



Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des hydrocarbures, énergies renouvelables et sciences de la terre et de l'univers
Département de forage et mécanique de chantier pétrolier

MEMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Option: Forage

Présenté Par:

MOSBAH Riad DJAARIRI Anwar
DERBAL Ramzi

THEME

OPERATION SUR LE LINER 7", DESCENTE ET
CIMENTATION
CAS DU PUITZ ZR 708

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

Jury

Président : LEGHRIEB Youcef

Univ. Ouargla

Examineur : GHERBI Abderrazak

Univ. Ouargla

Rapporteur : CHETTI Djamel Eddine

Univ. Ouargla



Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon cher père qui m'ont soutenu et contribué pleinement dans l'aboutissement et la réussite de mon parcours scolaire.

*Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères Farhi ,
Farouk, Samir et le petit ala. À toutes mes sœurs et à tous les membres
de ma famille sur tout ma grande mère Rbaia.*

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis sur tout:

Amine, Hakim, Ramzi et mes collègues de l'université

Sans oublier Nasrou, Achref, Abdelmalek et bien sûr Farouk,

Chemso, Aymen, Houssam et le reste dans la commune d'AIN-MLILA.

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon trinôme

Anour.Ramzi

Riad



Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon cher père qui m'a soutenues et contribues pleinement dans l'aboutissement et la réussite de mon parcours scolaire.

Je dédie ce modeste travail à oncles.

Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères Achraf, Abd ARAHIM. À toutes mes sœurs et à tous les membres de ma famille sur tout ma grande père Zoubida et mon grande père Ahmed.

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis sur tout:

Tarek, wahab, kamel muloude hichame et les autres à l'université Kasdi Merbah

Sans oublier les superviseurs de ENF35 Sid ahmed, youcef, Raouef, Ali, yassine, mohamed, Zouhif, Taher. .

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon trinôme

Anour.Riyad

R.A.M.F.I



dedicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon cher père qui m'ont soutenu et contribué pleinement dans l'aboutissement et la réussite de mon parcours scolaire.

Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères Farid Karim, et le petit ala eddine. À toutes mes sœurs Nadia Khadija et à tous les membres de ma famille sur tout ma grande pér Hammana.

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis sur tout:

Ismail , Nacer, Samir et mes collègues de l'université

Sans oublier Miloud, wahab, et bien sûr Anouar.

Monir , Houcin, Yacin et le reste dans la commune de Taouzient.

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon trinôme

Ramzi, riad

Anwar



Remerciements

Avant tout propos, nous remercions « Allah » le tout puissant de nous avoir donné sagesse et santé pour achever ce modeste travail.

*Nous remercions notre encadreur Monsieur **CHETTI Djamal Eddine** pour son Aide précieuse, son discernement, sa disponibilité et ses conseils judicieux.*

Nous remercions tous les enseignants du département Forage qui ont assurés notre formation durant tout le cycle d'étude.

*Nos remerciements vont également à toutes le Personnel de **SONATRACH** .Notamment : **Med Amine DEGHTOUM** et **Mohamed KEDDAR**, superviseurs .**Mlle LACHKHEB Moufida** et **Mr RIDA**, ingénieurs d'exploration et tout le Personnel de **ENAFOR** et spécialement le super intendant **HADJI Larbi** Pour leurs collaborations et leurs aides.*

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

D.Ramzi,D. Anwar,M. Riad.

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 01

Chapitre I : Partie géologique

I.1 Champ Zarzaitine	02
I.1.1 Situation géographique	02
I.1.2 Histoire de la découverte	02
I.1.3 L'objectif du puits	02
I.1.4 Situation du puits ZR 708	03
I.1.5 Plan d'accès	04
I.1.6 Situation géologique	06

Chapitre II : Généralité sur le liner 7"

II.1 Introduction	11
II.2 Description du liner	12
II.2.1 Avantages du liner	12
II.2.2 Inconvénients du liner	12
II.2.3 Utilisation des liners	12
II.2.4 Les équipements permanents	14
II.2.5 Les équipements opérationnels	18
II.2.6 Les équipements de surface	21
II. 3 Habillage du liner	22
II.4 Conclusion	23

Chapitre III: Procédure de descente et cimentation de liner puits ZR 708

III.1 Introduction	24
III.2 Procédure de descente, suspension et cimentation des liners	24
III.2.1 Descente du liner	24
III.2.2 Ancrage du hanger	25

III.3 Cimentation du liner	27
III.4 Activation du packer	28
III.5 Contrôle du casing et du liner	28
III.6 Les incidents	28
III.6.1 Coincement durant la descente du liner	28
III.6.2 Pertes de circulation	28
III.6.3 Ancrage accidentel	28
III.6.4 Difficultés d'ancrage du hanger	29
III.6.5 Glissement du hanger	29
III.6.6 Impossibilité de désengagement de l'outil de pose	30
III.6.7 L'à-coup de pression n'a pas eu lieu lorsque le pump down plug arrive sur lewiper plug	30
III.6.8 L'à-coup de pression à la fin de chasse n'a pas eu lieu	30
III.6.9 Montée en pression constatée avant la fin de la chasse	31
III.7 Le déroulement de l'opération de descente de liner 7" dans le puits ZR708	31

Chapitre IV: Calcul et contrôle de la cimentation

IV.1 Introduction	35
IV.2 Calcul du volume total du laitier	36
IV.2.1 Volume de laitier	36
IV.2.2 Le volume de déplacement	38
IV.3 Calcul du temps d'injection de laitier et de chasse	39
IV.3.1 Le temps d'injection du laitier	39
IV.3.2 Calcul du temps de chasse	40
IV.4 Calcul de la quantité de ciment et le volume d'eau douce utilisée	42
IV.5 Les résultats de l'opération de logging après la cimentation de liner 7"	43
IV.5.1 Principe de fonctionnement du CBL (cement bond log)	43
IV.5.2 Principe de fonctionnement du VDL (variable density log)	44
IV.6 Conditions de bon enregistrement	46
IV.7 Précautions à prendre pour l'interprétation	46
IV.8 Interprétation	49
Conclusion générale	53
Référence bibliographique	54
Résumé	

Liste des figures

Figure.1.1	: Situation géographique d'AIN AMINAS	02
Figure.1.2	: Plan de position du forage ZR-708	04
Figure.1.3	: Profil du puits ZR70	05
Figure.2.1	: Section de liner 7" positionné et cimenté	11
Figure.2.2	: Composition de liner7"	13
Figure.2.3	: Types des sabot	14
Figure.2.4	: Anneaux (landing collar)	15
Figure.2.5	: Liner hanger mécanique et Liner hanger hydraulique	17
Figure.2.6	: Liner packer	18
Figure.2.7	: Setting Tool	19
Figure.2.8	: Wiper Plug et les deux Bouchons	20
Figure.2.9	: Setting sleeve avec PBR	21
Figure.2.10	: Tête de cimentation (à droite) et le flag sub (à gauche)	22
Figure.2.11	: Landing collar	26
Figure.3.1	: Tête de cimentation	27
Figure.4.1	: Schéma de cimentation de liner 7"puits ZR708	35
Figure.4.2	: Principe et diagraphie de CBL	43
Figure.4.3	: exemple1 d'un VDL	44
Figure.4.5	: Résultat du Log CBL-VDL	48
Figure 4.7	: Chart de DRY DST Pressure/Temperature	52

Liste des tableaux

Tableau.1.1:	Fiche technique du puits ZR708	03
Tableau.1.2:	Corrélations du puits	09
Tableau.1.3:	Les tops de formations réelles confirmées par le géologue	10
Tableau.3.1:	Colonne de liner 7" descend dans le puits ZR708	32
Tableau.3.2:	Etapes chronologique de la descente et cimentation de liner 13/11/2015	32
Tableau.3.3:	Etapes chronologique de la descente et cimentation de liner 14/11/2015	33
Tableau.4.1:	Volumes de ciment	36
Tableau.4.2:	Pression hydrostatique après déplacement	39
Tableau.4.3:	Temps d'injection du laitier et de spacer	40
Tableau.4.4:	Temps de chasse	40
Tableau.4.5:	Rhéologie des fluides	41
Tableau.4.6:	Composition de fluid et condition de produit	41
Tableau.4.7:	D'après le formulaire du foreur	42
Tableau.4.8:	Données obtenues par les outils de logging	45
Tableau.4.9:	DRY DST	49
Tableau.4.10:	Composition du Train	50
Tableau.4.11:	Déroulement de l'opération de DRY DST	51
Tableau.4.12:	Les pression enregistrées au cour de DST	52

Introduction générale

Introduction

Un puits de pétrole et de gaz nécessite une suite chronologique d'opérations suivant un planning de forage- tubage préalablement élaboré. Chaque phase du programme représente un intervalle foré qui doit impérativement être protégé avant d'entamer la phase suivante.

En effet, il s'agit d'introduire dans le trou foré une colonne de tubage et de la cimenter le long du découvert pour maintenir en place les parois du puits.

La cimentation d'une colonne de tubage représente une part indispensable et importante de la réalisation d'un puits de forage. La réussite de cette opération est un facteur déterminant pour la continuité du forage.

Les programmes techniques de forage, notamment ceux des puits profonds comportent de plus en plus la pose des colonnes perdues « *liners* » au lieu des colonnes entières, dans la gamme des dimensions allant des diamètres de 7" à 4" 1/2.

Ce document présente une étude de la technique de « *Pose et Cimentation d'un Liner 7"»* qui sera illustrée par un cas de forage du puits ZR708 au niveau du champ d'AIN AMINAS.

Dans notre cas on a perdue un volume de ciment au cour de l'opération de cimentation ce qui nous a obligé de proposer une solution pour maitriser la situation.

Ce travail est structuré en quatre chapitres :

La description du champ AIN AMINAS et du puits ZR708 au Chapitre I.

Généralité sur liner 7" et leur composition au Chapitre II.

Chapitre III : Les procédures de descente et cimentation de liner 7".

Chapitre IV : Etude de cas avec la partie calcul, la partie logging et l'opération de DRY DST.

Chapitre I

Partie géologique

I.1- Champ Zarzaitine:

I.1.1- Situation géographique:

Le champ de Zarzaitine est situé à 30 km à l'Est d'In Amenas, près de la frontière Algéro-Libyenne, la zone de carbonifère à eau de ce champ est constituée par une température de fond, près de 57.9 °C.

I.1.2 -Histoire de la découverte:

Le champ de Zarzaitine a été découvert en 1957 avec le puits ZR-1 dans les réservoirs du Dévonien Inférieur, à la profondeur de 1270 m et fut mis en production en 1960.

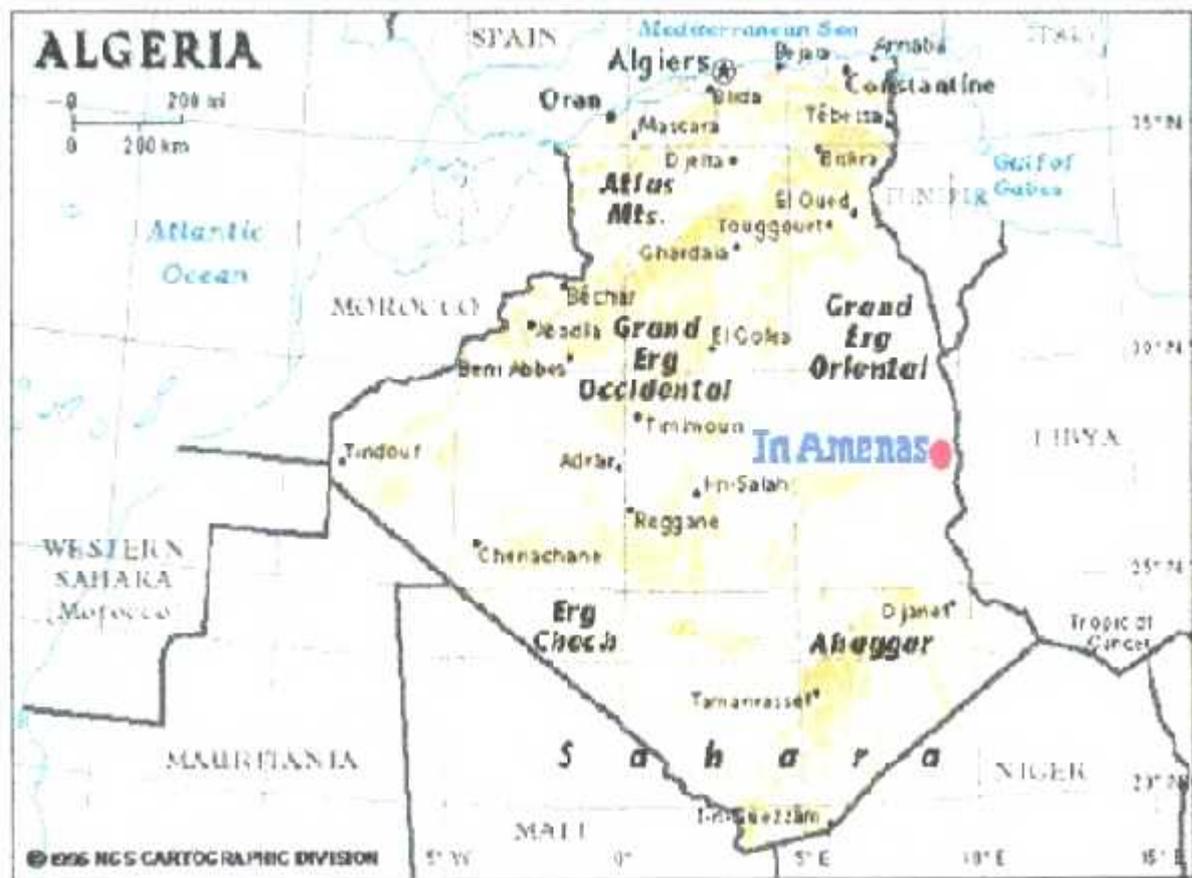


Figure 1.1 : Situation géographique d'AIN AMINAS [10].

