre la garniture libre et la garniture coincée, constitué de deux pièces coulissant l'une dans l'autre : celle de plus faible diamètre appelée "mandrin" et celle de plus fort diamètre appelée "corps de coulisse". [26]

2.3.1 Différents types de coulisses :

Il existe des coulisses mécaniques, hydrauliques et hydromécaniques. Ces dernières sont une combinaison d'une partie mécanique et d'une partie hydraulique, l'une battant dans un sens, l'autre dans l'autre. La majorité d'entre elles permet de battre vers le haut et vers le bas. Une coulisse peut être descendue en position ouverte (coulisse en tension), en position fermée (coulisse en compression) ou en position intermédiaire (position neutre). [29]

a). Les coulisses mécaniques : (Figure III B.3)

- Déclenchent à partir d'une certaine traction ou compression.
- Valeurs réglées en surface ou au fond. Sur certains modèles, l'augmentation du couple à droite augmente le seuil de déclenchement.[26]

b). Les coulisses hydrauliques : (Figure III B.4)

Une coulisse hydraulique se compose d'un mandrin intérieur et d'un corps extérieur délimitant deux chambres remplies d'huile. Suivant la position du mandrin, l'huile circule librement d'une chambre à l'autre ou, au contraire, elle est forcée de passer par une restriction limitant son débit.[29]

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

Lorsque le mandrin atteint une certaine position, le fluide passe librement et la pression s'égalise instantanément dans les deux chambres permettant au marteau de frapper violemment l'enclume. [26]

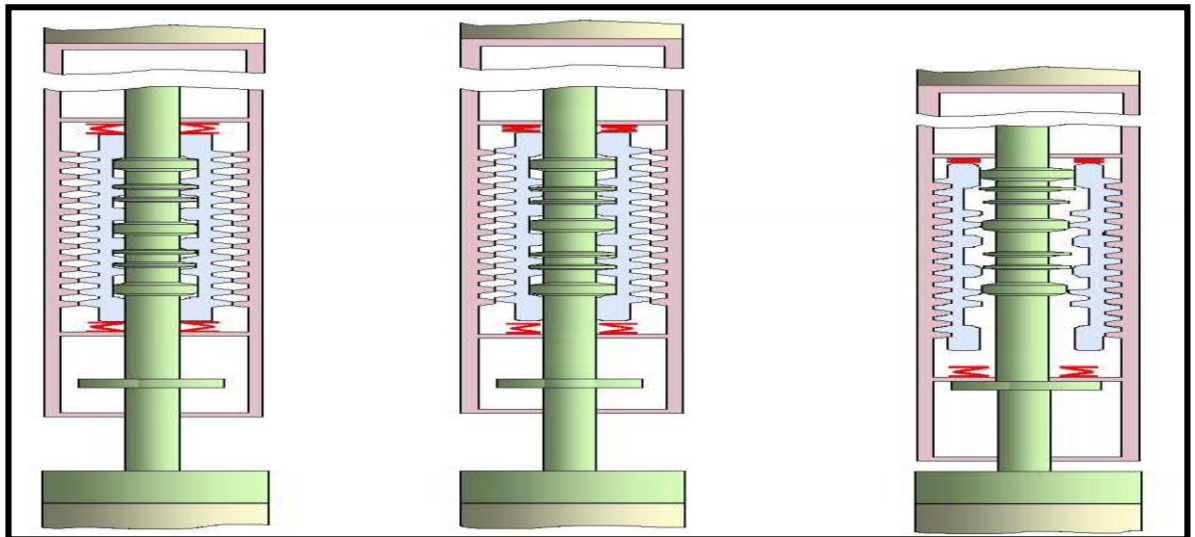


Figure III B.3 : Coulisse mécanique.[28]

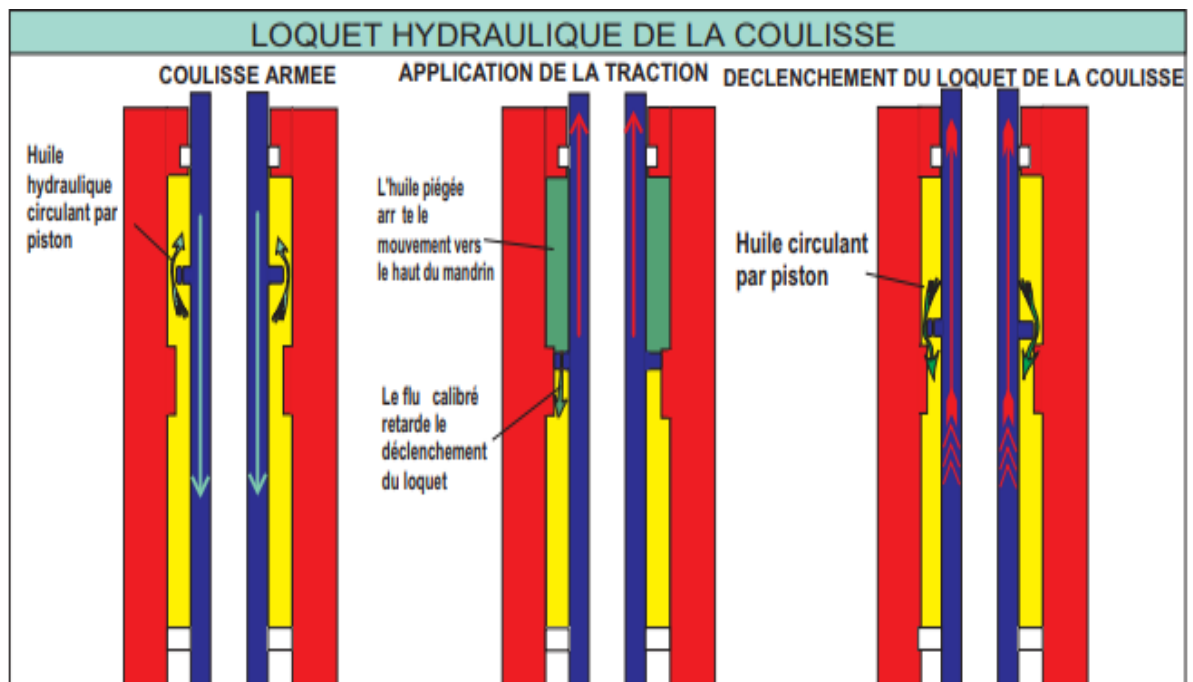


Figure III B.4 : La coulisse hydraulique. [22]

2.3.2 Sens de battage :

La plupart des coulisses permettent de battre dans les deux sens. Le battage vers le haut produit généralement un choc plus violent que le battage vers le bas.

Pour que le battage soit efficace, il est important de bien identifier la cause du coincement pour choisir le sens le mieux adapté au problème. En effet, une erreur de sens peut aggraver la situation.[29]

2.4 Dévissage back-off :

Lorsque les essais de décoincement n'ont donné aucun résultat, il faut procéder au dévissage (Back off) de la partie libre de la garniture[26].

Il existe deux méthodes pour déterminer le point de coincement de la garniture coincée :

- Une méthode mécanique par mesure d'allongement(extensiomètre) de la garniture coincée donne une connaissance approximative du point de coincement mais permet d'anticiper sur le programme et le matériel nécessaire pour l'intervention après dévissage.
- Une mesure électrique appelée " Free point Indicator" qui donne d'excellent résultat dans les tiges et les tiges lourdes.[30]

2.4.1 Dévissage à l'explosif :

➤ Principe :

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

Le back off est une opération délicate et dangereuse et les chances de succès sont souvent relativement faibles.[31]

➤ Procédure :

Le back off doit être réalisé le plus rapidement possible après les mesures d'extensomètre il est actuellement possible de faire les deux en une seule descente.

A. choix du joint dévissé :

En général 1 à 2 joints au-dessus du point de coincement surtout lorsqu'il s'agit de masse-tige. On choisit de préférence un joint de " longueur " qui est dévissé à chaque manœuvre.

B. 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 exprimé 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.

$$T = P + Ph.S/100000$$

T: Traction à appliquer sur la garniture exprimé en kdaN.

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

Ph : Pression hydrostatique régnant au droit du joint à débloquer exprimé en bar .

S : Section d'étanchéité au droit du joint à débloquer exprimée en cm².

Il ne faut pas appliquer une traction trop importante au niveau du joint à dévisser car la réussite du back off peut être compromise pour les raisons suivantes :

- La tension à appliquer s'ajoute à celle due à l'explosion qui est déjà considérable.
- Le dévissage en tension provoque souvent le grippage des filets. On constate parfois une véritable soudure des filets et il devient impossible de terminer le dévissage.

Dans le puits présentant des frottements élevés, il peut être nécessaire de mettre le joint en compression pour réaliser le back off. [23]

C. Ré-blocage de la garniture :

Avant le back off, il faut systématiquement rebloquer à droite l'ensemble de la garniture de façon homogène, le couple maximum que l'on peut appliquer à droite et le couple de serrage de la connexion la plus faible de la partie libre de la garniture.

Le formulaire de foreur (section K) indique le nombre de tours à appliquer en fonction des caractéristiques du tubulaire, de la traction et de la longueur libre de la garniture . le nombre de tours est indiquées pour des tiges de classe 1 (tiges neuves). Pour les tiges de classe premium , il faut prendre 80 % de cette valeur.