I.1.3-L'objectif du puits

Le puits ZR-708 a pour objectif de confirmer le potentiel en gaz (1500 et 3125 m³/h) mis en évidence respectivement dans les unités IV et III du réservoir ordovicien du puits d'exploration ZR-12. [10]

I.1.4-Situation du puits ZR 708

Le forage ZR-708 est situé sur un terrain plat, à 130m à l'ouest de ZR-12, à 5.31 km au sud -est de ZR-1 et à 3.57 Km au nord du puits ZR-705. [10]

Tableau 1.1 : Fiche technique du puits ZR708 [5]

• Well Name	• ZR708
• Field	• ZARZAITINE
• Region	• In-Aminas
• Wilaya	• ILLIZI
• Prospect	• Development well
• UTM coordinates	• X = 580 512,546 m • Y = 3 103 107.250 m • Zs = 565,862m Zt=575,158m
• Profile	• VERTICAL
• Objective Targets	• Cambro-ordovicien.
• Well Total Depth	• 1970m
• Target Days to TD	• 27 Days
• Drilling Rig	• ENF 35
• Assigned Project	• Project IN AMINAS

I.1.5-Plan d'accès :

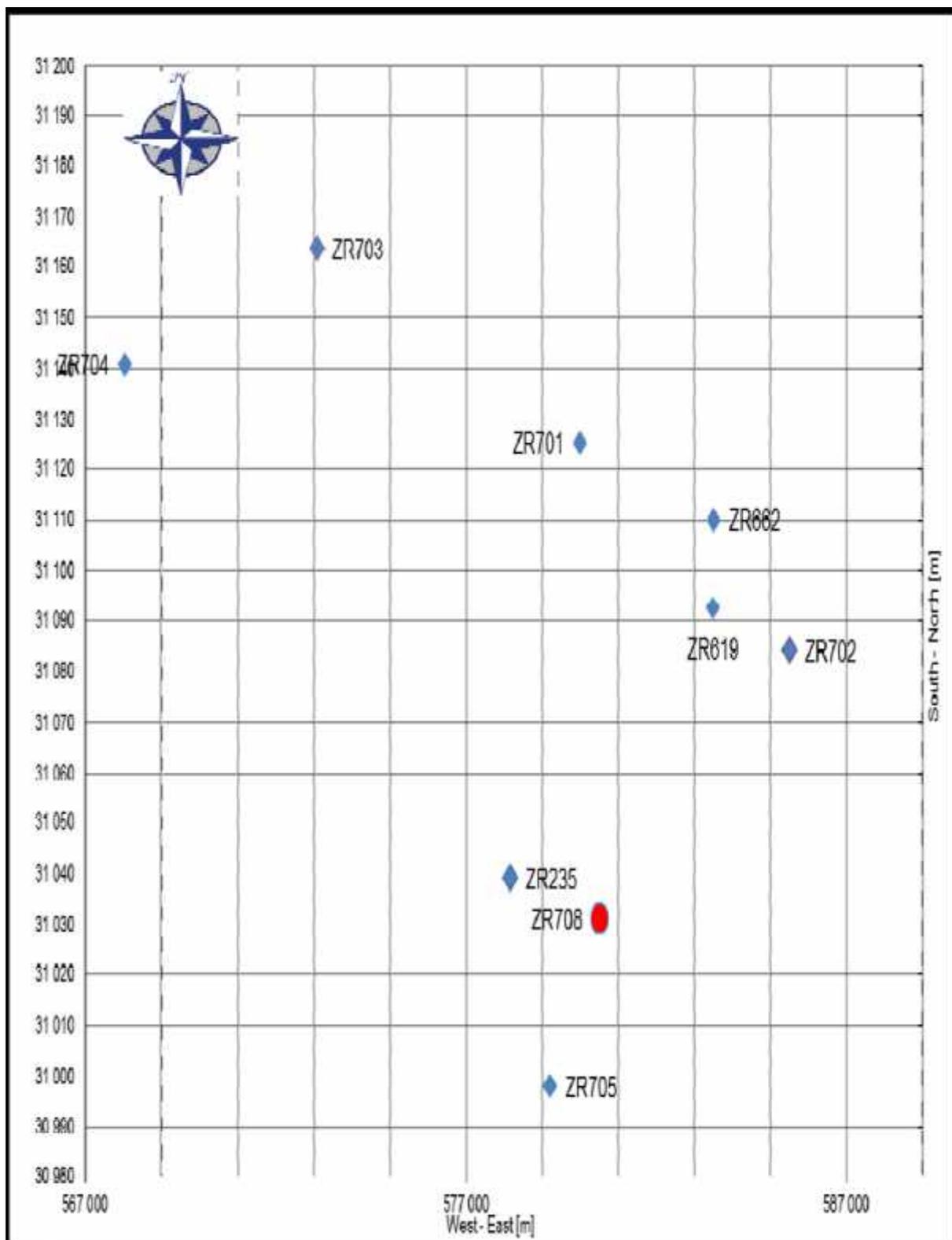


Figure 1.2 : Plan de position du forage ZR-708 [5].

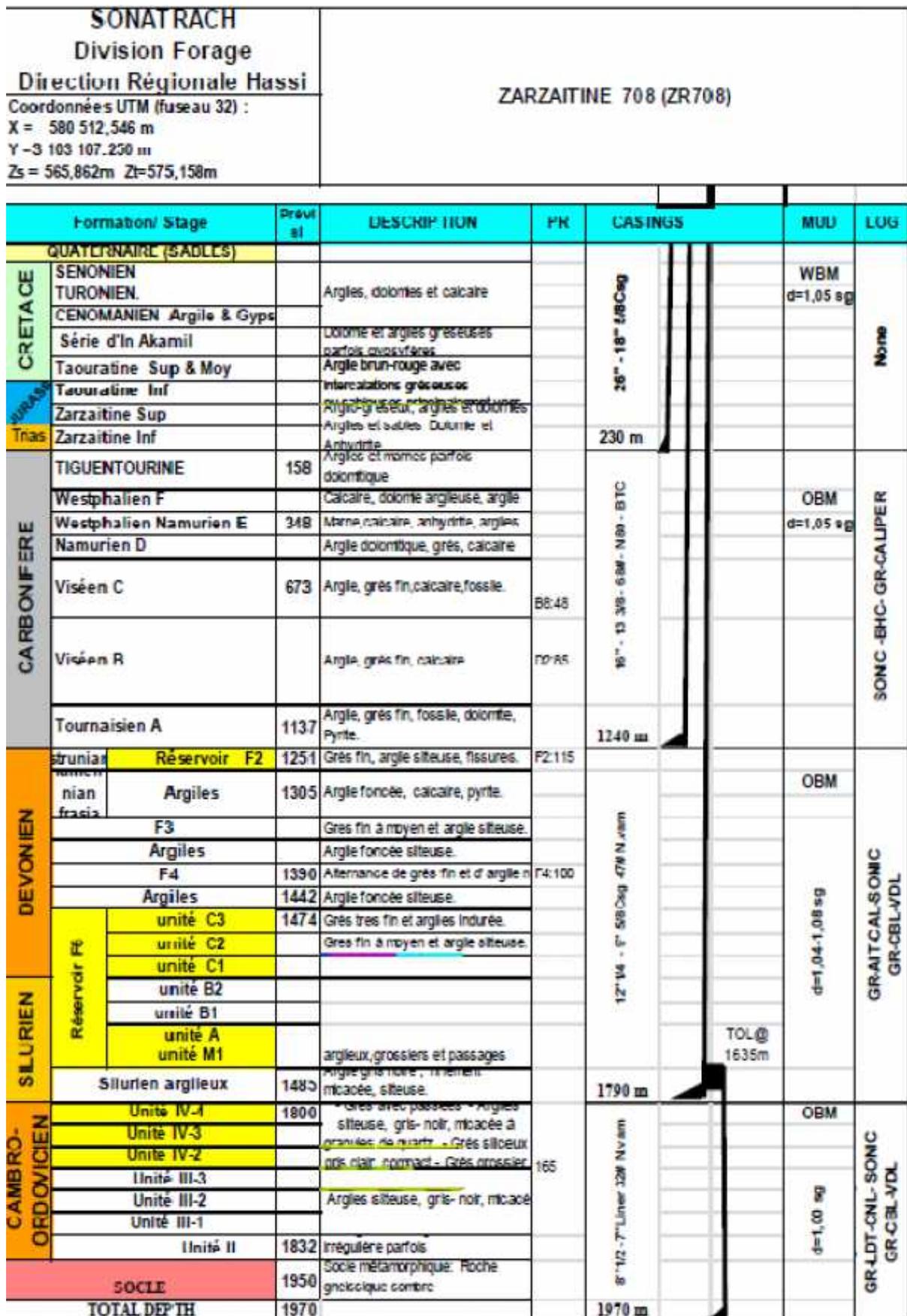


Figure 1.3 : Profil du puits ZR708 [7].

I.2.6- Situation géologique:

▪ *Sur le plan structural:*

Le champ de Zarzaitine se présente comme un vaste monoclinal, il est affecté par une faille d'orientation Nord-Ouest, dans le flanc Ouest. Le flanc Est se présente comme un vaste monoclinal simple à pendage faible.

▪ *Prévisions stratigraphiques:*

La série stratigraphique prévue d'être traversée par le forage ZR-705 est constituée par des formations d'âge paléozoïque, reposant en discordance majeure sur un socle souvent plissé de composition pétrographique variée, surmonté par les formations d'âge mésozoïque, reposant à leur tour en discordance sur le Paléozoïque. On distingue de haut en bas:

A- Mésozoïque

Le Mésozoïque est formé uniquement par la série de Zarzaitine inférieur, son épaisseur est de l'ordre de 205 m.

✓ **La série de Zarzaitine supérieur: De 0 à 156 m, d'une épaisseur de 156 m**

D'âge triasique, elle est constituée par des argiles plastiques bariolées, parfois sableuse, avec intercalations de sable blanc à jaunâtre, grossier à moyen.

B- Paléozoïque

Le Paléozoïque a une épaisseur moyenne de l'ordre de 1580 m et repose en discordance sur un socle métamorphique. Il est constitué essentiellement par des alternances d'argile et de grès, avec des niveaux carbonatés dans le Carbonifère de **156 à 1251 m sur une épaisseur de 1095 m**

On distingue de haut en bas:

✓ **La série de Tigentourine: De 156 à 346 m, d'une épaisseur de 190 m**

D'âge Stephano-autunien constitué par des argiles plastiques à indurées, multicolores, parfois sableuses, quelques bancs de marne et marno-calcaire, de grès dolomitique, avec prédominance des marnes et marno-calcaire vers la base.

✓ **Westphalien F/Namurien E: De 346 à 626 m, d'une épaisseur 280 m**

Il est formé par des calcaires ferrugineux, intercalés par des marnes. Alternance de marnes bariolées, gris verdâtre, brun rouge à blanchâtre, et de bancs de calcaire, gris beige à jaunâtre, rarement gréseux.

✓ **Namurien D: De 626 à 776 m d'une épaisseur 150 m**

Il est composé de série argilo-gréseuse, schisteuse, gris noir, parfois silteuse grise, fortement micacés et pyriteuse, alternant avec des bans de grès gris ou brunâtre.

✓ **Viséen C: De 776 à 952 m d'une épaisseur de 176 m**

Il s'agit d'argile gris foncé à noire, silteuse, fortement micacée, parfois marneuse, avec quelques petits bancs de grès fin blanc ou gris clair, légèrement calcaire et de niveaux argile-gréseux.

✓ **Viséen B: De 952 à 1137 m d'une épaisseur de 185 m**

Il est représenté par des séries grés-argileuse, beige à gris clair, légèrement calcaire, se présentant en bancs argilo-gréseux, à sédimentation confuse, séparés par des bancs d'argile schisteuse gris noir, finement gréseuse et micacée.

✓ **Tournaisien A: De 1137 à 1251 m d'une épaisseur de 114 m**

Il est constitué par des argiles compactes gris foncé à noire, avec des passées de grès blanc, fin à très fin parfois légèrement calcaire en bancs plus au moins épais, fermant des niveaux argilo-gréseux.

C- Le Dévonien: De 1251 à 1485 m d'une épaisseur de 234 m

Représenté de haut en bas par:

✓ **Le Strunien: De 1251 à 1305 m d'une épaisseur de 54 m**

Il s'agit du réservoir F2, formé essentiellement par des alternances de niveaux argilo-gréseux à sédimentation très confuse, avec argile noire, compacte, schisteuse, micacée et des bancs de grès argileux fin à moyen, ou siliceux fin, plus ou moins consolidés.

✓ **La série argileuse supérieure & inférieure: De 1305 à 1390 d'une épaisseur de 85m**

La série argileuse supérieure est d'âge famennien et est constituée par des argiles schisteuses gris foncé, fortement micacées, parfois indurée.

La série argileuse inférieure est d'âge frasnien et est composée d'argiles indurées feuilletées, noires, micacées, silteuses avec traces de grès à ciment siliceux.

✓ **L'Emsien: De 1390 à 1442 m d'une épaisseur de 52 m**

Il s'agit du réservoir F4, formé essentiellement par un complexe argilo gréseux, intercalé par des bancs gréseux gris brunâtre.

✓ **Les argiles intermédiaires: De 1442 à 1474 m d'une épaisseur de 32 m**

D'âge Emsien, constituées par des argiles gris foncé à gris bleuté schisteuse, faiblement micacée, avec petites intercalations de grès fin, siliceux, gris clair.

✓ **Le Silurien: De 1474 à 1800 m d'une épaisseur 326 m**

Composé de haut en bas par:

✓ **Les unités M: De 1474 à 1485 m d'une épaisseur de 11 m**

D'âge pridolien-ludlowien (Silurien), constituées par un complexe argilo gréseux compact à induré et noir schisteux et pyriteux, parfois finement sableux, avec nombreuses et fines intercalations de grès fin beige, siliceux, rarement calcaire.

D -Le Silurien Argileux: De 1485 à 1800 m d'une épaisseur 315 m

D'âge wenlockien-llandvérien, composé par des argiles noires, schisteuses, silteuses micacées avec quelques fines intercalations argilo-gréseuses.

E-L'Ordovicien: De 1800 à 1832 m d'une épaisseur de 32 m

Représenté de haut en bas par:

✓ **L'unité IV-3 & IV-2: De 1800 à 1812 m d'une épaisseur de 12 m**

Il s'agit du toit du réservoir ordovicien, d'âge ashgil, représenté par un ensemble argilo-gréseux, formé par des grès argileux noir, moyen à grossier, à petits graviers, pyriteux, très compact, passant à un grès gris foncé argileux très fin

F-L'unité III-3: De 1832 à 1950 m d'une épaisseur de 118 m

D'âge caradoc-tremadoc, constituées par des grès fin, gris clair, siliceux, à tendance quartzitique, avec nombreuses tigillites de grès identique. Traces de pyrite.

G-Le socle: à 1950 m

D'âge infracambrien, constitué essentiellement par des roches granitiques altérées, de couleur verdâtre, où l'on distingue du quartz, des feldspaths plus ou moins kaolinisés, de la biotite. Trace de calcite.

H-La profondeur finale (TD) est prévue à 1970 m. [10]

Tableau 1.2: Corrélations du puits [10].

		ZR-1			ZR-12			ZR-708			
		Zs=	m		Zs=570,16m			Zs=565,862m			
		Zt=	m		Zt= 573,96m			Zt=575,162m			
Formation					Toit	Mur	sp.	Toit	Mur	sp.	DESCRIPTION
QUATERNAIRE (SABLES)											
CRETACE	SENONIEN										
	TURONIEN										Argiles, dolomites et calcaire
	CENOMANIEN Argile & Gypses										
	Série d'In Akamil										Dolomite et argiles gréseuses parfois gypsifères
	Tauratine Sup & Moy										Argile brun-rouge avec intercalations gréseuses
Alpide	Tauratine inf										ou sableuses principalement vers la base.
	Zarzaitine Sup				0	158	168	2	158	158	Argile-gréseuse, argiles et dolomites
Thas	Zarzaitine inf										Argiles et sables, Dolomite et Anhydrite.
CARBONIFERE	TIGUENTOURINE				168	348	180	158	348	190	Argiles et marne parfois dolomitique
	Wedphallen F										Calcaire, dolomite argileuse, argile
	Wedphallen Namurien E				348	628	280	348	628	250	Marne, calcaire, anhydrite, argiles
	Namurien D				628	778	160	628	778	150	Argile dolomitique, grès, calcaire
	Violen C				778	862	178	778	862	178	Argile, grès fin, calcaire, fossile
	Violen B				862	1137	185	862	1137	186	Argile, grès fin, calcaire
	Tournalden A				1137	1248	112	1137	1251	114	Argile, grès fin, fossile, dolomite, Pyrite
DEVONIEN	brunien	Réservoir F2	1106		1248	1308	64,6	1251	1306	55	Grès fin, argile silteuse, fissures.
	fenennien ou franien	Argiles	1160		1309	1388	85	1305	1390	85	Argile fossilifère, calcaire, pyrite.
		F3									Grès fin à moyen et argile silteuse.
		Argiles									Argile fossilifère silteuse.
		F4	1210		1388	1440	52	1380	1442	62	Alternance de grès fin et d'argile noire.
		Argiles	1240		1440	1472	32	1442	1474	32	Argile fossilifère silteuse.
		Réservoir F6									
SILURIEN		unité C3									
		unité C2									
		unité C1									
		unité B2									
		unité B1									
		unité A									
		unité M2									
	unité M1	1270		1472	1483	11	1474	1486	11	Grès très fin et argiles indurées	
	Silurien argileux	1288	317	1483	1798	315	1486	1900	315	Argile gris noir, finement micacée, silteuse.	
CAMBRO-ORDOVICIEN		Unité IV-4									- Grès avec passées - Argiles silteuse.
		Unité IV-3	1816		1798	1810	12	1800	1812	12	grès noir, micacé à granules de quartz -
		Unité IV-2			1810	1832	22	1812	1832	22	Grès silteux grès clair compact - Grès grossier poreux et perméable à
		Unité III-3 - Upper			1832	1882	50	1832	1882	50	
		Unité III-3 - Lower			1882	1960	68	1882	1950	68	
		Unité III-2									Grès grès clair, fin à moyen, quartzique
		Unité III-1									
	Unité II									Grès grossier à granulométrie irrégulière parfois microconglomératique.	
SOCLE					1950		> 20	1950		> 20	Socle métamorphique: Roche gneissique sombre
TOTAL DÉPTH			1750		1960			1970			

Tableau 1.3 : Tops réels des formations confirmées par le géologue

FORMATION	TOP
• ZARZAITINE INFERIEURE	• 12 m
• TIGUENTOURINE	• 158 m
• WEASTPHALIAN NAMURIEN	• 341 m
• VICEEN C	• 776 m
• VICEEN B	• 940 m
• TOURNAISIANA	• 1135 m
• SERIE ARGILEUSE SUPERIEURE	• 1290 m
• SILIRIAN/F6	• 1455 m
• SILURIAN ARGILEUSE	• 1496 m
• ORDOVISIAN IV	• 1800 m
• ORDOVICIAN III	• 1832 m
• SOCLE	• 1926 m

La géologie est la science de la terre qui nous donne la lithologie, la nature et le type des couches géologiques.

La mauvaise connaissance du terrain met le foreur dans une situation critique. Un bon foreur doit maîtriser la géologie des terrains peut éviter beaucoup des problèmes : les pertes, coincements, les venues...etc. Chaque couche géologique nécessite des paramètres adéquats (RPM, WOB, ROP, débit, pression...etc.).

Chapitre II

Généralité sur liner

II.1-Introduction:

Une colonne perdue (liner) est une colonne de tubage utilisée pour couvrir le découvert en-dessous d'un tubage existant ; sa hauteur s'étend depuis la cote de pose jusqu'à une certaine distance à l'intérieur de la colonne précédente.

Selon le cas, cette distance (overlap) est comprise entre 50 et 150 mètres. Dans ce chapitre on a exposé la composition d'une colonne de liner et les types de liner hydraulique et mécanique. [1]

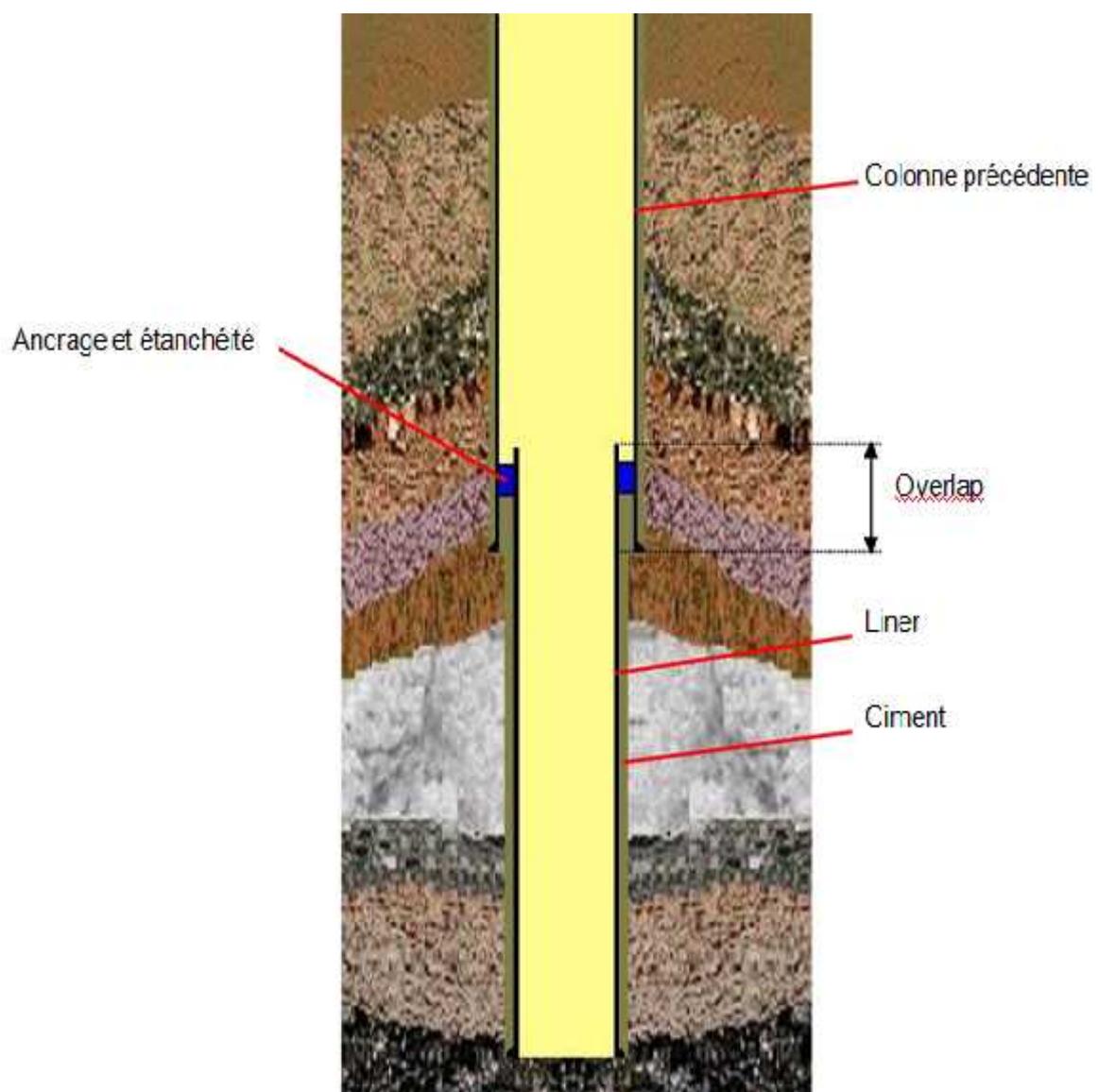


Figure 2.1 : Le liner [1]

II.2-Description du liner

II.2.1-Avantages du liner

Les principaux avantages d'un liner sont liés au nombre réduit de tubes. Ceci entraîne la réduction des coûts et des risques:

- ✓ une descente rapide, ce qui réduit les risques de coincement dus à l'arrêt de circulation.
- ✓ Coût réduit.
- ✓ Possibilité d'utiliser, après la descente du liner, une garniture de forage mixte (5" en haut et 3" 1/2 en bas), ce qui réduit la capacité de levage.
- ✓ Capacité de la tête de puits réduite.
- ✓ Temps de préparation de la colonne avant sa descente est réduite.
- ✓ Liner plus flexible qu'une colonne entière.
- ✓ Les pertes de circulation sont évitées par le fait que les pertes de charges annulaires sont réduites au niveau des tiges.
- ✓ Possibilité de complétion dans le tubage précédent si les équipements de complétion ne passent pas à travers le liner.

II.2.2-Inconvénients du liner :

Les principaux inconvénients sont :

- ✓ La suspension du liner dans le tubage est plus difficile que celui d'une colonne entière dans la tête du puits.
- ✓ Peu de colonnes sont exposées à l'effluent et si elles s'affaiblissent, il est obligatoire de compléter le liner par une colonne complète, ce qui nécessite la reprise du puits.

II.2.3-Utilisation des liners :

Le liner peut être utilisé pour couvrir une partie du découvert comme une colonne normale.

Il permet la poursuite du forage, ou couvrir le réservoir et le mettre en production (liner de production), mais il peut également être utilisé pour couvrir une partie détériorée d'un tubage (scab liner). Ce liner peut être cimenté ou isolé en haut et en bas par des packers.

On peut même utiliser un premier liner et, par la suite, lui raccorder un deuxième par l'intermédiaire d'un tie-back. [1]

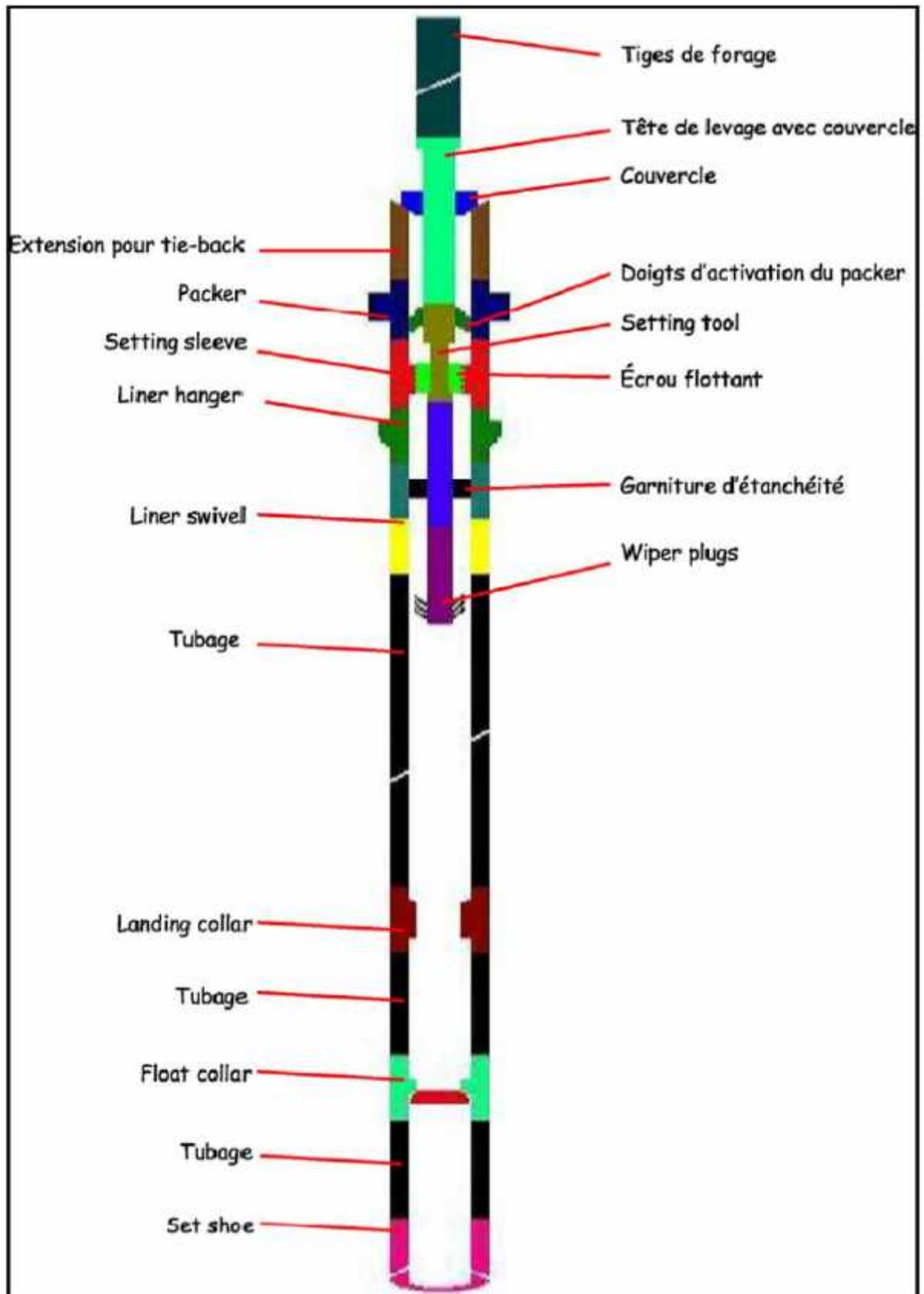


Figure 2.2 : Composition de liner 7" [4].

II.2.4-Les équipements permanents :

- **Sabot :**

Le sabot est l'extrémité inférieure de la colonne, utilisé pour faciliter la descente du tubage dans le trou, il est de forme arrondi.

Il existe plusieurs types de sabot :

- ✓ Sabot à canal qui permet la pénétration directe de la boue dans le tubage lors de la descente. (Figure.2.3-a)
- ✓ Sabot avec dispositif anti-retour permanent qui empêche le retour du laitier de ciment à la fin de la chasse et évite tout risque d'éruption par l'intérieur de la colonne. (figure.2.3-b)
- ✓ Sabot avec dispositif anti-retour transformable; ce sabot est de type à remplissage automatique (automatic fill-up shoe), ou différentiel (Differential fill –up shoe)
- ✓ Sabot à bille. (figure.2.3-c)

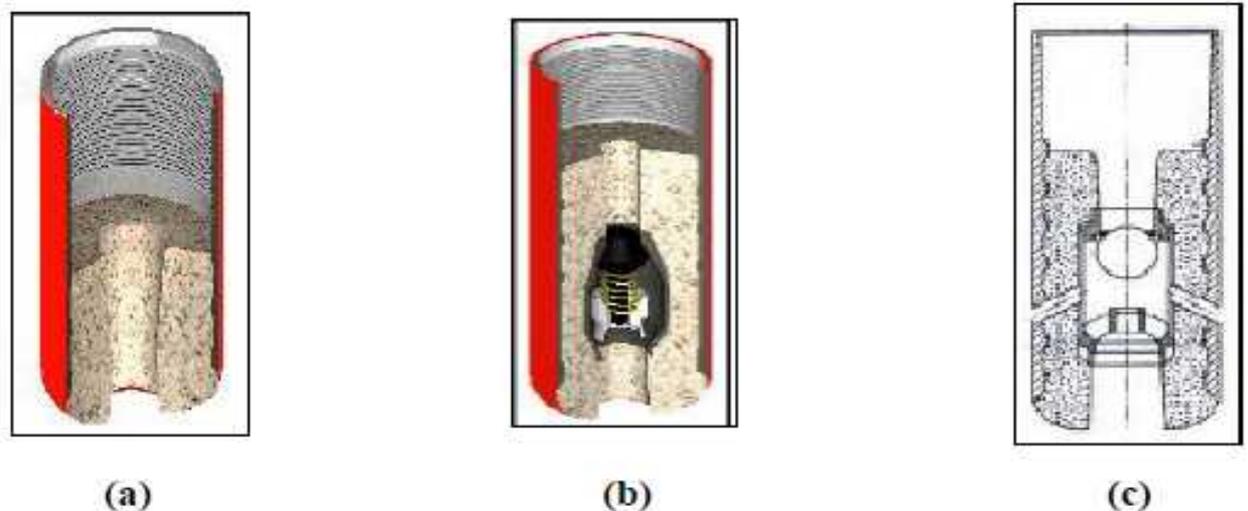


Figure 2.3 : Types des sabots [1]

- **Anneau (landing Collar)**

Positionné à un ou deux joints du float collar, il sert à retenir la bille et son siège après leur éjection, ainsi que les wiper plugs avec les pump down plugs.

Le landing collar possède une chemise évasée sur laquelle vient se poser le wiper plug de tête, et un système qui le verrouille en translation et en rotation.

Le verrouillage en translation évite au wiper plug de remonter dans le cas où les clapets anti-retour du sabot et du float collar ne retiennent pas le back-flow à la fin de la cimentation,

et le verrouillage en rotation empêche le wiper plug de tourner pendant le reforage des équipements de cimentation.

Le landing collar possède également une extension perforée destinée à recevoir la bille et son siège après leur éjection.