Il est recommandé de vérifier physiquement avec l'indicateur de couple de la table de rotation ou avec le tensiomètre des clés que le nombre de tours appliqué ne produit pas un couple supérieur à la valeur maximale que peut supporter la garniture.

Avant de rebloquer la garniture, il est important de connaître précisément la longueur libre. Des nombreuses garnitures ont été survissées et parfois même cassées à cause d'un couple trop important.

Pour rebloquer correctement au couple la partie libre, il est recommandé :

- De mettre la moitié des tours à droite en maintenant sur la garniture la traction prévue pour le back-off. Puis de faire varier plusieurs fois cette traction de plus ou moins 10 kdaN pour dé- placer la position du point neutre.
- Ensuite de répéter l'opération précédente en appliquant la totalité des tours à droite.
- Le couple sera correctement transmis si le nombre de tours récupérés lorsque l'on relâche la torsion est égal au nombre de tours mis à droite. Si les deux valeurs sont différentes, il faut recommencer jusqu'à l'obtention d'une transmission correcte.
- Lorsque les frottements dans le puits sont importants, il ne faut pas hésiter à mettre la garniture en compression (en général, le couple se transmet mieux en compression qu'en traction dans les puits déviés).

Le reblocage de la garniture doit être effectué avant la descente du string shoot.[24]

D. Application de la torsion à gauche et tir:

Pour dévisser au niveau des masses-tiges, le couple appliqué à gauche sera en général de l'ordre de 70 % du couple de reblocage. Pour les tiges, il sera de 50 %.

Il est important de transmettre correctement ce couple au point de dévissage, c'est un facteur primordial qui limite les risques de dévissage intempestifs en d'autres points de la garniture. D'autre part, un couple bien transmis permet de dévisser avec une torsion plus faible en surface.

Il faut faire attention aux Tools joints qui ont été survissées, ils tiennent très mal le couple à gauche. Si c'est le cas, ou si le couple est très difficile à transmettre (frottements), le back-off peut être remplacé par une coupe à l'explosif.

Après reblocage de la garniture à droite, il est recommandé de procéder de la façon suivante :

- La charge d'explosif est descendue 200 à 300 m dans la garniture.
- En appliquant la tension prévue pour le tir, mettre la torsion à gauche et la maintenir quelques minutes (2 à 3 min) pour s'assurer qu'il n'y a pas de dévissage de la garniture.
- Relâcher la torsion en comptant les tours rendus (le nombre doit être égal au nombre de tours mis à gauche) et descendre la charge à la profondeur prévue pour le tir.
- Remettre la tension et la torsion et tirer en maintenant ces deux valeurs.

Si la transmission du couple pose quelques problèmes, il est conseillé de procéder de la façon suivante :

- En appliquant la tension de back-off, mettre la moitié des tours à gauche.

- Travailler la garniture en traction sans jamais descendre en dessous de la tension prévue pour le back-off,
- Ajouter progressivement les tours au fur et à mesure de la diminution du couple en sur-face.

Pour le tir, il faut éviter de verrouiller la table dans les deux sens. On risque par effet d'inertie des dévissages complets ou partiels au-dessus du point de back-off. Il faut utiliser de préférence le verrouillage à droite ou maintenir le couple avec une clé.[23]

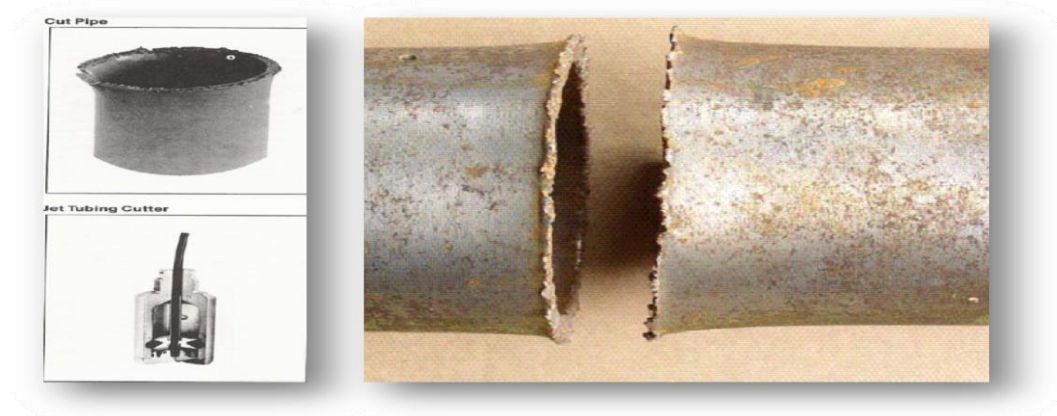


Figure III B.5 : Coupe à l'explosif (JET CUTTER).[23]

2.4.2 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 contrairement au back off. 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.[23]

✓ **Recommandations sur le back-off:**

❖ **Back-off mécanique :**

- En fait, le dévissage mécanique n'a aucune chance de succès sur un poisson dont les joints sont bloqués au maximum. Ce qui est le cas de la plupart des poissons qui sont généralement soumis à un couple très élevé lors des manœuvres de décoincement.
- Lors de calcul de point neutre il faut tenir compte les frottements de la garniture avec les parois du puits qui sont causés par des Dog-leg ou la déviation du puits.
- Le blocage de la partie libre de la garniture se fait au-dessus du jar.[27]

❖ **Coupe à l'explosif :**

- Pour que l'opération de coupure avec l'explosif soit réussite il faut que la valeur de tension soit nécessaire et ne dépasse pas la limite d'élasticité de l'élément plus fragile de la garniture.
- L'identification de l'élément coupé est obligatoire pour faire le meilleur choix de la charge de l'explosif. [27]

❖ **Les coulisses de forage :**

- Permettent de réagir immédiatement, pour être efficace, la coulisse 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.
- Ceci présente un avantage tel que Les risques d'avoir la coulisse coincée sont réduits.

Mais pour cela il faut tout d'abord déterminer la position du point de coincement. [27]

2.5 Raccordement et repêchage de matériel tubulaire:

Cette technique est utilisée pour raccorder un poisson à la suite d'un dévissage, d'une chute, d'une rupture ou d'une coupe.[23]

2.5.1 Critères d'un bon raccordement :

Le raccordement idéal devrait répondre aux critères suivants :

- Caractéristiques mécaniques et géométriques homogènes avec la garniture de forage.
- Possibilité de se libérer à volonté.
- Etanchéité à la circulation.[23]

2.5.2 Outils de raccordement :

- Tool joint
- Taraud
- Overshot

➤ **Revissage sur filetage du Tool joint :**

Assure toutes les fonctions sauf la possibilité de se relâcher facilement.

Overshot :

Constitué de trois parties.

- Le top sub.
- Le corps ou bowl avec deux systèmes de prise.

- Système de spirale agrippante (spiral grapple) (Figure III B.6-a) pour repêcher un poisson de diamètre voisin du diamètre de l'Overshot, mais spirale assez fragile.
 - Système à coins (basket grapple)(Figure III B.6-b) beaucoup plus résistant .
- Le guide pour coiffer le poisson. Existe en différents.[26]

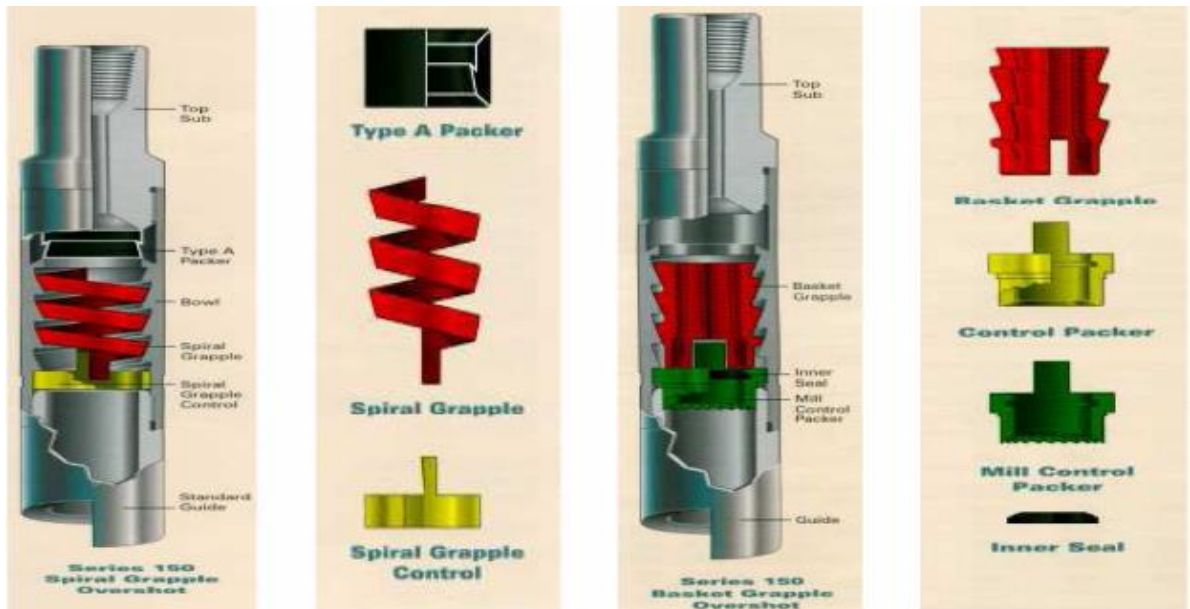


Figure III B.6-a : Overshot équipé d'un spiral grapple.[32] Figure III B.6-b: équipé d'un basket grapple.[32]