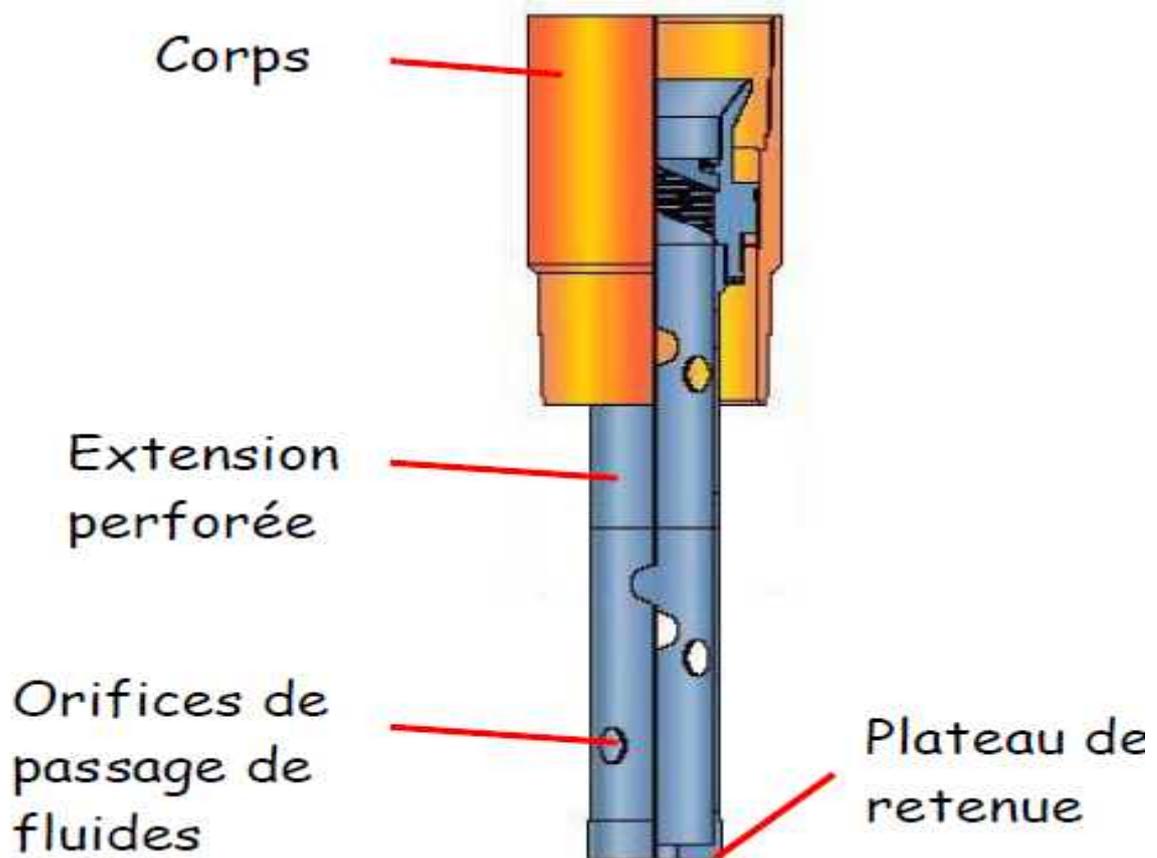


Figure 2.4 : Landing collar [1]

- **Le joint rotatif (liner swivel) :**

Il permet la rotation du liner tout en gardant le haut immobile ou vice-versa. Il se place sous le liner hanger, il permet au liner de ne pas tourner facilement (risque d'ancrer le hanger plus haut), ainsi le déverrouillage du hanger, il est utilisé surtout dans le cas d'un liner long ou dans le cas d'un puits ayant beaucoup de frottement.

- **liner hanger :**

C'est un dispositif de suspension de liner dans le casing précédent et par conséquent doit supporter le poids du liner. Il comporte :

Un tube dont lequel est fixé le téton de verrouillage et terminé à sa partie supérieur par un cône d'ancrage.

Un système d'ancrage placé autour du tube, celui-là comprend un centreur relié à trois ou quatre coins d'ancrage et un crochet à gauche; ce crochet verrouille le système par le béton.

Il existe un ou deux ou trois jeux entre ses coins permettant un meilleur passage de la boue et assurent une meilleure répartition de la charge.

Durant la descente, ces coins sont maintenus en position rétractée et l'ancrage du hanger consiste à les faire glisser sur un porté conique, qui les pousse vers l'extérieur et les applique contre les parois du casing précédent.

L'ancrage peut être, selon les constructeurs, mécanique ou hydraulique; le choix du système d'ancrage se fait en fonction de la nature du liner et du puits.

On distingue deux types de liner hanger :

- ***Liner hanger hydraulique :***

L'ancrage de ce hanger s'effectue sous l'action de l'augmentation de pression à l'intérieur du liner.

D'abord il faut envoyer la bille d'ancrage par l'orifice prévu sur la tête de cimentation jusqu'au Landing Collar, puis on augmente la pression jusqu'à atteindre une certaine valeur.

La chemise porte-coins est retenue par des goupilles de cisaillement tarées à une certaine valeur de pression, pour la faire coulisser, il faut atteindre la pression de tarage des goupilles pour les cisailier avant (pendant la descente). Le cisaillement des goupilles est observé en surface par un à-coup de pression.

A ce moment-là, il suffit de poser rapidement le poids du liner sur les chiens de hanger pour les aider à glisser entre le tubage et le cône. Après avoir posé tout le poids du liner, on pose un poids supplémentaire pour compenser les forces hydrauliques créées sur l'outil au moment de la montée.

Pour améliorer le déplacement des fluides, il est préférable que le liner soit rotatif.

- ***Liner hanger mécanique :***

C'est un liner qui s'ancre par rotation et un mouvement longitudinal (translation), il comporte une porte-coins munis de ressort de friction dans laquelle est usinée une rainure, le corps comporte un ergot qui se déplace dans cette rainure.

Pour l'ancre, il suffit de tirer vers le haut et faire glisser le corps du hanger, alors que la cage reste immobile grâce aux ressorts de friction qui s'appliquent contre le tubage. En tournant le liner à gauche et en posant le poids de 5 à 10 tonne, l'ergot suit le chemin des rainures et le corps glisse sous les coins d'ancrage de la chemise et les applique contre le tubage.

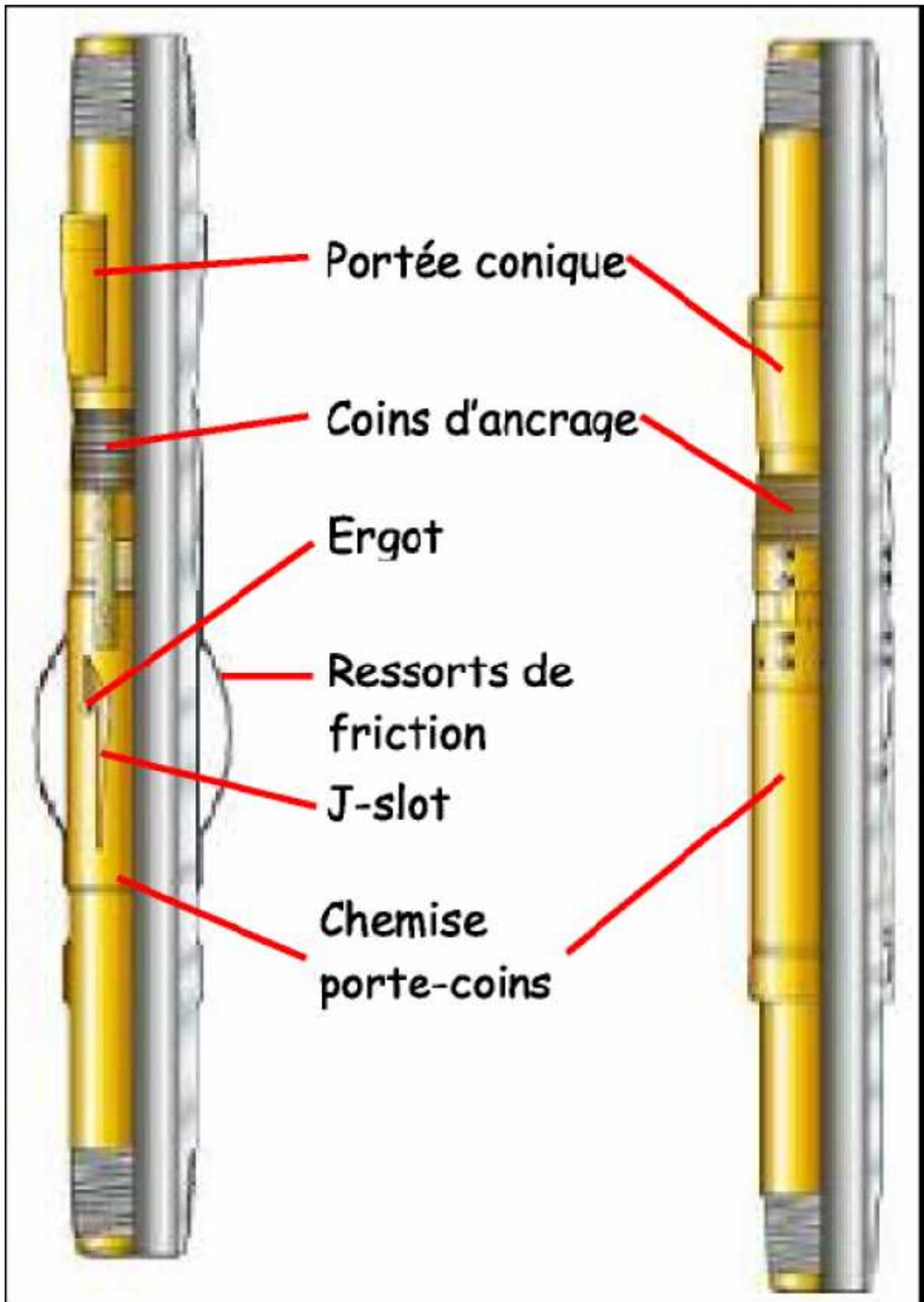


Figure 2.5 : Liner hanger mécanique et Liner hanger hydraulique [1].

- **Liner packer (optionnel) :**

Il est utilisé dans le but de renforcer l'étanchéité derrière le liner, au dessus du ciment. Ce packer est constitué d'un métal de très faible dureté, couvert d'une couche de caoutchouc, pour le gonfler.

Il existe des packer qui gonflent par rotation.



Figure 2.6 : Liner packer [1].

II.2.5-Les équipements opérationnels :

- **Setting Tool (outil de pose):**

Il sert à transporter le liner au fond du puits, à ancrer le liner et se libérer au préalable avant toute opération de cimentation.

Le mécanisme de libération est hydraulique avec en secours un système de libération mécanique d'urgence.

L'outil porte tout le poids du liner sur un collier d'assemblage sans filetage qui ne peut se libérer et lâcher le liner pendant la descente dans le puits. [4]

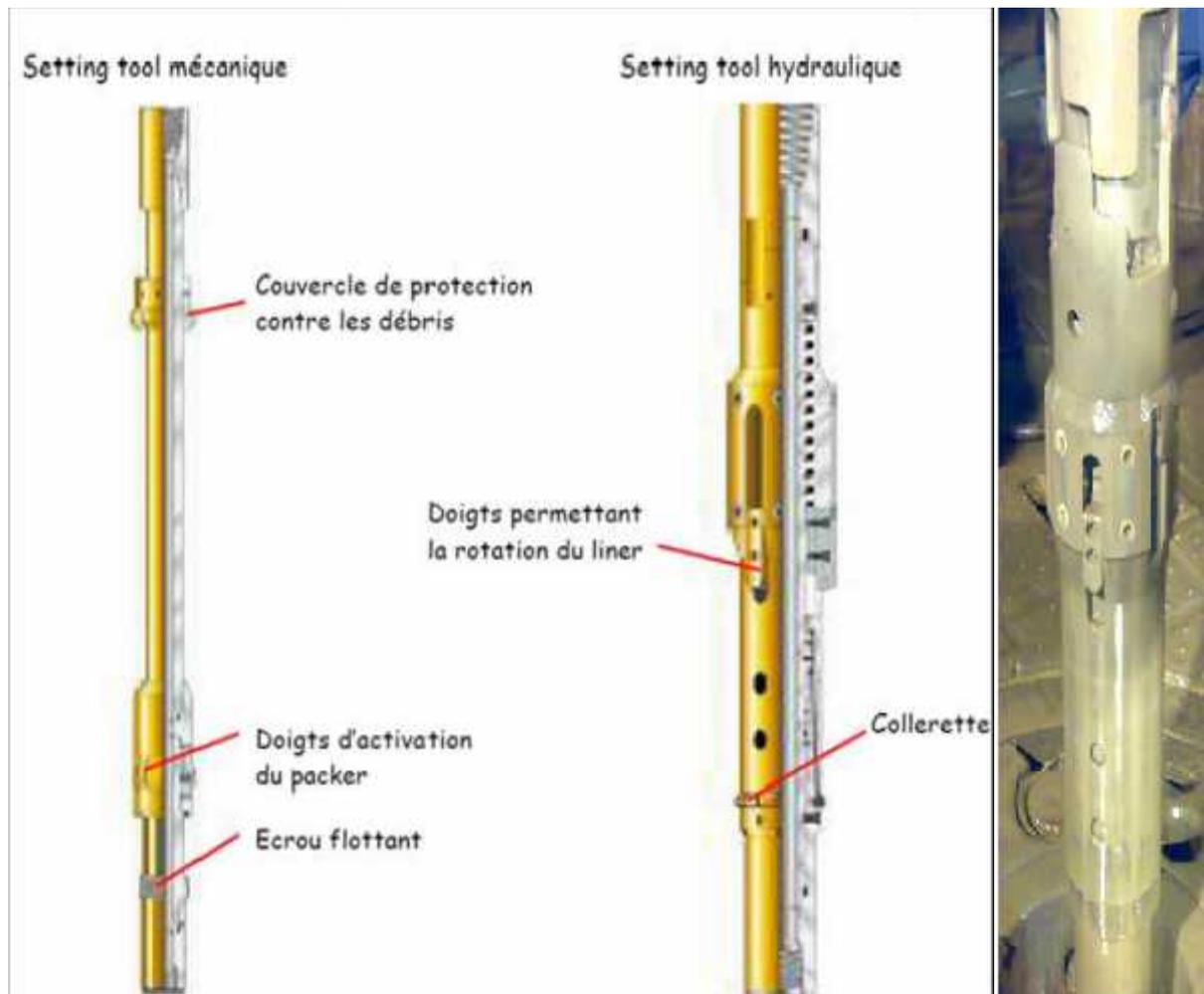


Figure 2.7: Setting Tool [4].

- **Setting Sleeve (manchon de pose):**

Cet outil est vissé à la tête du liner. Ce dispositif sert à la connexion de ce dernier aux tiges de forage par l'intermédiaire de l'outil de pose. Par conséquent, il doit être capable de supporter tout le poids du liner avant son ancrage. Il sert également de point d'appui pour permettre le gonflement du packer, en posant du poids avec les tiges.

La connexion entre l'outil de pose et ce manchon est assurée par un filetage carré femelle, généralement à gauche (il peut être à droite, selon le type).

Il peut être surmonté d'une extension PBR (Polish Bore Réceptacle) d'une longueur qui peut aller jusqu'à 6 mètres et reçoit le tail-back d'une colonne de tubage supplémentaire. Le setting sleeve et l'extension PBR peuvent être en une seule pièce.

- **Double inverted swab-assembly:**

C'est une double garniture qui fait l'étanchéité, soit sur le liner quand-t-on place un tubing dans le tail-pipe, soit sur le tube intérieur du packer quand il n'y a pas de tubing, cette garniture oblige le fluide (boue ou ciment) à descendre dans le liner.

- **Wiper Plug :**

C'est un bouchon percé en son centre et fixé au Swab-assembly par une goupille de cisaillement, lorsque le pump down plug est envoyé en fin de cimentation, il vient s'appuyer sur le wiper plug en bouchant son orifice centrale.

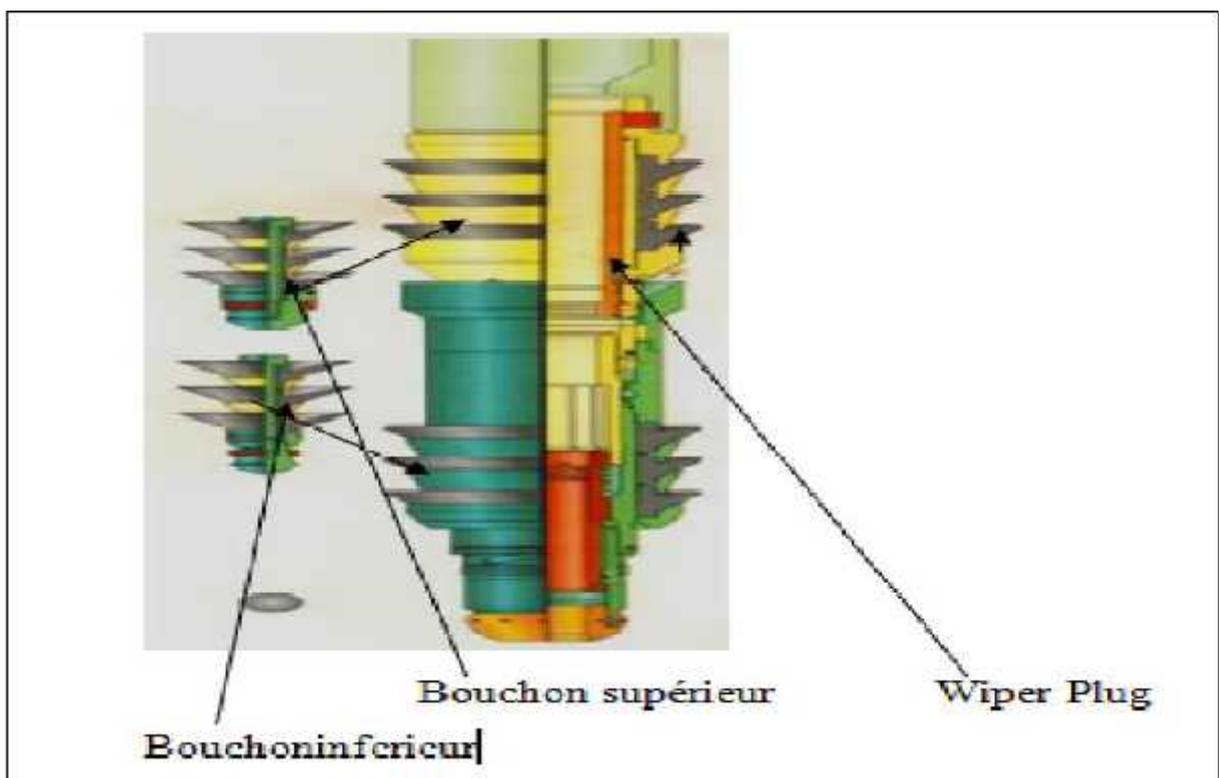


Figure 2.8: Wiper Plug et les deux Bouchon [1].

- **Chemise de pose :**

Elle est munie à l'intérieur d'un filetage carré à gauche, ou vient se poser l'outil de pose.

- **PBR (Polish Bore Réceptacle) avec Tail-Back :**

Ils font un joint coulissant très étanche très résistant à la pression et à la température qui permet pour les producteurs un raccordement du liner très facile, leur utilisation est multiple en fonction du type de complétion.

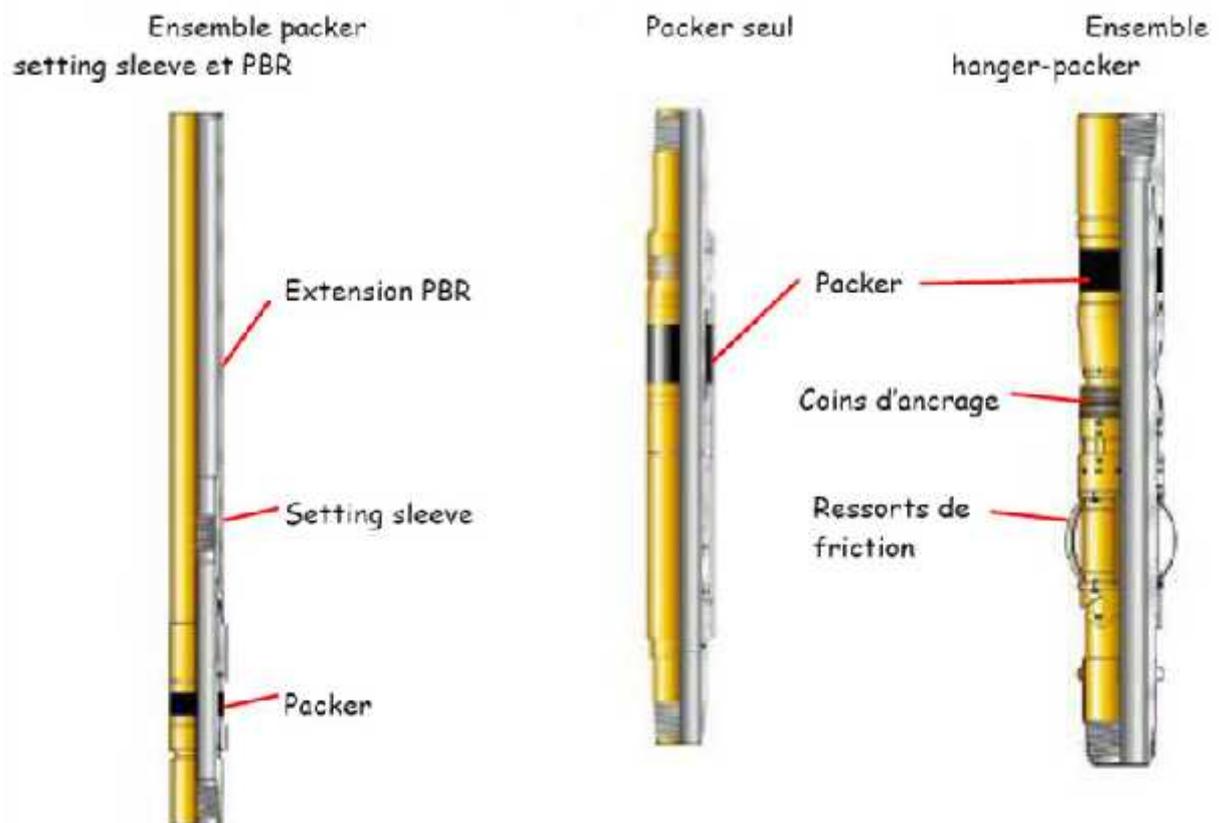


Figure 2.9: Setting sleeve avec PBR [1].

- **Bumper Sub :**

Placé au-dessus du Setting Tool, il permet de placer facilement le point neutre de la garniture au joint de sécurité, facilitant ainsi le dévissage de celui-ci.

II.2.6-Les équipements de surface :

- **Down plug :**

C'est un bouchon plein qui réalise une séparation entre le laitier de ciment et la boue destinée à chasser ce laitier à sa place définitive dans l'annulaire, son emploi est indispensable, il évite la contamination du laitier par la boue et fait connaître la fin de l'opération de cimentation par un à-coup de pression lorsque le bouchon se pose sur l'anneau de retenue.

- **Tête de cimentation :**

Ce manifold a plusieurs sorties et plusieurs entrées il se visse sur les tiges de forage.

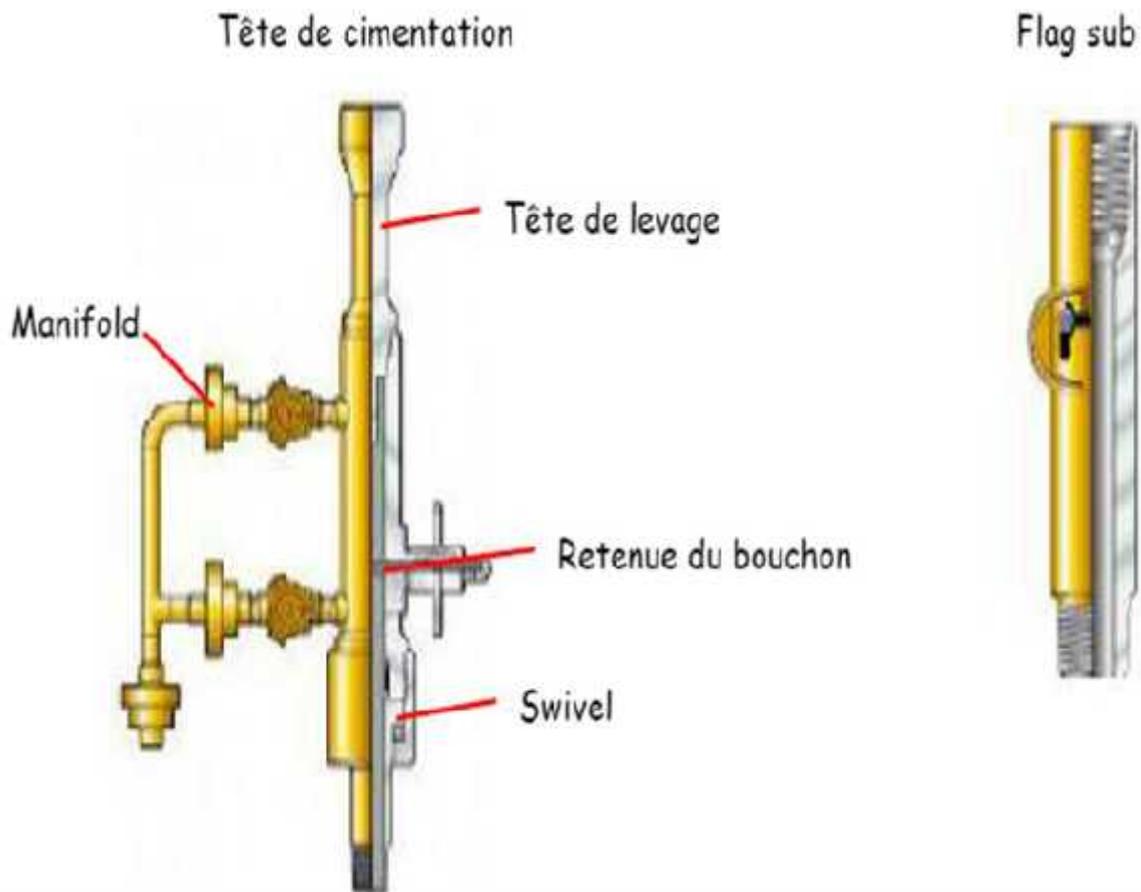


Figure 2.10 : La tête de cimentation (à droite) et le flag sub (à gauche) [1].

II.3-Habillage du liner :

Comme une colonne normale, un liner peut comporter des centreurs et des gratteurs de parois.

Pour les puits très déviés et horizontaux, on utilise des centreurs rigides à lames spiralées, qui présentent l'avantage de maintenir un espace suffisant dans l'annulaire entre le liner et la partie basse du trou, ce qui facilitera le déplacement de la boue par le laitier de ciment.

Ces centreurs, sont placés sur le corps du tube entre deux stop collars. Le programme d'habillage dépend du profil du puits.

La forme spiralée des lames permet de créer une turbulence pendant la mise en place du laitier.

Le diamètre extérieur des centreurs est égal au diamètre du trou diminué de (1/4)". [4]

II.4-Conclusion

La colonne perdue comporte quelques équipements différents que la colonne entier, avant d'entamer l'opération de descente et cimentation de liner il faut bien assurer que toutes les équipements sont en bon états surtout le liner hanger et leur cônes pour obtenir un meilleur ancrage de liner dans la colonne technique précédente.

Chapitre III

Procédure de descente
et cimentation de liner
du puits ZR708

III.1-Introduction :

Un liner nécessite des étapes bien suivies pour assurer sa descente dans le puits et obtenir un meilleur ancrage de liner hanger. Au cour de l'opération de cimentation on doit respecter la procédure de cimentation et faire un calcul précis pour le top d'ancrage, et suivre le retour de boue et de ciment dans l'espace annulaire.

III.2-Procédure de descente, suspension et cimentation du liner 7"

III.2.1-Descente du liner :

- Descendre le set shoe, le float collar, le landing collar et les tubes au-dessus du landing collar en les vissant au Bakerlock ou Tubelock.
- Mettre la tête de circulation et circuler pour vérifier que le set shoe, le float collar et le landing collar ne sont pas bouchés.
- Descendre le liner en remplissant tous les 5 joints maximum, tout en respectant la vitesse de descente et en vérifiant que les centreurs sont installés conformément au programme. Au dernier tube, remplir complètement le liner.
- Mettre en place le wiper plug au bout du setting tool et visser l'ensemble setting tool/top liner sur les tubes.
- Si la suspension est mécanique, faire un essai de fonctionnement des coins, vérifier que chaque coin se positionne sur son cône, verrouiller le mécanisme en position de descente. Le blocage de l'écrou flottant se fait avec la clé à chaîne.
- Descendre l'ensemble et poser sur cale, en utilisant éventuellement une tige courte.
- Mettre en place la tige d'entraînement ou le top drive et circuler le volume intérieur du liner, sans dépasser 70% de la pression d'ancrage du liner, si le hanger est à ancrage hydraulique, ou, dans le cas d'un liner mécanique, à 500 l/mn, noter le débit et la pression et s'assurer de la bonne étanchéité au niveau du setting tool.
- Remplir l'espace entre le setting sleeve et le setting tool par la boue ou l'eau, pour empêcher les débris de s'y déposer et rendre le relâchement du setting tool difficile.
- Enlever la cale et noter le poids du liner vers le haut et vers le bas.
- Descendre avec les longueurs de tiges stockées, tout en manœuvrant lentement lors du passage du hanger au niveau des BOP et de la tête du puits. Il est recommandé de mettre un essuie-tiges pour éviter toute chute d'objets dans le puits.
- Bloquer la table de rotation et le crochet du moufle mobile, utiliser une clef de retenue durant la descente pour éviter la rotation du liner, ce qui peut entraîner l'ancrage accidentel du hanger.

- Remplir toutes les 5 longueurs maximum, ceci est particulièrement nécessaire si le setting tool comporte des swab-cups, qui ne supportent pas une pression extérieure importante.
- Au dernier tubage: circuler le volume des tiges (sans dépasser 70 % de la pression d'ancrage du hanger s'il est hydraulique) et noter les débits et pressions, noter aussi le poids vers le haut et vers le bas.
- Descendre le liner dans le découvert tout en respectant la vitesse préconisée, pour éviter les pertes.
- Pour gagner le fond, on peut, si nécessaire, tourner et circuler sans dépasser le couple maximum et 70% de la pression d'ancrage du hanger s'il est hydraulique. [3]

III.2.2-Ancrage du hanger :

- ✓ Mettre la tête de cimentation avant de toper le fond, puis démarrer la circulation progressivement, tout en manœuvrant vers le haut pour éviter le pistonnage. Ne pas oublier de limiter la pression de circulation si le hanger est à ancrage hydraulique.
- ✓ Mesurer les poids vers le haut et vers le bas.
- ✓ Topper le fond en circulation, puis dégager et faire un repère sur la tige au niveau de la table de rotation dès qu'on reprend tout le poids vers le haut.
- ✓ Continuer la circulation tout en manœuvrant la garniture sur quelques mètres.
- ✓ Si le liner est rotatif, démarrer la rotation progressivement dès que la circulation est établie, de préférence en cours de descente. Surveiller le couple et arrêter la rotation s'il tend à dépasser sa valeur maximale.
- ✓ Surveiller le retour de la boue pour détecter d'éventuelles pertes ou venues.
- ✓ Circuler au minimum un cycle tout en conditionnant la boue si nécessaire, jusqu'à ce que le puits soit propre.
- ✓ Arrêter la rotation progressivement en évitant le retour de la table.
- ✓ Procéder à l'ancrage du liner le plus bas possible, pour que le stinger ne sorte pas de son étanchéité, si le liner glisse jusqu'au fond du puits. Le hanger doit être ancré dans le corps du tubage et non sur le manchon.