- **Tarauts et cloches taraudées:** (figure III B.7)

- Emploi limité à quelques cas particuliers.
- Dangereux :
 - Cloche taraudée bouche l'espace annulaire.
 - Taraud limite considérablement le passage intérieur.[26]

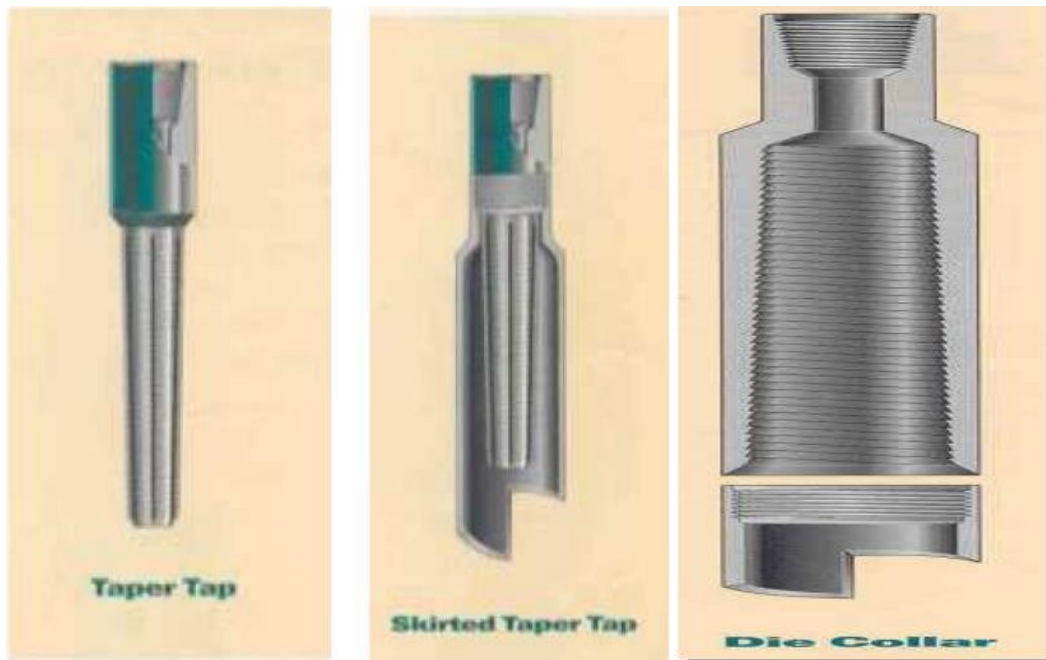


Figure III B.7 : Taraut, cloche taraudée et pin tap. [32]

2.6 SIDE TRACK :

Un side-track est réalisé pour forer un nouveau trou à partir d'un puits existant. Cette opération consiste à abandonner la section inférieure d'un puits suite à une instrumentation infructueuse ou pour raisons géologiques [33]. Par exemple :

- A la suite d'opérations de repêchage infructueuses.
- En cas d'extrême dog-leg.
- En cas de rupture de casing.[34]

En cas de rencontre d'une faille imprévue. On procède à cette opération lorsque on a échoué toute les tentative possible de remonter le poisson ou si l'on a déterminé qu'il n'était plus rentable d'essayer de le récupérer par rapport au coût de l'opération de forer un trou en légère déviation. Le but est de forer en déviation au-dessus de la tête du poisson pour pouvoir ensuite poursuivre vers l'objectif parallèlement au trou abandonné mais à une dizaine de mètre. Les opérations successives peuvent être :

- Bouchon de ciment à la cote du "side track "et attente du séchage .
- Dans le cas d'un "side track "en trou tubé, descente d'une fraise à couteau pour ouvrir une fenêtre dans le casing .
- Descente de la garniture de déviation : Moteur de fond et raccord coudé avec un outil de forage de plus petit diamètre que la phase en cours.

- Forage du "build-up" sur la longueur d'une tige, puis mesure de déviation .
- Descente d'une garniture rotary pendulaire pour aléser le "build-up" et revenir vers la verticale.
- Alésage des dog-legs avec une garniture appropriée.[29]

❖ Whip stock :

C'est un dispositif descendu après la pose du bouchon de ciment pour effectuer le side track.

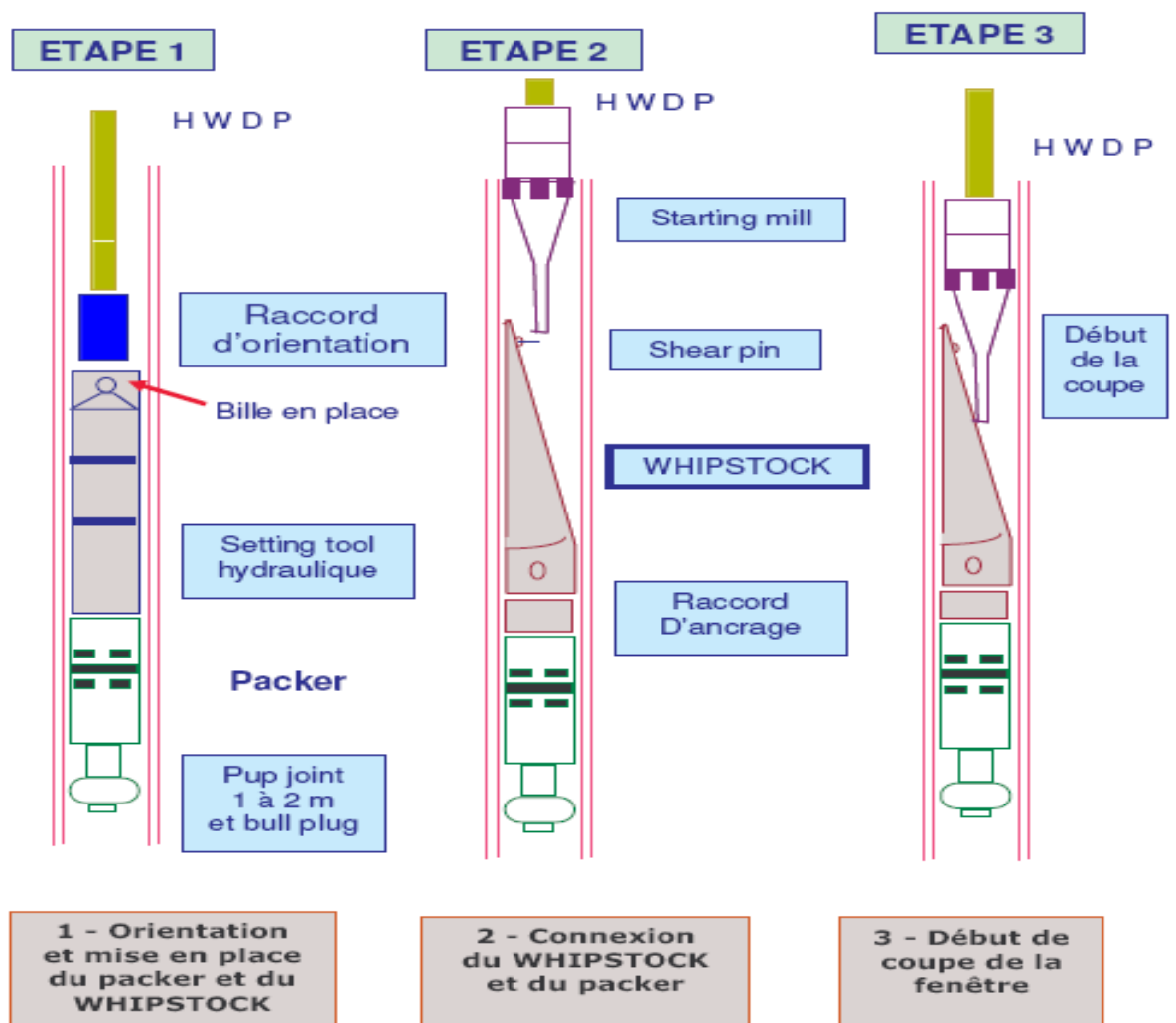


Figure III B.8 : Side track avec whip stock. [29]

Le problème de coincement rencontré lors du forage de la phase 17^{1/2} dans le puits TMTNO-1 avait des résultats indésirables en matière de coût et de temps. Par conséquent, plus de 300 m de profondeur abandonnés, un poisson de 146.3 m laissé dans le trou et pas moins de 8 jours pour résoudre ce problème avant de reprendre le forage.

1. Présentation de puits :

1.1 Historique :

Le puits vertical TMTNO-1 s’inscrit dans le cadre d’exploration du gisement du champ d’In Amenas, il se situe dans la périphérie nord du gisement d’Illizi.

Un coincement de la garniture a eu lieu le 04 / 08 / 2016 dans la phase 17^{1/2} à la côte 677m dans le Touratine, malheureusement toutes les tentatives de décoincement ont été échoué ce qui amène à faire un side track. [36],[37]

1.2 Situation géographique du puits :

Le puits TMTNO-1 est situé dans le bloc 239 a au Nord-est du périmètre de Tinerhert. Ses coordonnées sont les suivants :

Tableau IV.1 : Les coordonnées du puits TMTNO-1. [36]

UTM:	Géographiques:	Altitudes:
X : 513 102.155m	Long: 09°08' 02.39770" E	Z sol : 650.120m
Y : 3 163 162.548m	Lat: 28°35' 51.41548" N	Ztable:658.180m

1.3 Localisation de puits :

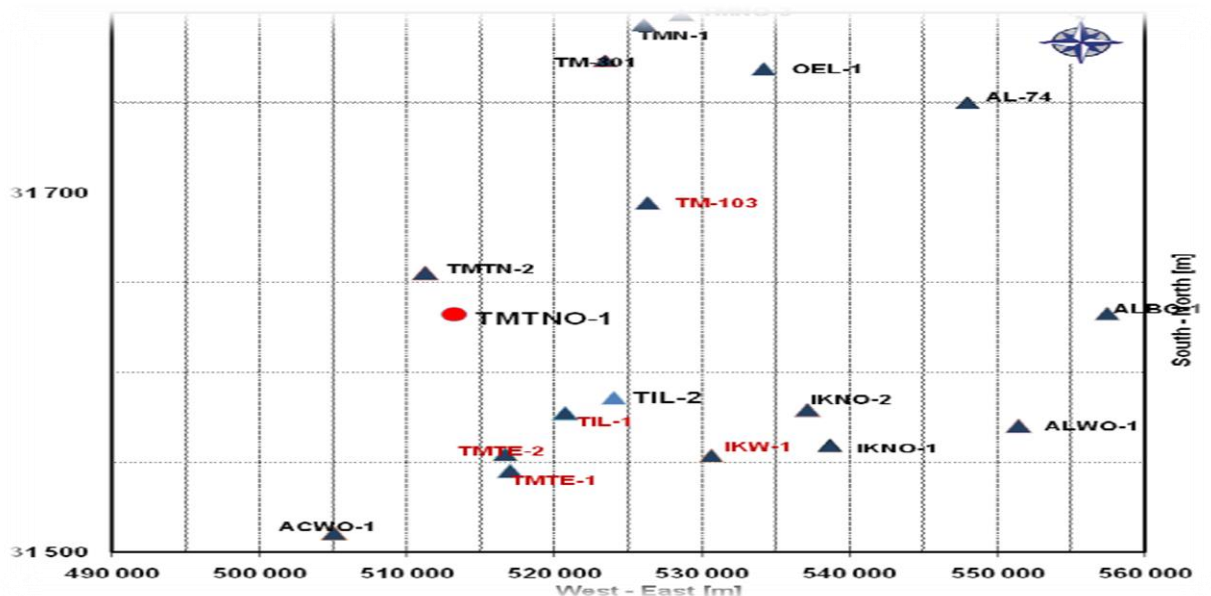


Figure IV.1 : Localisation de puits TMTNO-1. [36]

1.4 La coupe lithologique du puits TMTNO-1 :

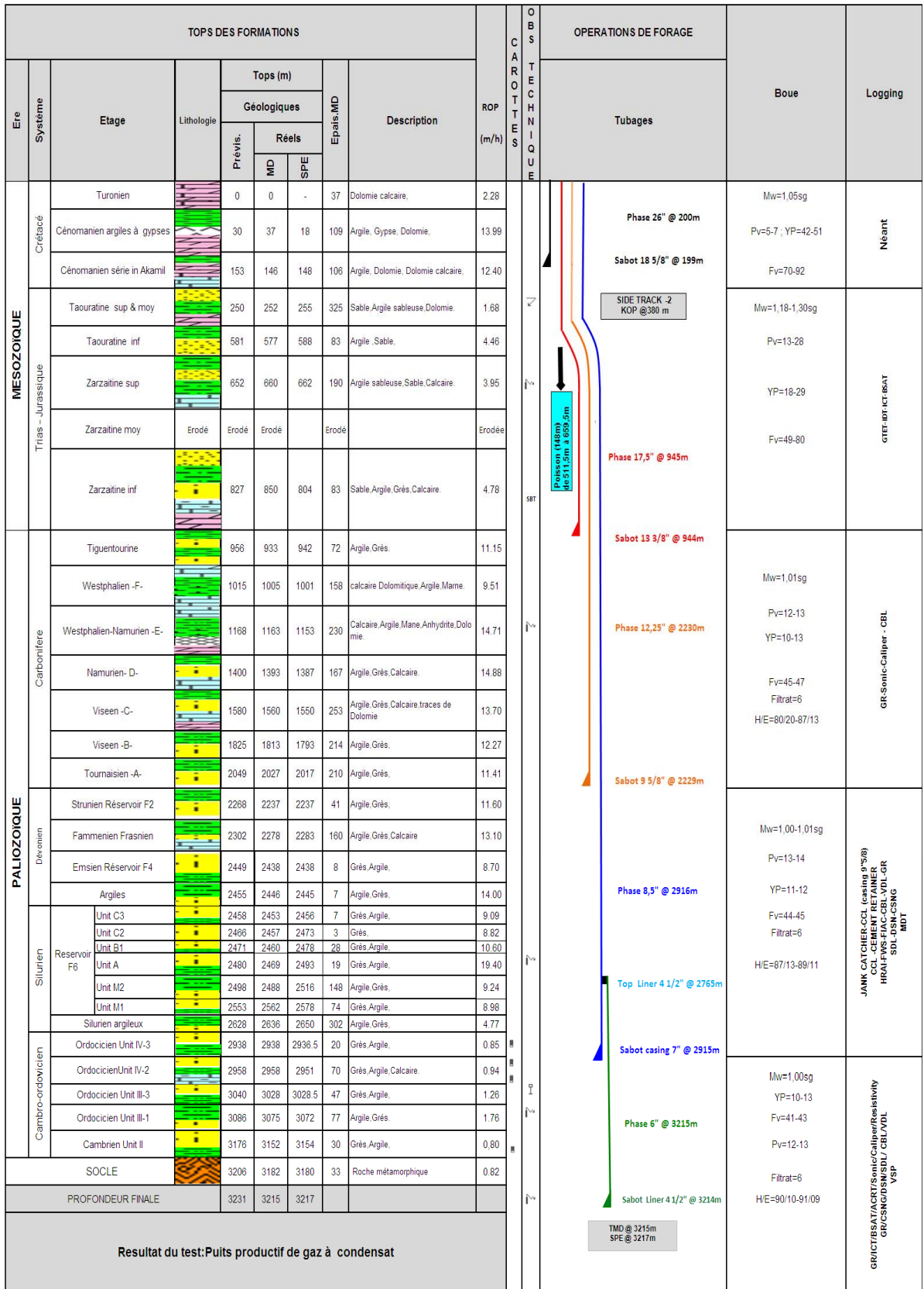


Figure IV.2 : La coupe lithologique et le profil du puits TMTNO-1. [37]

2. Le coincement de la garniture lors du forage de la phase 17^{1/2} :

Le coincement s'est manifesté au Touratine lors du reaming, et après des tirages (Over Pull) de plus de 20 T en essayant de décoincer la garniture, ces tirages excessifs n'ont fait qu'aggraver la situation de coincement avec impossibilité de décoincement tout en perdant au même temps la rotation, mais tout en tentant de garder une circulation non limitée.

Et pour libérer la garniture il faut battre vers le bas (Jarring Down) avec le jar présent dans le train de tiges des fois à plusieurs reprises.

La représentation de notre étude est sous forme de :

- ✓ Déroulement et timing des opérations.
- ✓ Calcul du point du coincement.
- ✓ Analyses et interprétations.
- ✓ Conclusion.

2.1 Déroulement et timing des opérations :

Le forage de la phase 17^{1/2} la côte théorique donnée par le programme de forage «966 m » a été programmé de forer par une boue KCl/polymère à base d'eau de densité 1,25.

-Le 1 er jour de coincement :

Tableau IV.2 : Déroulement et timing des opérations. [38]

Opération	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Le forage de la phase 17^{1/2} • La remontée de la garniture avec back reaming • Tentative de battre vers le bas et faire la rotation • Injection de 8 m3 bouchon d'acide High-ph chaque 30 min avec traction (22.00 à 00.00) 	<ul style="list-style-type: none"> - Hard back reaming à l'intervalle (744-740m) - Over pull et perte de rotation -Coincement de la garniture à la cote de 677m - Négatif -No progrès

-2^{ème} jour :

Opérations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Injection de bouchon d'acide de 8 m³ chaque 1h + traction (00.00 à 04.00) 	- Progrès 9 mètres (678- 669 m)
<ul style="list-style-type: none"> • Mise le train de sonde en traction de 180 tonnes pendant 1 h 	-Echec
<ul style="list-style-type: none"> • Battage vers le haut 	-Echec
<ul style="list-style-type: none"> • Battage vers le bas pendant 1 h 	
<ul style="list-style-type: none"> • Injection de bouchon d'acide 8 m³ avec traction 	-Progrès 9 mètres (669 -660 m)
<ul style="list-style-type: none"> • Tentative de rotation 	-Echec

-3^{ème} jour :

Opérations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Battre vers le haut 	-Progrès 2 mètre (660-658m)
<ul style="list-style-type: none"> • Tentative de rotation de temps en Temps. 	-Echec
<ul style="list-style-type: none"> • Injection de bouchon d'acide 8 m³ 200 l/20 min. 	-Echec

-4^{ème} jour :