Si le hanger est à ancrage mécanique :

- Remonter de 2 m environ par rapport à la marque faite auparavant.
- Tourner 1 à 2 tours/1000m à gauche (ou à droite selon le cas).
- Puis maintenir le couple avec les clés de forage ou le top-drive.
- Poser rapidement 30 à 40 cm tous en maintenant le couple pour ancrer le hanger.

- Poursuivre cette opération sur 1 à 1.5 m jusqu'au moment où l'on obtient la pose (perte de poids au MD).
- Recommencer l'opération plusieurs fois si nécessaire si le hanger s'ancre, poser rapidement le poids du liner, augmenter de 5 à 10 tonnes, dégager pour reprendre le poids des tiges dans la boue, poser 1 tonne et faire un repère.
- Poser sur les cales, enfoncer à la masse dans la table de rotation, tourner lentement à droite (ou à gauche, selon le cas) à la table, au moins 2 fois le nombre de tours compté au vissage en surface, dégager pour vérifier que le setting tool est relâché, sans sortir le stinger de son étanchéité.
- Une fois le poids du liner perdu, reposer ± 10 tonnes sur le liner, et garder ce poids durant toute la cimentation pour garder l'étanchéité.

Si le hanger est à ancrage hydraulique :

- ✓ Remonter de 2 m par rapport à la marque faite auparavant (liner au fond).
- ✓ Lancer la bille et pomper à 500 l/mn.
- ✓ Lorsqu'elle arrive sur son siège, monter en pression et la maintenir à la pression d'ancrage du hanger.
- ✓ Lorsqu'on constate l'ancrage (à-coup de pression), poser rapidement ± 10 tonnes pour bien ancrer le hanger.
- ✓ Libérer le setting tool, puis dégager pour vérifier qu'il est relâché, sans sortir le stinger de son étanchéité.
- ✓ Reposer ± 10 tonnes sur le liner, et garder ce poids durant toute la cimentation pour garder l'étanchéité.
- ✓ Monter en pression pour cisailer le shear out ball sub.
- ✓ Circuler quelques instants pour s'assurer que le passage est libre. [3]

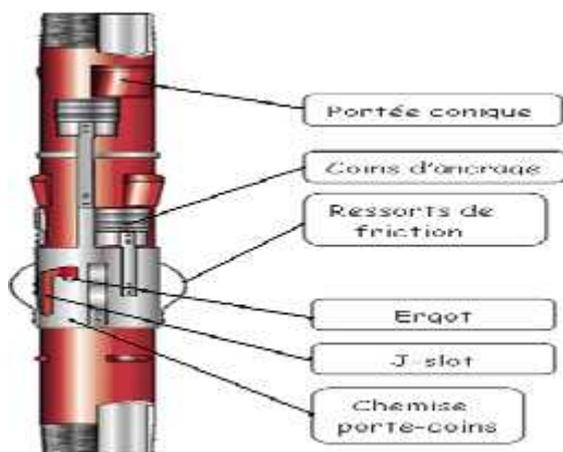


Figure 3.1 : liner hanger mécanique [1].

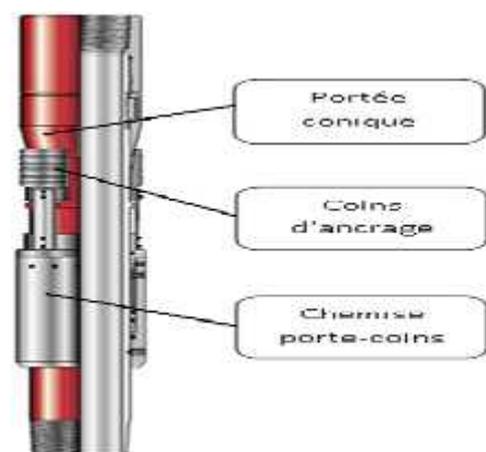


Figure 3.2 : liner hanger hydraulique [1].

III.3-Cimentation du liner :

- Démarrer progressivement la circulation, si le liner est rotatif, démarrer la rotation progressivement sans dépasser le couple maximal.
- circuler tout en conditionnant la boue, en s'assurant qu'il n'y a pas de fuite et en surveillant le retour pour détecter d'éventuelles pertes ou venues, fermer la vanne à l'entrée de la tête de cimentation et tester la conduite de cimentation.
- ouvrir la vanne à l'entrée de la tête de cimentation et injecter le spacer et le preflush, injecter le laitier, larguer le pump down plug, le chasser avec l'unité tout en mesurant le volume de chasse avec les bacs de l'unité de cimentation.
- réduire le débit de pompage avant que le pump down plug n'arrive sur le wiper-plug.
- Un à-coup de pression doit alors être observé, poursuivre la chasse jusqu'à atteindre le volume théorique en réduisant le débit de pompage sur le dernier m³, si l'à-coup de pression de fin de chasse ne se produit pas, limiter la chasse supplémentaire à la moitié du volume.
- compris entre l'anneau et le sabot, si l'à-coup de pression de fin de chasse a eu lieu, augmenter la pression jusqu'à atteindre la valeur de test du liner.
- purger en mesurant le volume retour, puis faire le bilan des pertes éventuelles. [3]

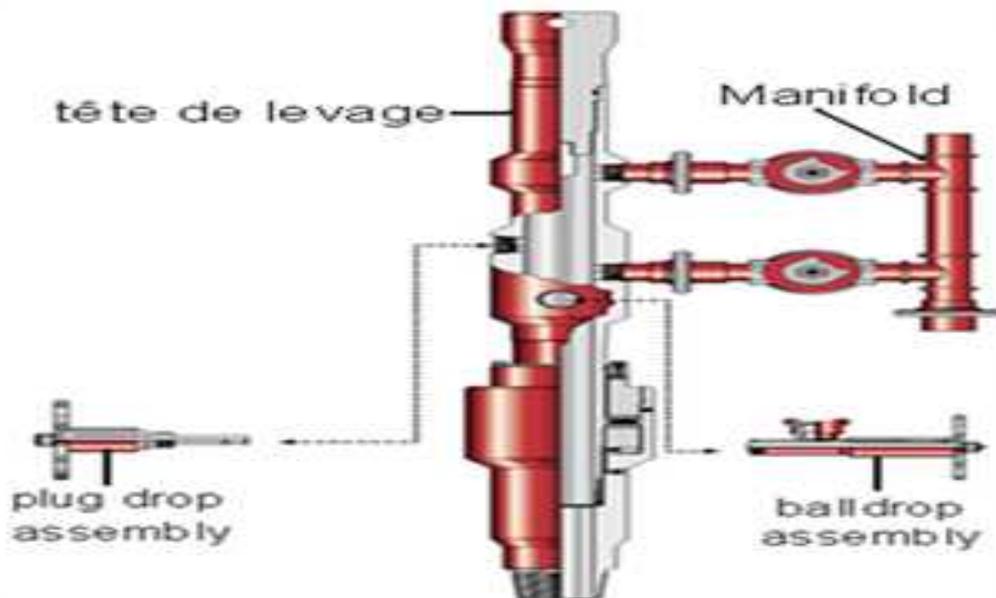


Figure3.4: Tête de cimentation [4].

III.4-Activation du packer :

Si le liner comporte un packer et si la cimentation s'est déroulée sans incidents (au moins 50%, de l'overlap est cimenté), une fois la chasse et le test de la colonne terminés, procéder à son activation suivant les instructions de l'opérateur liner.

Au cas où l'opération de cimentation n'a pas réussi, il est recommandé de ne pas activer le packer afin de permettre une restauration de la cimentation. [3]

III.5-Contrôle du casing et du liner :

Parfois, le ciment en cours de prise reste dans le casing ou le liner, et risque de coincer les tiges, afin d'éviter ce problème, il est recommandé de descendre l'outil (qui servira au forage de la phase suivante) pour contrôler les colonnes après la remontée du setting tool. Descendre l'outil jusqu'à quelques mètres de la côte de circulation inverse, attendre la prise de ciment, puis continuer la descente en circulation et rotation. [3]

III.6- Les incidents

III.6.1-Coincement durant la descente du liner :

- Mettre en circulation très lentement en manœuvrant la garniture à très petite vitesse, dès que la circulation est rétablie, augmenter progressivement le débit en surveillant la pression, qui ne doit pas atteindre la pression d'ancrage du hanger s'il est à activation hydraulique.
- Manœuvrer sans arrêt, très lentement, jusqu'à libération du liner. Circuler au moins un cycle en observant la remontée des déblais.

III.6.2-Pertes de circulation :

- ✓ Si les pertes sont partielles, il est recommandé de continuer les opérations d'ancrage et de cimentation en majorant le volume du laitier.
- ✓ Si les pertes deviennent plus importantes, il faut les colmater par l'emploi de colmatants non fibreux (CaCO₃), puis procéder à la suite des opérations d'ancrage et de cimentation.
- ✓ S'il devient impossible de colmater ces pertes, remonter le liner lentement en remplissant en continu.

III.6.3-Ancrage accidentel :

Si hanger à ancrage mécanique :

Le liner a tourné en cours de descente , dégager le poids des tiges dans la boue, bloquer la table de rotation et le crochet du moufle mobile, puis remonter lentement en tournant lentement à la clé à chaîne, 2 ou 3 tours à droite pour ré-verrouiller le hanger.

Si hanger à ancrage hydraulique :

Cet incident ne peut être du qu'à une descente trop rapide et un arrêt brutal qui ont provoqué une surpression dans le liner, suffisante pour cisailer les goupilles de retenue des coins, il ne reste qu'à remonter, remplacer le hanger et redescendre.

III.6.4-Difficultés d'ancrage du hanger :

Hanger mécanique : ceci peut être causé par :

- ✓ Coins mal adaptés, mal nettoyés ou cassés.
- ✓ Système de verrouillage usé par frottement pendant la descente.
- ✓ Couple de rotation non retransmis au hanger à cause de la déviation ou des frottements.
- ✓ Blocage du swivel alors que le liner n'est pas libre en rotation.
- ✓ Manœuvre d'ancrage pas assez rapide pour éviter un glissement des coins.
- ✓ Le fonctionnement du système n'a pas été testé avant la descente.

Si ce cas se présente, il faut répéter l'opération d'ancrage plusieurs fois, après avoir effectué une circulation si nécessaire.

Si le résultat est toujours négatif et avec l'accord de la hiérarchie, il est possible de poser le liner au fond sans l'ancrer, si cela ne présente pas des problèmes d'écrasement des tubes situés en bas (cas d'un liner lourd dans un puits vertical) ou des problèmes de cimentation.

Hanger hydraulique : ceci peut être causé par :

- mauvais tarage des goupilles de retenue de la chemise porte-coins.
- la bille n'est pas arrivée sur son siège.
- bouchage des orifices de passage de la boue vers le piston.

Dans tous les cas, il faut augmenter la pression par paliers de 200 psi maintenus plusieurs minutes, sans dépasser 80 à 85% de la pression de cisaillement du siège de la bille.

Si on remarque qu'il y a le retour de la boue, ceci explique que le siège de la bille s'est éjecté avant l'ancrage du hanger, parce que les goupilles qui le retiennent sont mal tarées.

Dans ces cas, il faut cimenter sans désengager le setting tool, et le liner sera ancré à l'à-coup de pression en fin de la chasse du ciment.

III.6.5-Glissement du hanger :

Les coins glissent dans le tubage parce qu'ils sont mal adaptés, la manœuvre d'ancrage est trop lente, ou l'ancrage se fait dans un joint de tubage, ce qui casse les coins.

Dans ce cas, si possible et avec l'accord de la hiérarchie, il faut poser le liner sur le fond.

Le glissement peut se faire après dévissage du setting tool, à cause de la rupture des coins, leur mal adaptation, ou un ancrage mal fait, peut être par manque de poids.

Cet incident peut entraîner la chute du liner jusqu'au fond, ce qui écraserait les tubes de la partie basse, surtout si le liner est lourd, ce serait moins grave si le sabot n'est pas très loin du fond (la hauteur est inférieure à celle du stinger).

Si la chute est constatée avant la cimentation, il faut raccorder le setting tool et remonter le liner.

III.6.6-Impossibilité de désengagement de l'outil de pose :

- Cet incident peut être du au dépôt de déblais sur l'écrou flottant du setting tool, ce qui nécessite la remontée du liner.
- Quelquefois, cet incident peut survenir si le liner est léger. Si c'est le cas, le poser sur le fond en appuyant 5 à 6 tonnes pour dévisser l'outil de pose.
- Les liners légers doivent être dotés de hangers qui possèdent des coins dirigés vers le haut et d'autres dirigés vers le bas, pour empêcher le déplacement dans ces deux sens.

III.6.7-L'à-coup de pression n'a pas eu lieu lorsque le pump down plug arrive sur

le wiper plug :

Ceci peut être du au :

- ✓ mauvais tarage des goupilles de cisaillement du wiper plug.
- ✓ débit trop élevé, ce qui masque l'à-coup de pression.
- ✓ le wiper plug est déjà dégoupillé pendant la circulation ou la cimentation.
- ✓ le pump down plug n'est pas parti.

Il faut continuer la chasse en se basant sur les calculs théoriques pour l'à-coup final.

III.6.8-L'à-coup de pression à la fin de chasse n'a pas eu lieu :

Ceci peut être du à :

- le pump down plug n'est pas largué.
- les pump down et wiper plugs ne sont pas jumelés.
- le volume de chasse est insuffisant.

Dans ces cas, pomper le volume de chasse théorique augmenté de la moitié du volume entre le landing collar et le set shoe et arrêter la chasse sans obtenir l'à-coup final, mais cet incident peut être du au système d'étanchéité en tête du liner qui est défectueux et permet au laitier de sortir à cet endroit.

Ceci peut se confirmer si, après la chasse du volume théorique on arrête le pompage et

on purge la garniture, on constate alors un retour de la boue.

A ce moment là, il ne faut pas hésiter à évacuer rapidement le laitier du puits par circulation directe.

III.6.9- Montée en pression constatée avant la fin de la chasse :

Ceci peut être du à :

- bouchage de l'espace annulaire par les déblais ou le cake, suite à une insuffisance de circulation avant la cimentation.
- bouchage à l'intérieur du liner ou de la garniture de pose.

Dans ces cas, il faut estimer le temps restant avant le début de prise du laitier et le volume restant à chasser, puis décider de la poursuite de la chasse ou la remontée du liner.

Prise flash du ciment provoquée par :

- ✓ un ciment dont le temps de prise n'est pas assez retardé.
- ✓ une déshydratation du laitier dans les niveaux perméables par, manque de réducteur de filtrat.
- ✓ un mélange de la boue ou cake non compatible avec le laitier de ciment.
- ✓ un fluide de la formation non compatible avec le laitier de ciment.
- ✓ un laitier préparé avec de l'eau trop chaude qui affecte le temps de prise.