Operations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Battre vers le haut 	-Progrès 18 cm (658-657.8m)
<ul style="list-style-type: none"> • Injection de bouchon d'acide 8 m³ ...200 l/20 min 	-Echec
<ul style="list-style-type: none"> • Tentatives de rotation 	-Echec

-5^{ème} jour :

Opérations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Battage vers le bas 	-Echec
<ul style="list-style-type: none"> • Battage vers le haut 	-Echec
<ul style="list-style-type: none"> • Tentatives de rotation 	-Echec

-6^{ème} jour :

Opérations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> Battage vers le haut. Tentatives de rotation. Twist off (over pull 20 ton + devissage avec 30000 lb.ft). Remontée de la partie libre. Top poisson 511.5m (146.3 m hauteur de poisson). 	-Echec. -Echec. -Perte 25 tonnes du poids totale au martin decker (657.8-511.5m) -(511.5- 0 m)

-7^{ème} jour :

Operations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage du trou Injection de bouchon de ciment 16.68 m³ Attente de séchage de ciment 	- Top ciment 411 m -

-8^{ème} jour :

Operations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> Forage jusqu'à le point de KOP Side track avec sliding mode 	(427 – 440 m)

-9^{ème} jour

Operations	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> Réalisation side track 	(440-510m)

2.2 Calcul du point du coincement :

La formule suivante permet de déterminer la longueur L des tiges libres :[39]

$$L = \frac{2,675 \cdot P_{DP} \cdot l}{(T_2 - T_1)}$$

l : Allongement différentiel correspondant à la variation de traction =218 **mm**.

P_{DP} : Masse linéaire des tiges (corps + Tools joints) =31.06 **kg/m**.

L : Longueur de tiges libres exprimée en **m**.

(T₂ - T₁) : Variation de traction appliquée sur la garniture =33 (**10³ daN**). [39]

Application numérique : $L = \frac{2,675 \cdot 31,06 \cdot 218}{33} = 548 \text{ m.}$

2.3 Analyses et interprétations :

La résolution d'un problème de coincement commence tous d'abord par son identification, toute interprétation fausse où incomplète ne fera qu'aggraver la situation. C'est le cas du puits TMTNO-1 ; en effet les mauvais paramètres de boue ont compliqué la situation et ont eu pour conséquence la perte d'un poisson de plus de 148m. Dans ce qui suit nous avons essayé de trouver des indices qui pouvaient nous alertaient sur l'avènement du coincement en analysant :

- Composition de la formation.
- Les caractéristiques de la boue.
- Le torque.
- Le nettoyage du trou.
- Les déblais de formation.

2.3.1 Analyse de la formation :

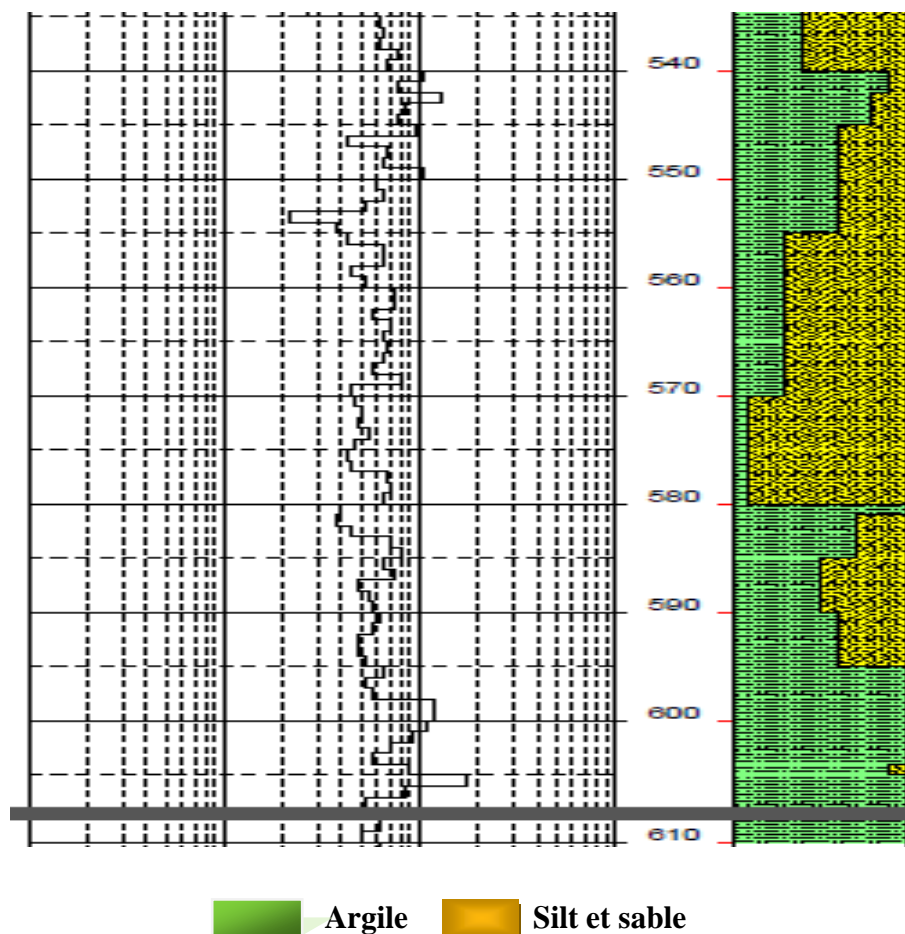


Figure IV.3 : Master log de la formation de coincement. [40]

- D’après le master log le type de formation possède une grande quantité des argiles gonflantes, qui pose la majorité des problèmes rencontrés en forage dans la phase 17^{1/2}.
- 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 lors de la remonté, et pendant la descente pour faire un contrôle de trou, et tombe dans des hard back reaming.

2.3.2 Les caractéristiques de la boue de forage :

Le tableau suivant expose une comparaison entre les caractéristiques de boue prévu par le programme et ceux mesurées lors des prélèvements quotidiens le jour du coincement :

Tableau IV.3 : Les caractéristiques de la boue. [36] [41]

Paramètres / valeur	Programmée	Mesurée au cours de reaming (680-540 m)
Densité (sg)	1.15-1.24	1.25
Viscosité FUN (s/qt)	50-55	59
Viscosité plastique (cp)	13	14
YP (lbf/100 ft²)	18-24	22
Gel (10 s) (lbf/100 ft²)	15.00	18.00
Gel (10 min) (lbf/100 ft²)	30.00	21.00
Filtrat API (cc/30 min)	Inférieur à 5.00	6

Au cours de reaming on a remarqué une augmentation des caractéristiques de la boue par rapport à ceux qu'ils ont été programmés (la densité et la viscosité plastique avec une élévation du volume de filtrat et des valeurs de gel).

2.3.3 Le torque :

Nous avons tenté de suivre l'évolution du torque dans le but de trouver des indications sur le mécanisme de coincement, le graphe suivant schématise l'évolution du torque au cours de forage :

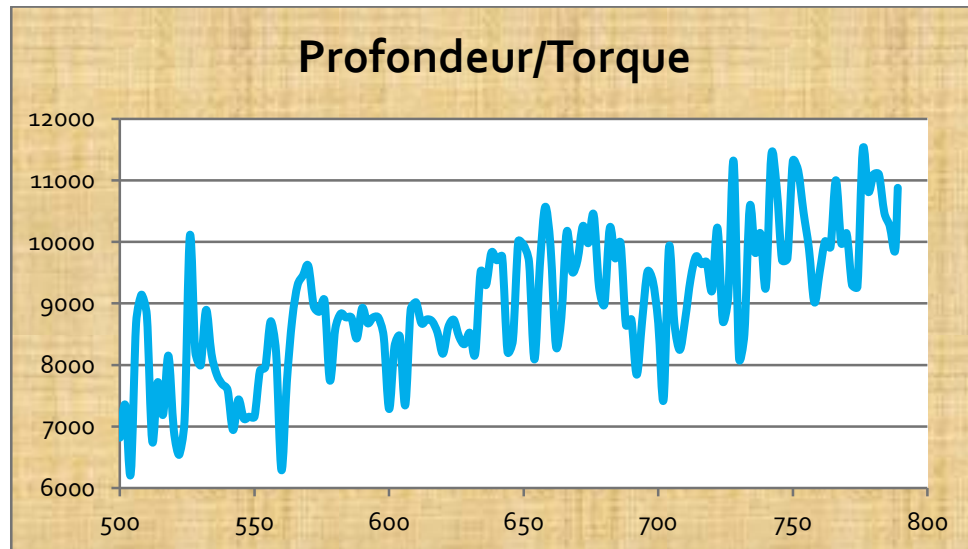


Figure IV.4 : Evolution du torque lors du forage.

On remarque qu'il y a une augmentation brutale du torque à partir de la cote 565 m, qui atteint des valeurs très élevées varies entre 8000 lb.ft et 11500 lb.ft. Ce qui indique un coincement probable.

2.3.4 Analyse des déblais des formations :

(De 517 à 580 m) : Sable blanc, translucide, parfois jaunâtre, fin, moyen à grossier par endroits, sub-arrondi à sub-anguleux avec intercalations d'Argile : grise à gris-clair, blanchâtre, localement rougeâtre, pâteuse, tendre et sableuse. [37]

(De 580m à 649 m) : Argile : Brune à brun rouge, localement grise à gris-clair, blanchâtre, pâteuse, tendre, sableuse avec passées de sable : Translucide, parfois jaunâtre, fin, grossier par endroits, sub-arrondi à sub-anguleux, traces de pyrite. [37]

(De 649m à 789m) : Sable : Translucide, très fin à fin, grossier par endroits, sub-arrondi avec intercalation d'Argile : Brun rouge, localement gris clair, pâteuse, tendre à indurée, sableuse. Niveaux de Grès : Blanc à gris blanc, très fin à ciment argileux et de Calcaire : blanc. Présence de lignite. [37]

2.3.5 Nettoyage du puits :

Les bouchons visqueux considèrent l'élément clé du bon nettoyage du trou. Pour cette raison, nous avons revu l'historique de bouchons injectés dans le puits :

- Pompage régulier des bouchons visqueux de chaque longueur.
- Le pompage d'un bouchon visqueux de 5 m³ à la fin de la phase. [38]

Entre [510m à 660m] zone de coincement. On n'a pas constaté une grande densité de cuttings, ce qui indique que le puits est propre.

Alors Tous les indicateurs montrent qu'on a un bon nettoyage du trou.

2.4 Conclusions :

L'analyse fait permettre de constater :

- 1-Une augmentation des paramètres de boue au cours de forage qui a atteint des valeurs élevées.
- 2-Une augmentation du torque qui atteint une valeur maximum de 11500 lb.ft .
- 3-Les hard-back reaming.
- 4-La présence de trace des argiles pâteuses sur les échantillons recueillis dans tamis vibrants.

On conclut que le coincement est dû à la présence des argiles réactives. Ces argiles sont caractérisées par une capacité importante d'absorption d'eau et de gonflement.

Lorsqu'une formation argileuse sensible à l'eau qui est foré avec une quantité insuffisante d'inhibiteur, l'argile absorbe l'eau et gonfle dans les abords des parois du puits, qui provoque par la suite une forte augmentation de la viscosité de la boue et le bouchage des tamis vibrants et par conséquent coincement par gonflement des argiles.

3. Paramètres de décision :

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.
- 2) Cas où l'instrumentation doit être décidée après l'étude du coût. [19]

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

- Equipement.
- 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). [29]

Après l'échec de toutes les tentatives de décroincement de la garniture de forage par battage et les bouchons d'acide, une décision de procéder à un Back off par dévissage mécanique a été prise.

4. Déroulement de l'opération du back off mécanique :

L'objectif de cette opération était principalement de dévisser le train de sonde au-dessous de la restriction (la coulisse), mais aussi si possible arriver jusqu'au découvert pour entamer directement le side-track.

Avant le dévissage, il faut systématiquement rebloquer à droite d'une façon homogène l'ensemble de la garniture.

- ❖ Faire tourner la garniture vers la droite avec un torque de 19000 lb.ft
- ❖ Relâcher progressivement le torque de la table de rotation

Si le nombre de tours de retour à gauche est égale au nombre de tours à droite (100%) ;
Donc l'opération de blocage est réussite. [38]

Sur-bloquer la partie de la garniture au-dessus Du Point à dévisser avec 10% supplémentaire du torque utilisé dans la première étape, et une traction de 20%, en positionnant le point neutre dans la zone désirée avant de transmettre le Couple de sur-blocage. [38]

Le Martin Decker affiche 53 tonnes correspondant au poids de la garniture au point à dévisser.

- Calcul Le torque de sur-blocage :

Torque de sur-blocage = 110 % du torque utilisé à la rotation

AN : $(10 / 100) * 19000 + 19000 = 20900 \text{ Lb.ft}$

- Calcul La Traction appliquée :

Traction appliquée = 120 % du poids affiché au martin decker

AN : $(20/100) * 53 = 10.60 \text{ t}$ (Alors MD affiche 63,6 t)

-Faire tourner la garniture à gauche avec un torque de 22000 lb.ft et un over pull de 15% jusqu'à ce que la garniture se déconnecte du poisson. [37]

- Calcul d'Over Pull appliqué :

AN : $(15/100) * 63.6/100 = 9.54 \text{ tonnes}$ (MD affiche 72,54 t)

Après avoir faite le back off, une longueur de 511 m de la garniture a été récupérée (partie libre) et 146.3 m de la garniture a été abandonnée dans le puits.

❖ **Composition de poisson :**

Tableau IV.4 : Composition de poisson perdu dans le puits. [36]

Poisson dans le puits	
Equipement	Longueur (m)
Bit	0,43
Near bit	1,00
2Short drill collar 9''1/2	7.64
Stabilisateur	1,80
Drill collar 9''1/2	8.76
Stabilisateur	1.77
4 X Drill collar 9''1/2	36.01
X over	1,05
9 X 8'' Drill collar	82,94
Part of Drill jar 8''	4.9

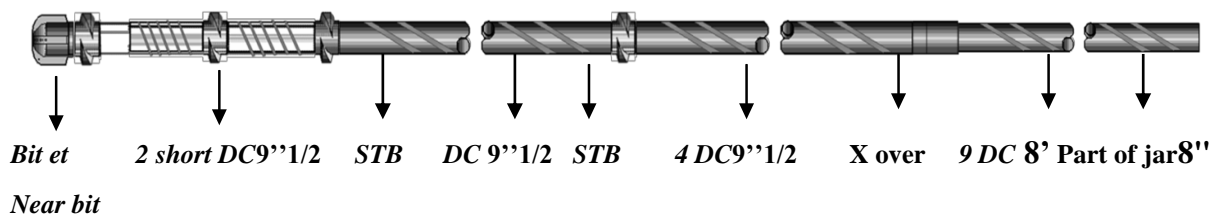


Figure IV.5 : poisson perdu dans le puits.

5. Le déroulement de side track dans la phase 17^{1/2} :

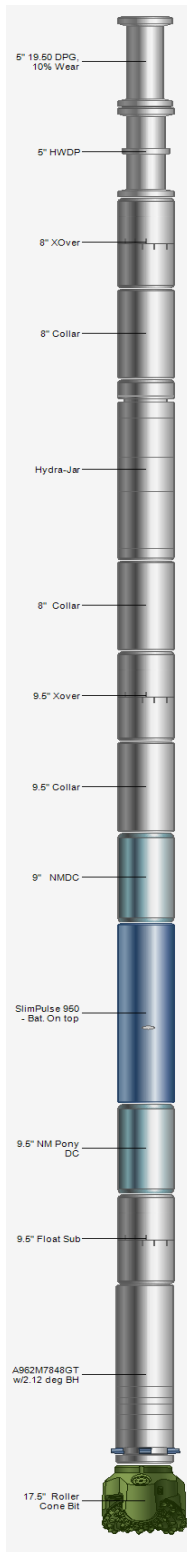
Après l'échec de toutes les tentatives de décoincement de la garniture (tirage, battage et les bouchons d'acides) et vu la difficulté de repêcher la partie abandonnée dans le puits.

Une décision de side track a été prise comme dernière solution afin de poursuivre le forage et atteindre la cible.

5.1 BHA de side track :



Tableau IV.5 : BHA de side track. [42]



Field Name	Ohanet	Borehole Name	TMTNO-1 ST2	Hole Size (in)	17,500						
Structure Name	TMTNO-1	BHA Name	17.5in A962GT Motor Sidetrack#2 BHA	Depth in (m)	200,00						
Well Name	TMTNO-1			Depth Out (m)	100,00						
Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Size (in)	Bot Type	Bot Gender	Bot BSR	Length (m)	Cum. Length (m)	Cum. Weight (t)
			ID (in)		Top Size (in)	Top Type	Top Gender	Top BSR			
1	17.5" Roller Cone Bit	Smith	8,500								
			3,750	17,500	7,625	REG	Pin	2,473	0,41	0,41	0,2
2	A962M7848GT w/2.12 deg BH	Schlumberger	9,000		7,625	REG	Box	2,473			
			7,850	17,250	7,625	REG	Box	2,251	9,70	10,11	3,1
3	9.5" Float Sub		9,500		7,625	REG	Pin	2,251			
			2,500	9,500	7,625	REG	Box	0,482	1,09	11,20	3,5
4	9.5" NM Pony DC		9,500		7,625	REG	Pin	0,482			
			2,813	9,500	7,625	REG	Box		2,00	13,20	4,1
5	SlimPulse 950 - Bat. On top	Schlumberger	9,500		7,625	REG	Box				
			5,000	9,500	7,625	REG	Box	2,748	9,45	22,65	7,5
6	9" NMDC		9,000		7,625	REG	Pin	2,748			
			2,500	9,000	7,625	REG	Box	2,251	8,47	31,12	10,0
7	9.5" Collar (2 joints)		9,500		7,625	REG	Pin	2,251			
			2,500	9,500	7,625	REG	Box	3,019	18,84	49,96	16,3
8	9.5" XOver		9,500		7,625	REG	Pin	3,019			
			3,750	9,500	6,625	REG	Box	1,119	1,02	50,98	16,6
9	8" Collar (9 joints)		8,000		6,625	REG	Pin	1,119			
			2,813	8,000	6,625	REG	Box	2,658	80,05	131,03	34,4
10	9.5" NM Pony DC	HE	8,000		6,625	REG	Pin	2,658			
			3,000	8,160	6,625	REG	Box	2,538	10,20	141,23	36,1
11	9.5" Float Sub		8,000		6,625	REG	Pin	2,538			
			2,500	8,000	6,625	REG	Box	2,604	18,71	159,94	40,3
12	8" XOver		8,000		6,625	Regular	Pin	2,604			
			2,813	8,000	4,500	NC50 (4 1/2 IF)	Box	2,274	1,15	161,09	40,6
13	5" HWDP (6 joints)		5,000		4,500	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	2,274			
			3,000	6,500	4,500	NC50 (4 1/2 IF)	Box	-0,059	54,90	215,99	44,7
14	5" 19.50 D		4,928		4,500	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	-0,059			
			4,276	6,625	4,500	NC50 (4 1/2 IF)	Box		9,00	224,99	45,0

Figure IV.6 : BHA de side track. [42]

5.2 Description de l'opération de side track :**❖ Side track-1 :**

Le Side Track-1 a été entamé par la descente d'une BHA directionnelle avec l'outil Tricône 17^{1/2} de type CR14JMRS, portant le numéro de série 1316437, dusé (3*18+1*16)/32", la déviation de la nouvelle section 17^{1/2} est entamée à la cote 427m (KOP) avec une inclinaison de 1.83° jusqu'à la cote 510m (foré en mode sliding) en 32.73 heures avec un avancement moyen de 2.54 m/h.