Dans ce cas, il faut faire une restauration de la cimentation ou remonter le liner si c'est encore possible, selon le cas. [3]

III.7-Le déroulement de l'opération de descente de liner 7" dans le puits ZR708 :

Tableau3.1: Colonne de liner 7" descend dans le puits ZR708

Nombre	Description	Observation
1	Float shoe	<ul style="list-style-type: none"> Assurer le graissage par le tube lock et vérifier la compatibilité filetage PDC reforable
1	Casing joint	<ul style="list-style-type: none"> Assurer le graissage de filetage par le tube lock
1	Float collar	<ul style="list-style-type: none"> Assurer le graissage par le tube lock et vérifier la compatibilité filetage Ne dépasse pas le torque que donné par l'instruction de l'opérateur de liner
1	Casing joint	<ul style="list-style-type: none"> Ne dépasse pas le torque que donné par l'instruction de l'opérateur de liner
1	Landing collar	<ul style="list-style-type: none"> Assurer le graissage par le tube lock et vérifier la compatibilité filetage PDC reforable Ne dépasse pas le torque que donné par l'instruction de l'opérateur de liner
Xx	Casing joints	<ul style="list-style-type: none"> Ne dépasse pas le torque que donné par l'instruction de l'opérateur de liner
1	Liner hanger+packer	<ul style="list-style-type: none"> Ne dépasse pas le torque que donné par l'instruction de l'opérateur de liner

Tableau 3.2: *Etapas chronologique de la descente et cimentation de liner 13/11/2015 [8].*

09 :00-10 :30	<ul style="list-style-type: none"> • Montage les clés backer de descente du tubage 7" et ENF équipements
10 :30-11 :00	<ul style="list-style-type: none"> • Safty meeting avec tout le personnel de chantier
11 :00-16 :30	<ul style="list-style-type: none"> • Descendre liner 7" P110N. 32#VAM à 319m (totale jts=27) • Descendrer (SHOE + 01 jt 7" + F-COLLAR + 01jts 7" + L-COLLAR). • tester float collar oki • torque de montage 11500 lb.ft. • remplir chaque 5 joint
16 :30-18 :00	<ul style="list-style-type: none"> • Montage l'assemblage de liner hanger sous vision de superviseur d'opération de backer • Liner lenght = 8, 26 m. • Liner weight = 17 t.
18 :00-18 :45	<ul style="list-style-type: none"> • circulation avec différents débits • Q= 300 lpm P= 80 psi. • Q= 450 lpm P= 90 psi. • Q= 600 lpm P= 100 psi. • Q= 750 lpm P= 120 psi. • Weight up // down = 26 t // 26 t. • tester le liner à 700psi oky
18 :45-00 :00	<ul style="list-style-type: none"> • continuer la descente de liner dans cased hole • assurer le calibrage de chaque joint et remplir chaque 10 longueur • vitesse de descente 1 longueurs/3min

Tableau 3.3 : Etapes chronologique de la descente et cimentation de liner 14/11/2015 [9]

Heur	L'opération
00 :00-09 :00	<ul style="list-style-type: none"> • Descendre 7''liner avec 5'' Drill pipe jusqu'à 20m avant le fond (vitesse de descente simple/6min) • Descendre la dernière simple avec circulation • poser avec 5 tonnes pour confirmer le fond à la cote de 1955 et faire l'ajustage de colonne avec le pup joint à 1954m
09 :00-10 :45	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer le montage de la tête de cimentation de backer et la ligne de cimentation de BJSP. • tester la ligne de cimentation à 4000 psi.
10 :45-13 :00	<ul style="list-style-type: none"> • circuler avant poser le liner : Q=500l/min et P=120psi • aucune perte observée
13 :00-13:15	<ul style="list-style-type: none"> • poser liner hanger et libérer le seating tool • tourner a gauche 4 tours et poser (17à20 tonnes) • libérer le seating tool et arrêter le pompage et tourner 12 tours à droite
13 :15-14 :15	<ul style="list-style-type: none"> • circulation primaire avant la cimentation • Q=500 lpm, P= 120 psi, aucune perte observée
14 :15-14 :30	<ul style="list-style-type: none"> • safety meeting avec tout le personnel de chantier
14 :30-17 :00	<ul style="list-style-type: none"> • Le déroulement de cimentation • pomper 2m³ diesel+6m³ de spacer d=1,15sg • pomper 6.9 m³ de laitier d=1.90 sg et liberer le down wiper plug (dart) • déplacer laitier avec 1 m³ d'eau+4 m³ de boue d=0.98sg+1m³ d'eau+14.5m³ de boue 0.98 • déplacement avec l'unité de cimentation • perdue 3m³ pendant le déplacement • bump blug et tester la colonne 3000psi • Purger aucun retour
17 :00-17 :15	<ul style="list-style-type: none"> • Poser le packer oky
17 :15-18 :45	<ul style="list-style-type: none"> • Remonter 7m avec running tool au top liner et une circulation directe • Q=900l/min, P=250psi • vidé 03 m³ de spacer contaminé

18 :45-20 :00	<ul style="list-style-type: none">• Démontage la tête de cimentation et la ligne de cimentation
20 :00-00 :00	<ul style="list-style-type: none">• Remonter les 5" de la colonne précédente 9"5/8 avec running tool

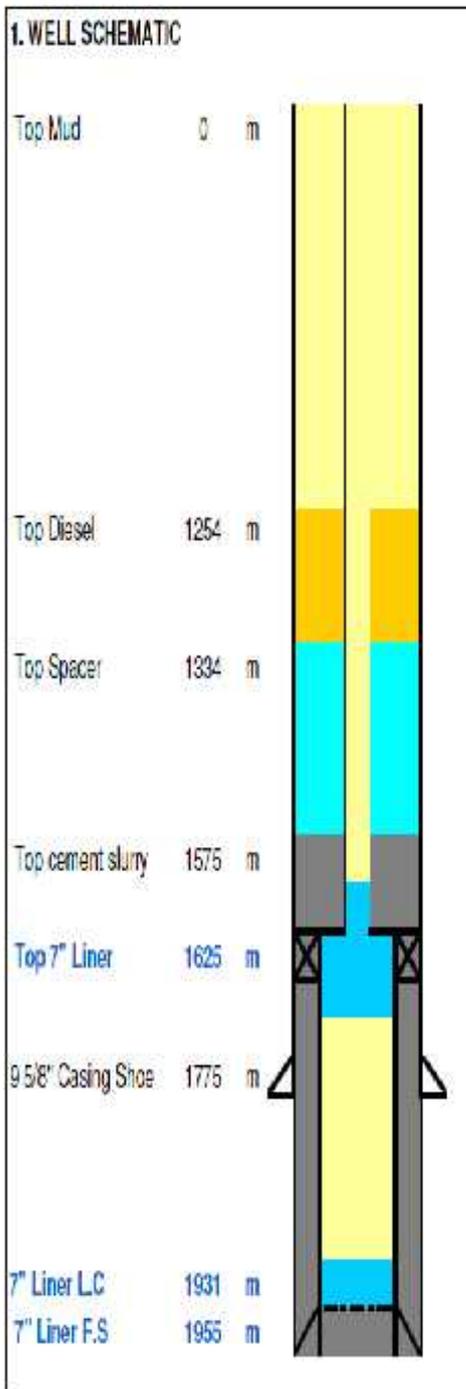
Chapitre IV

Calcul et contrôle de la cimentation

IV.1-Introduction

Pour assurer une meilleur fin de phase on se base sur un bon déroulement de l’opération de cimentation surtout dans le coté du calcul des volumes (laitier de ciment, boue de chasse et spacer...etc.), pour éviter le problème de perte.

L’opération de cimentation suivie d’une opération de logging pour vérifier la qualité de ciment (CBL, VDL...).



2. FLUIDS

	Density		Volume		
	kg/m ³	lbs/gal	m ³	cu ft	bbbl
Mud (OBM)	0.98	6.17			
Diesel	0.85	7.09	2	70.6	12.6
Spacer (SC21)	1.15	9.59	6	211.9	37.7
Cement Slurry (LQ31)	1.90	15.85	6.9	242.3	43.1
Displacement (OBM)	0.98	6.17	20.5	722.7	128.7

3. CAPACITIES

	ft/m	cu ft/m	bbbl/m		
5" DP	9.05	0.320	0.057		
7" Liner (32#/ft)	18.62	0.665	0.118		
9 5/8" Csg (47#/ft)	38.18	1.348	0.240		
Annulus 9 5/8" Csg x 5" DP	24.90	0.879	0.157		
Annulus 9 5/8" Csg x 7" Liner	13.31	0.470	0.084		
Annulus 8 1/2" OH x 7" Liner	11.73	0.414	0.074		
+ Excess	0.0%	OH	11.73	0.414	0.074

4. TEMPERATURE

BHST =	113	°C	235	°F
BHCT =	76	°C	169	°F
T° Gradient =	4.40	°C/100m	2.44	°F/100ft

Figure 4-1: Schéma de cimentation de liner 7" puits ZR 708 [6].

Tableau 4-1 : Volumes de ciment [6].

Cement Slurry (LQ31)	1.90	kg/lit	Capacités (lts/m)	Interval (m)		Height (m)	Volume	
				Top	Bottom		(m ³)	(bbl)
Annulus 8 1/2" O.H x 7" Liner	+ Over Caliper	50%	11.73	1775	1955	180	3.2	19.9
Annulus 9 5/8" Csg x 7" Liner			13.31	1625	1775	150	2.0	12.6
Annulus 9 5/8" Csg x 5" DP			24.90	1575	1625	50	1.2	7.8
F.C - F.S			18.82	1931	1955	24	0.5	2.8
Total Volume							6.9	43.1
Displacement Volume								
Surface - Top Liner Top			9.05	0	1625	1625	14.7	92.5
Top Liner - L.C.			18.82	1625	1931	306	5.8	36.2
Total Volume							20.5	128.7

IV.2-Calcul du volume total du laitier

IV.2.1-Volume de laitier :

Après avoir déterminé la hauteur du ciment dans l'annulaire, et connaissant le profil du puits (diamètre intérieur et extérieur du tubage et le diamètre du trou), on peut calculer le volume de laitier à pomper (pour une cimentation primaire):

$$V_L = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (4.1)$$

V_1 : Volume de l'espace annulaire trou/tubage entre sabot de liner au sabot de casing 9^{5/8}"

V_2 : Volume de l'espace annulaire liner/tubage entre sabot de 9^{5/8}" jusqu'au top du liner.

V_3 : Volume de l'espace annulaire DP/tubage entre top du liner jusqu'au top du ciment.

V_4 : Volume intérieur du tubage entre l'anneau et le sabot

Remarque: 1bbl=159 l

✓ **Calcul de V_1 :**

$$V_1 = U_{OH} \times H_T \times (1 + C_m) \quad (4.2)$$

U_{OH} : représente le volume unitaire du trou 8^{1/2"}.

C_m : représente coefficient de majoration qui est pour notre cas $C_m=50\%$.

H_T : représente la hauteur au-dessous du sabot.

$H=180m$

$$V_1 = 19.9 \text{ bbl}$$

✓ **Calcul de V_2 :**

$$V_1 = U_{C7"} \times H_{FL} \quad (4.3)$$

$U_{C7"}$: représente le volume unitaire à l'intérieur de casing 7".

H_{FL} : représente la hauteur entre sabot 7" – anneau.

$H_{FL} = 1775 - 1625 = 150m$

$$V_2 = 12.55 \text{ bbl}$$

➤ **Calcul de V_3 :**

Avec:

$$V_3 = U_{CD} \times H_{CD} \quad (4.4)$$

U_{CD} : représente le volume unitaire entre casing 9^{5/8"} – drill pipe 5".

H_{CD} : représente la hauteur entre top du liner jusqu'au top du ciment.

$H_{CD} = 1625 - 1575 = 50m$

Donc:

$$V_3 = 7.8 \text{ bbl}$$

➤ **Calcul de V_4 :**

$$V_4 = U_{C7''} \times H_{FL} \quad (4.5)$$

$U_{C7''}$: représente le volume unitaire à l'intérieur de casing 7".

H_{FL} : représente la hauteur entre sabot 7" – anneau.

$$H_{FL} = 1955 - 1931 = 24\text{m}$$

$$V_4 = 2.8 \text{ bbl}$$

Donc on aura le volume total : $V_L = 19.9 + 12.55 + 7.8 + 2.8$

$$V_L = 43.05 \text{ bbl}$$

IV.2.2-Le volume de déplacement :▪ **Calcul du volume total de chasse : V_{ch}**

Le volume de chasse est donné par :

$$V_{ch} = V_{DP5''} + V_{C7''} \quad (4.6)$$

✓ $V_{DP5''}$: représente le volume intérieur des tiges 5", il est calculé comme suit :

$$V_{DP5''} = U_{DP5''} \times H_{DP5''} \quad (4.7)$$

$H_{DP5''}$: représente la longueur totale des tiges 5".

$$H_{DP5''} = 1625\text{m}$$

Donc:

$$V_{DP3.5''} = 92.49 \text{ bbl}$$

✓ $V_{C7''}$: représente le volume intérieur du tubage 7", il est calculé comme suit :

$$V_{C7''} = U_{C7''} \times H_{C7''} \quad (4.8)$$

$H_{C7''}$: représente la longueur du tubage 7'' entre le landing collar et le top du liner.

$$H_{C7''}=306 \text{ m}$$

Donc: $V_{C7''}= 36.21 \text{ bbl}$

Finalement, le volume de chasse V_{ch} est :

$$V_{ch} = 92.49 + 36.21$$

$$V_{ch}=128.7 \text{ bbl}$$

Tableau 4-2: Pression hydrostatique après déplacement [6]

	Volume (m3)	Interval (m)		Density kg/lit	Hydrostatic Pressure	
		Top	Bottom		(psi)	(EMW)
Fluides Exterior Casing						
Mud (OBM)	31.2	0	1254	0.98	1748	1.39
Diesel	2	1254	1334	0.85	1845	1.38
Spacer (SC21)	6	1334	1575	1.15	2240	1.42
Cement Slurry (LC31)	6.4	1575	1955	1.90	3257	1.67
Fluides Interior Casing						
Mud (OBM)	20.5	0	1931	0.98	2632	1.39
Cement Slurry (LC31)	0.5	1931	1955	1.90	2757	1.41
Hydrostatic Differential Pressure					(External Pressure - Internal Pressure)	
					509	0.26

IV.3-Calcul du temps d'injection du laitier et de chasse

IV.3.1-Le temps d'injection du laitier :

Le temps de mixage est : $T_m = 40 \text{ mn}$

Le temps d'injection égale à la somme des temps d'injection du laitier, et du spacer

$$T_I = T_{IL} + T_{IS} \quad (4.9)$$

T_{IL} : temps d'injection du laitier

T_{IS} : temps d'injection du spacer

Avec :

$$T_{ii} = V_i / Q_i \quad (4.10)$$

Q_i : est le débit d'injection

V_i : le volume à injecter

Tableau 4-3: temps d'injection du laitier et de spacer.

	Volume (l)	Débit (l /mn)	temps d'injection (mn)
Spacer	6000	600	10
Laitier	69000	600	115

Le temps d'injection total est :

$$T_I = 2 \text{ heures } 5 \text{ min}$$

IV.3.2-Calcul du temps de chasse :

La chasse est effectuée par 2 m³ d'eau suivie par la boue de forage avec un débit Q=600 l/min

$$T_{ch} = V_{ch} / Q_{ch} \quad (4.11)$$

Tableau 4-4: Temps de chasse

	volume (l)	débit (l /mn)	temps de chasse (mn)
Eau	2000	600	3
Boue	18500	600	31

Donc le temps total de chasse est :

$$T_{ch} = 34 \text{ mn}$$

Tableau 4-5: Rhéologie des fluides [6].

Fluids	Rheological Model	Viscosity / PV (cp)	Ty (lb/hsqft)
Mud (OBM)	Bingham Plastic	13	8
Diesel	Newtonian	2	0
Spacer (SC21)	Bingham Plastic	8	4
Cement Slurry (LQ31)	Bingham Plastic	87	23

T_y: yield valioum

PV: Viscosity plastique

Tableau 4-6: Composition de fluide et condition de produit [6].