L'outil fut remonté jusqu'en surface suite à un grand jumping à cette cote (510m) dû à la proximité du poisson.

A noter que le top du poisson est à 511.6 m

Par la suite un bouchon de ciment pour l'entame du side track-2 a été posé à la cote 510m.

L'outil On°05RR1, TRICONE 17^{1/2}, de type CR14GMS portant le numéro de série : 250879, dusé en (1*16+3*18)/32", est descendu il a reforé le bouchon de ciment de la cote 327m jusqu'à la cote 380m. [37]

❖ Side track-2 :

Le Side track-2 a été entamé par la descente d'une BHA directionnelle et de l'outil tricône 17^{1/2}, de type CR14JMRS, portant le numéro de série 1309709, dusé (3*18+1*16)/32", la déviation est entamée à la cote 380m (KOP) avec une inclinaison de 2.12° jusqu'à la cote 406m (foré en mode sliding) en 34.24heures, avec un avancement moyen de 0.76m/h.

L'outil fut remonté jusqu'en surface (pour changer l'inclinaison du moteur de déviation de 2.12° à 1.50°).

Le Side track fut repris par la descente de l'outil TRICONE 17^{1/2}, de type CR14JMRS, portant le numéro de série 1316437, dusé en (3*18+1*16)/32", afin d'élargir (Opening hole) l'intervalle allant de 380m jusqu'à la cote 406m, la déviation est reprise à la cote 406m avec une inclinaison de 1.08° jusqu'à la cote 540m en mode sliding & rotary en 73.74heures avec un avancement moyen de 1.82 m/h.

Après une circulation de 1.5 heure, l'outil fut remonté avec back reaming & travail garniture dans les intervalles suivants : (385m-375m), (362m-280m). [37]

❖ Le profil du side track :

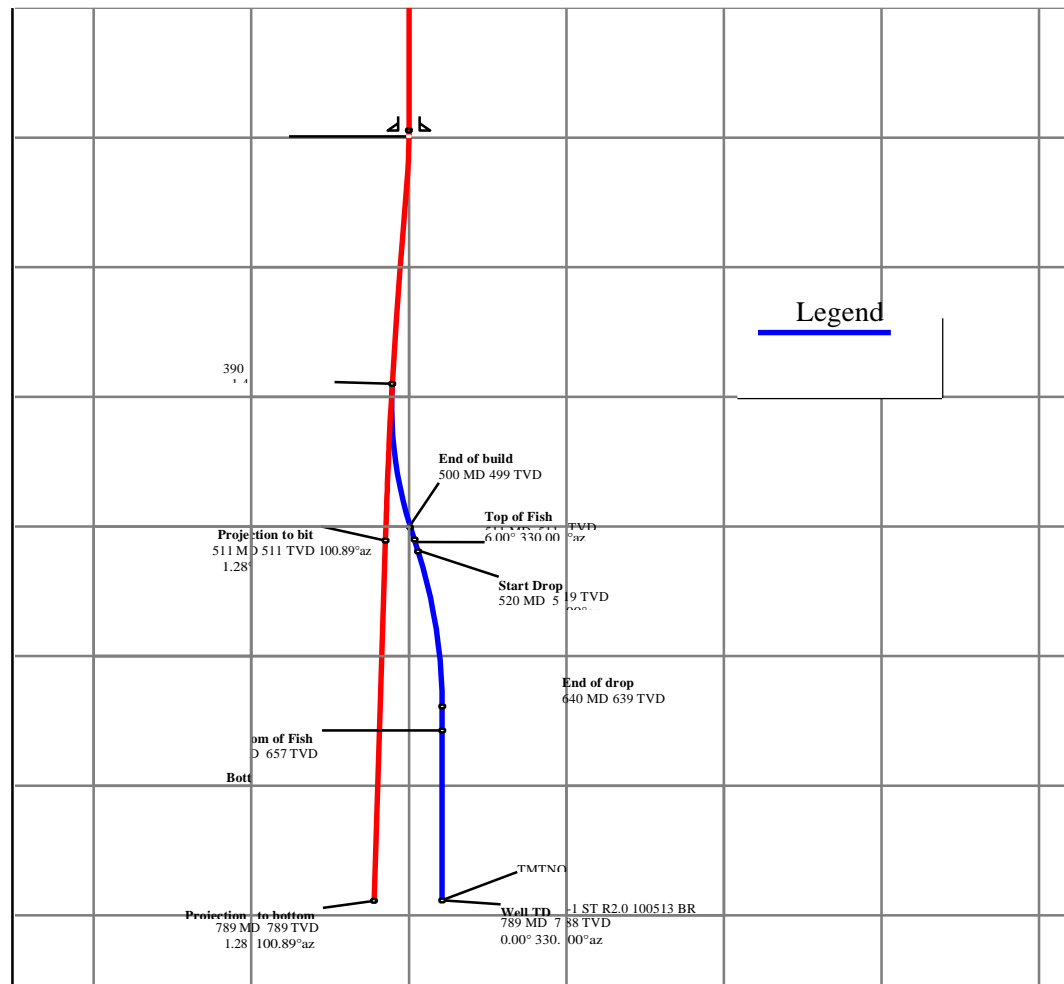


Figure IV.7 : Profil de side track. [42]

❖ La mise en place du bouchon de ciment :

B-1/ Bouchon de ciment de Side track-1 à la cote 511m.

- ✓ Test de la ligne de cimentation à 3500 psi – OK -.
- ✓ Pompage de 4.64 m³ d'eau (Spacer).
- ✓ Mixage et pompage de 16.86 m³ de laitier de tête densité (d=1.90 sg).
- ✓ Déplacement du ciment avec 0.36 m³ d'eau + 3.34 m³ de boue densité (d=1.26 sg).
 - ❖ Pas de retour après purge. [43]

B-2/ Bouchon de ciment de Side track-2 à la cote 510 m.

- ✓ Test de la ligne de cimentation à 3500 psi – OK -.
- ✓ Pompage de 4.7 m³ d'eau (Spacer).
- ✓ Mixage et pompage de 28.17 m³ de laitier de tête densité (d=1.90 sg).
- ✓ Déplacement du ciment avec 0.30 m³ d'eau + 3.21 m³ de boue.
- ❖ Pas de retour après purge. [43]

6. Profil final de puits :

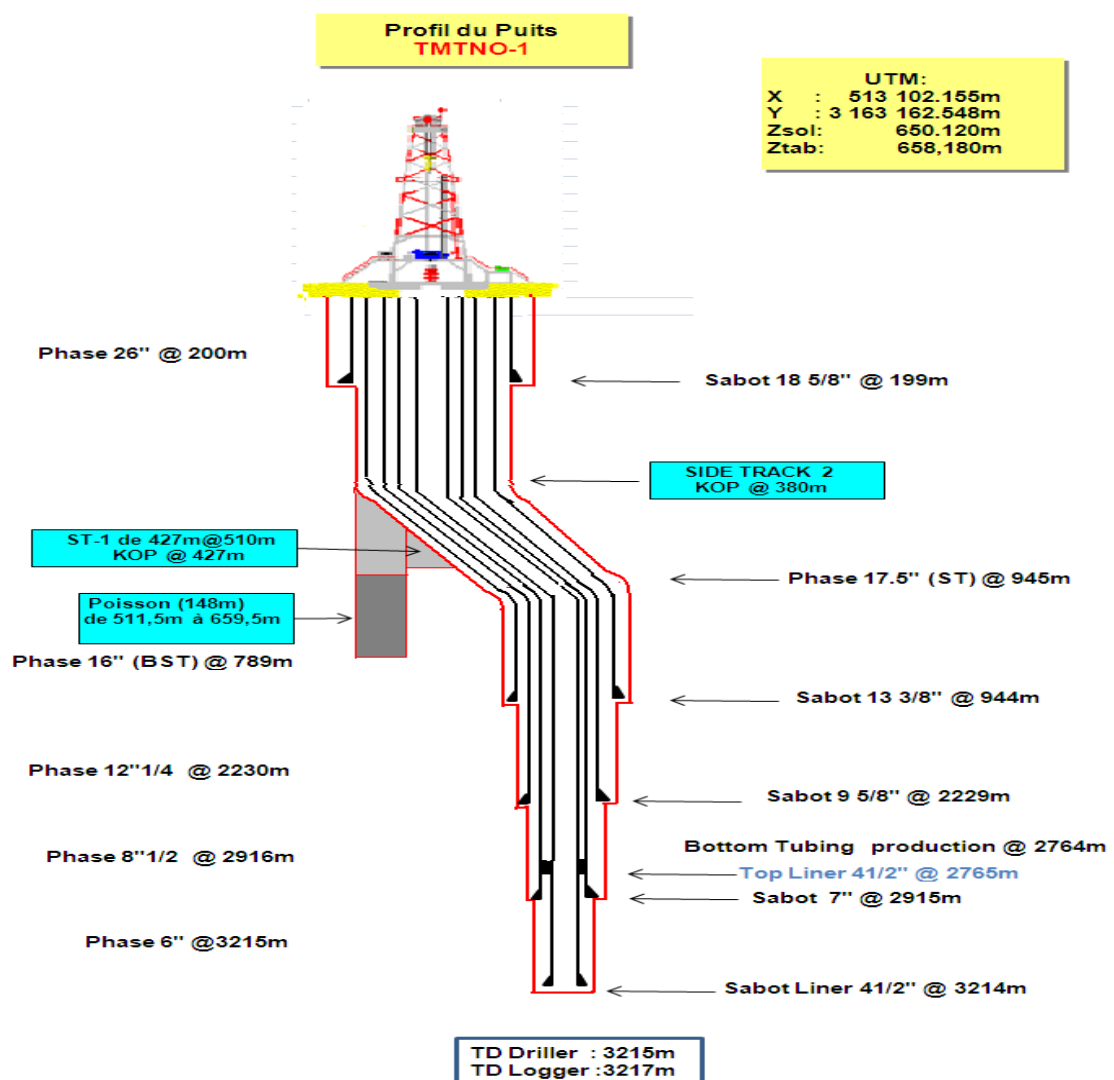


Figure IV.8 : Le profil final de puits TMTNO-1. [37]

Conclusion et recommandations

Dans notre étude, on a mis en évidence la nature de coincement qui est dû au gonflement d'argile réactive, toutes les tentatives essayées sur chantier ont échoué (Tirage, battage, bouchons d'acide) foutu de la pression exercée par les argiles gonflantes, La décision prise sur chantier (side track) est une solution facile mais coûteuse

Avant le problème l'écran de chef de poste a signalé une augmentation du torque et une augmentation des propriétés physiques de boue qui sont des signes suffisants pour prendre les préventions nécessaires afin de ne pas tomber dans ce problème coûteux.

Notre contribution est préventive non curative, et par conséquent nous suggérons les points suivants :

- Ajout de sels variés (potassium sodium calcium.... Etc.) pour réduire la réactivité chimique de l'eau avec argile
 - Ajout des polymères variés de revêtement pour réduire le contact entre l'eau et l'argile
 - Utilisation de boue à base d'huile ou à base synthétique pour éliminer tout contact Argile-eau
 - Réduire au minimum le temps en trou ouvert, pour limiter le volume de filtrat en face des formations argileuses.
 - Prévoir des manœuvres de recalage / de reforage régulier selon la durée la distance forée ou les signes préalables d'argile réactive
 - Assurer une hydraulique adéquate pour le nettoyage de l'outil dans le trou
-

Bibliographie

- [1] KHELLAF A Etude de problème du coincement dans la région d'in amenas cas du puits OFRE-1
- [2] Document Sonatrach 2009
- [3] Khadraoui A Etude hydrogéologique de la région d'Ilizi 2005
- [4] WAKIM J 2005 " Influence des solutions aqueuses sur les comportements Mécaniques des roches argileuses "
- [5] Comparanol étude expérimentale des propriétés électrique et diélectriques des matériaux argileux consolide 2005
- [6] KHODJA M les fluides de forage étude des performances et considération environnementales, 2008
- [7] CAILLERE S. Henin S. Rautueaum « Minéralogie des argiles » Tomes 1 et 2. Paris : Masson. 184-189, 1982.
- [8] MEJNOUN A Analyse caractérisations prévision et modélisation du comportement des Argiles gonflantes "
- [9]] HARRAT M.,Contribution à l'amélioration du procédé de fabrication de la céramique " étude sur site unité Maghreb céramique de Touggourt ", 2007.
- [10] LOULACHI. A " étude des performances dans un système mixte tensio-actif polymère dans les fluides de forage aspect stabilité des argiles et endommagement du réservoir
- [11] HAFSI, A. (1993). " Théorie de la double couche et gonflement des argiles non saturées ".Euromech colloquium N°209 : Mechanics of swelling, Rhodos , Greece, August 23-27.1993.
- [12] CHEN. F . Foundation on expansive sols, developpements on geotechnical engineering, 1988
- [13] PEDRO G les minéraux 47-64 dans pédologie 2-constituants et propriétés du sol Eds. Du chauffour Ph. et Southier B. Masson, Paris 665p 1994.
- [14] SCHAPIRA J., Procédés de contrôle du gonflement des argiles en présence d'eau de mer (1987).
- [15] Stuck pipe prevention sugar land learning center 1999
- [16] Stuck pipe schlumberger
- [17] HAMED.A Operational decision making to prevent stuck pipe incident Drilling engineering work book backer Hughes
- [18] HOSSIN R. Well engineering and construction

- [19] BOUCENNA I et MODJED O. Etude et choix entre l'instrumentation et le side-track dans le cas d'un coincement au niveau du drain horizontal a HMD
- [20] F prassel Drilling engineering by wolf gang Curtin university of technology
- [21] Mr SLIMANI problème de trou division forage 2009
- [22] T.a langlis Petroleum engineering and developpements
- [23] ZENZANI A „Coincement induit par l'interception de l'éruptif Triassique dans le puits OMLz872,2007.
- [24] BAAMARA M„Etude et analyse de problème de coincement phase 12 ¼ RDC 18,2017.
- [25] SEKAT B.L., Problèmes des coincement en manoeuvre se remontée en phase 16 "sur le champ de HMD cas de puits OMKz 353,2007.
- [26] CHAOUACH B et FARDHALLAH S.A , Analyses des problèmes de coincement dans la phases 16"au niveau de cénomanien, turonien, salifère,2008.
- [27] ENSPM Formation industrie-IFB Training., ,2004.
- [28] SLIMANI A..Module M3 Sonatrach division forage département formation
- [29] SLIMANI A., Module M2 Sonatrach Division forage, 2004
- [30] HAMED.A Operational decision making to prevent stuck pipe incident studies
- [31] DJECTA R et MEZOUAR I., Etude des coincements dans la phases 8 ½" dans le champ de Haoud Berkaoui ,2008
- [32] ENSPM Formation industrie-IFB Training., Techniques du forage ,2007.
- [33] BENYOUCEF M et JOUA M „Procédures générales Side Track,1999
- [34] SZEZUKA J.P, Forage dirigé ingénierie et méthodes, 2005.
- [35] Baker Hughes INTEQ, Drilling Engineering Workbook A Distributed Learning Course. 1995.
- [36] Drilling program well:TMTNO-1
- [37] Mud logging final well report :TMTNO-1
- [38] Drilling daily report document sonatrach:TMTNO-1
- [39] Drilling data handbook editions teaching Paris
- [40] Master log document Sonatrach puits TMTNO-1
- [41] Drilling daily mud document Sonatrach :TMTNO-1
- [42] Programme de side track du puits TMTNO-1 Sonatrach-Schlumberger, 2016.
- [43] Cementing program TMTNO-1 HALLIBURTON -SONTRACH

CHAPITRE I
Description de
champ d'In Amenas

CHAPITRE II

Argiles et propriétés

CHAPITRE III

Etude

bibliographique

CHAPITRE IV

Etude de cas

TMTNO-1

المخلص

الغرض من الحفر هو الوصول إلى الهدف ، وهو الخزان ، في أقرب وقت ممكن بطريقة آمنة وبأقل سعر وتكلفة، قد تظهر العديد من المشاكل التي تعيق استمرار عملية الحفر وخاصة في التكوينات الطين من بينها علق أنبوب الحفر بانتفاخ الطبقات الطينية الذي يسبب فقدان الوقت والمال ، والتي يستدعي حلها عمليات خاصة مثل الجذب و الضرب وحقن المحاليل الحمضية و الفك و تغيير المسار كحل أخير.

Abstract:

The purpose of drilling is to reach the objective, which is the reservoir, as soon as possible surly and with a minimum cost price, several problems may appear and hinder the continuation of drilling especially in the clay formations, stuck pipe by swelling clays is one of those problems, it causes a loss of time and money. Special operations are required to solve this problem such as over pull, jarring, injection of acid plugs, back off and side track as a last solution.

Résumé :

La finalité d'un forage est d'atteindre l'objectif, qui est le réservoir, d'une manière sûre et dans les plus brefs délais et avec un prix de revient minimum, plusieurs problèmes peuvent apparaitre et faire obstacle à la poursuite de forage notamment dans les formations argileuses entre autre le coincement de train de sonde par gonflement des argiles qui cause une perte de temps et d'argent, des opérations spéciaux sont demandées afin de résoudre ce problème tel que le tirage, le battage, l'injection des bouchons d'acide, le back off et le side track comme dernière solution.