		Metric			API		
Diesel	0.85 kg/lt	Volume	2.0	m3	Volume	12.6	bbl
Spacer (SC21)	1.15 kg/lt	Volume	6.0	m3	Volume	37.7	bbl
<i>Additive</i>	<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>per m3</i>	<i>Total</i>	<i>Unit</i>	<i>per bbl</i>	<i>Total</i>
Water	Fresh Water	m3	0.923	5.5	gal	38.8	1463.0
D-42L	Foam Preventer	lts	1	6	gal	0.04	1.6
GW-22	Gelling Agent	kgs	2	12	lbs	0.70	26.4
MCSB	Mud Clean Surfactant	lts	25	150	gal	1.05	39.6
Barite	Weighting Agent	kgs	199	1194	lbs	69.7	2628.5
Cement Slurry (LQ31)	1.90 kg/lt	Volume	6.9	m3	Volume	242.2	cu ft
<i>Additive</i>	<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>per m3</i>	<i>Total</i>	<i>Unit</i>	<i>per bbl</i>	<i>Total</i>
Cement	Lafarge HSR "G"	Ton	1	6.8	Sack	1	159.1
S-8	Silica Flour	kgs	350	2375.0	lbs	32.90	5235.2
Water	Fresh Water	m3	0.546	3.7	gal	6.150	978.6
D-42L	Foam Preventer	lts	1	6.8	gal	0.011	1.8
A-2	Stabilizer	kgs	2	13.6	lbs	0.19	29.9
BA-56	Bonding Agent	kgs	12	81.4	lbs	1.13	179.5
CD-32	Dispersent	kgs	8	54.3	lbs	0.75	119.7
LR-1	Retarder	lts	1.5	10.2	gal	0.02	2.7
	Yield cement slurry		1.011	m3/Ton		1.522	cuft/sk
	Yield mix water		0.564	m3/Ton		0.850	cuft/sk
	Total Mix Water volume		3.8	m3		24.1	bbl
Total Product Requirement		Metric			API		
<i>Products</i>		<i>Unit</i>	<i>Quantity</i>		<i>Unit</i>	<i>Quantity</i>	
Cement Blend	Lafarge "G" + 35% S-8	Ton	9.2		sack	159	
Water	Fresh Water	m3	9.2		gal	2442	
D-42L	Foam Preventer	lts	13		gal	3	
A-2	Stabilizer	kgs	14		lbs	30	
BA-56	Bonding Agent	kgs	81		lbs	179	
CD-32	Dispersent	kgs	54		lbs	120	
LR-1	Retarder	lts	10		gal	3	
GW-22	Gelling Agent	kgs	12		lbs	26	
MCSB	Mud Clean Surfactant	lts	150		gal	40	
Barite	Weighting Agent	kgs	1194		lbs	2629	
Fibrin 23	Fibers	kgs	10		lbs	22	

IV.4-Calcul de la quantité de ciment et le volume d'eau douce utilisée

La densité du laitier utilisée est $d_l = 1,9$ de classe G, d'un rendement $R = 1,011 \text{ m}^3/\text{T}$.
D'après le formulaire du foreur, le volume d'eau douce nécessaire pour 100 Kg de ciment est : 44,2 L/100Kg, et le volume du laitier obtenu pour la même quantité de ciment est : 75,8L/100Kg

Tableau 4.7 : D'après le formulaire du foreur [2].

Densité	Eau (lt / 100 Kg)	Laitier (lt / 100 Kg)
1,90	44,2	75,8

➤ **La quantité de ciment : Q_C**

$$Q_C = V_L / R \quad (4.12)$$

$$Q_C = 6.84495 / 1,011$$

$$Q_C = 6.77 \text{ T}$$

➤ **Calcul de la quantité de silica flour Q_{silica} qui correspond à Q_C :**

35% de silica en masse \longrightarrow 1 T de ciment

$Q_{\text{silica}} ? \longrightarrow 6.77 \text{ T}$

On aura :

$$Q_{\text{silica}} = 2.3695 \text{ T}$$

➤ **Le volume d'eau douce : V_E**

$$V_E = V_L - V_C - V_{\text{silica}} = V_L - (Q_C / d_c) - (Q_{\text{silica}} / d_{\text{silica}}) \quad (4.12)$$

$$V_E = 6.84495 - (6.77 / 3,17) - (2.3695 / 2,65)$$

$$V_E = 3.81521 \text{ m}^3$$

Avec :

d_c : densité du ciment $d_c = 3,17$

d_{silica} : densité du silica $d_{\text{silica}} = 2,65$

IV.5-Les résultats de l'opération de logging après la cimentation de liner 7"

IV.5.1-Principe de fonctionnement du CBL (cement bond log) :

Le principe consiste à envoyer par un émetteur un signal sonore basse fréquence (15 à 30KHz).

Le signal est capté par un récepteur situé sur l'outil à trois pieds de distance.

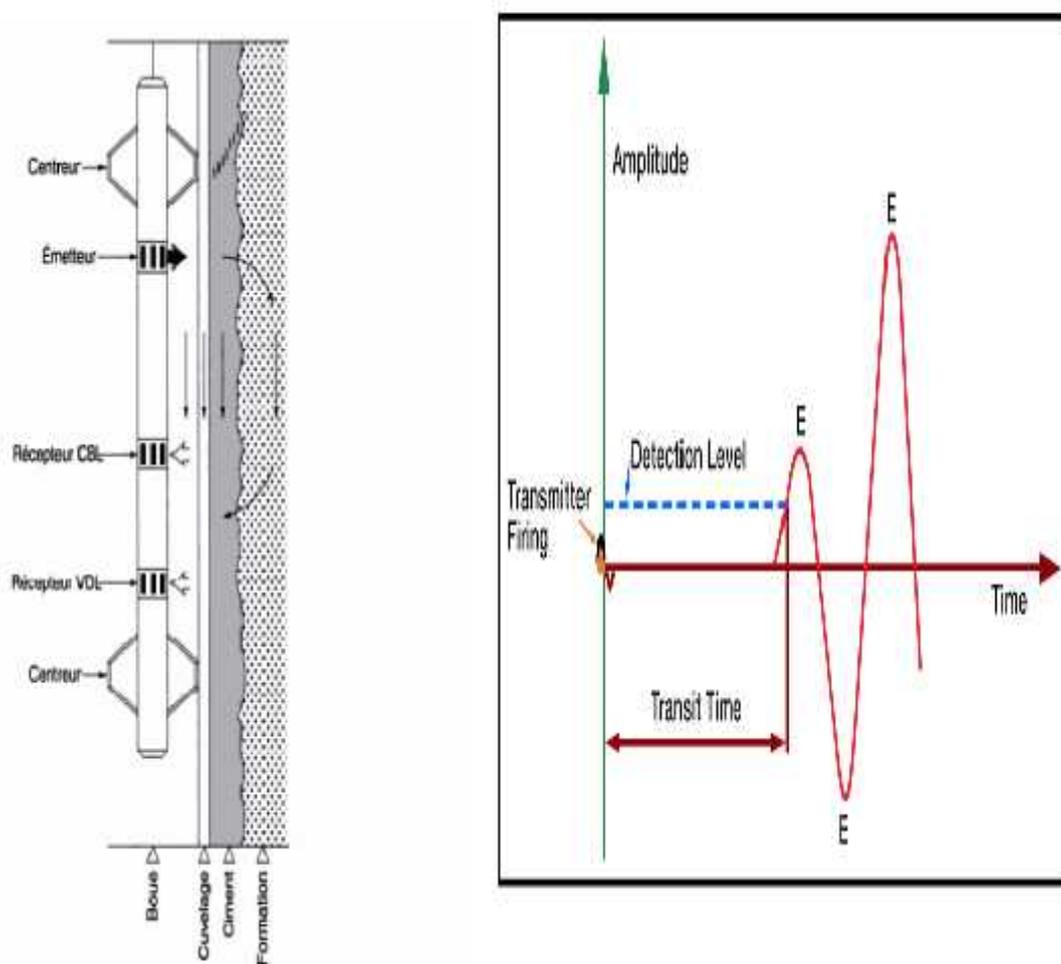


Figure 4-2: Principe et diagraphie de CBL [14]

On mesure normalement l'amplitude de la première demi-onde positive E1 qui est souvent l'onde du tubage. Toutefois, elle est fonction de la valeur moyenne de l'adhérence de ciment au tubage.

IV.5.2-Principe de fonctionnement du VDL (variable density log) :

Les informations données par CBL pouvant être incomplètes ou faussées par divers facteurs, un complément optionnel est possible avec le VDL.

L'ensemble du train d'ondes est alors enregistré par un récepteur situé à une plus grande distance de l'émetteur (cinq pieds) pour faciliter la distinction des arrivées.

La présentation est faite en densité variable pour faciliter la lecture, d'où le nom de VDL.

N'y figure que les demi-ondes positives qui sont représentées en gris d'autant plus foncé que leur amplitude est plus forte. Avec la profondeur, l'ensemble se présente en une série de raies claires et foncées de contraste variable. [14]

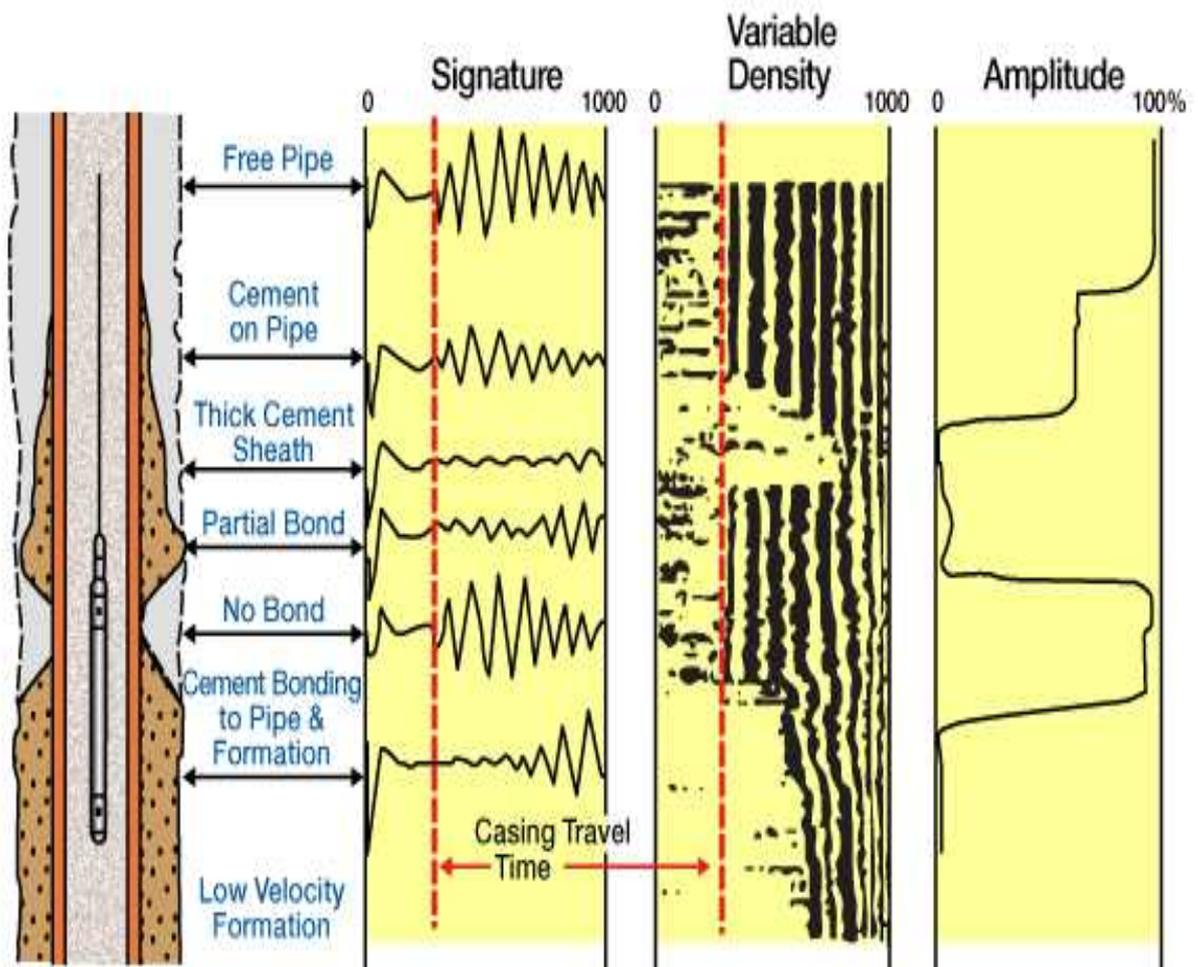
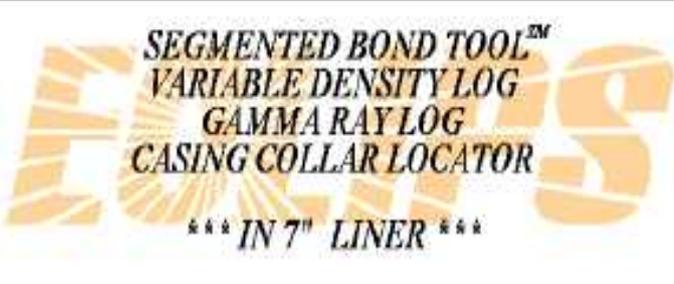


Figure 4-4: Principe d'interprétation d'un log VDL [14].

Tableau 4-8: Données obtenues par les outils de logging [12].

			
FILE NO:	COMPANY	SONATRACH PRODUCTION	
API NO:	WELL	ZR-708	
	FIELD	ZERZAITINE	
	RIG NAME	ENF-35	COUNTRY ALGERIA
Ver. 4.01 FINAL PRINT 1:500 SCALE	LOCATION:	OTHER SERVICES	
	X : 580 550 M	NONE	
	Y : 3 103 200 M		
	LAT : 28 DEG 03'11".14764 N		
	LONG : 09 DEG 49'09".20499 E		
PERMANENT DATUM	GL	ELEVATION	565.862 M
LOG MEASURED FROM	DF	7.670 M	ABOVE P.D.
DRILL. MEAS. FROM	DF		
		ELEVATIONS:	
		KB	573.532 M
		DF	573.532 M
		GL	565.862 M
DATE	18-NOV-2015		
RUN	TRIP	1	1
SERVICE ORDER	-		
DEPTH DRILLER	1939.8 M		
DEPTH LOGGER	1942.0 M		
BOTTOM LOGGED INTERVAL	1940.0 M		
TOP LOGGED INTERVAL	1600.0 M		
TIME STARTED	00:30		
TIME FINISHED	05:30		
OPERATOR RIG TIME	5 HRS		
TYPE OF FLUID IN HOLE	OBM		
FLUID DENSITY	0.98 G/C3		
FLUID SALINITY	-		
FLUID LEVEL	-		
LOGGED CEMENT TOP	-		
WELLHEAD PRESSURE	14 PSI		
MAXIMUM HOLE DEVIATION	-		
NOMINAL LOGGING SPEED	9 MMN		
MAX. RECORDED TEMP.	-		
REFERENCE LOG	BHP-GR		
REFERENCE LOG DATE	10-NOV-2015		
EQUIP. NO.	LOCATION	HL-6586	HMD
RECORDED BY	A.AMAIDIA		
WITNESSED BY			

IV.6-Conditions de bon enregistrement

✓ La prise du ciment doit être complète : il faut donc attendre au minimum 24 à 36 heures avant d'effectuer le logging, parfois plus.

✓ Les variations de pression dans le tubage entre le moment de la cimentation et le logging peuvent conduire à une diminution du diamètre du tubage par rapport au ciment et à la formation d'un micro-annulaire ou d'une micro-séparation dans le ciment lui-même.

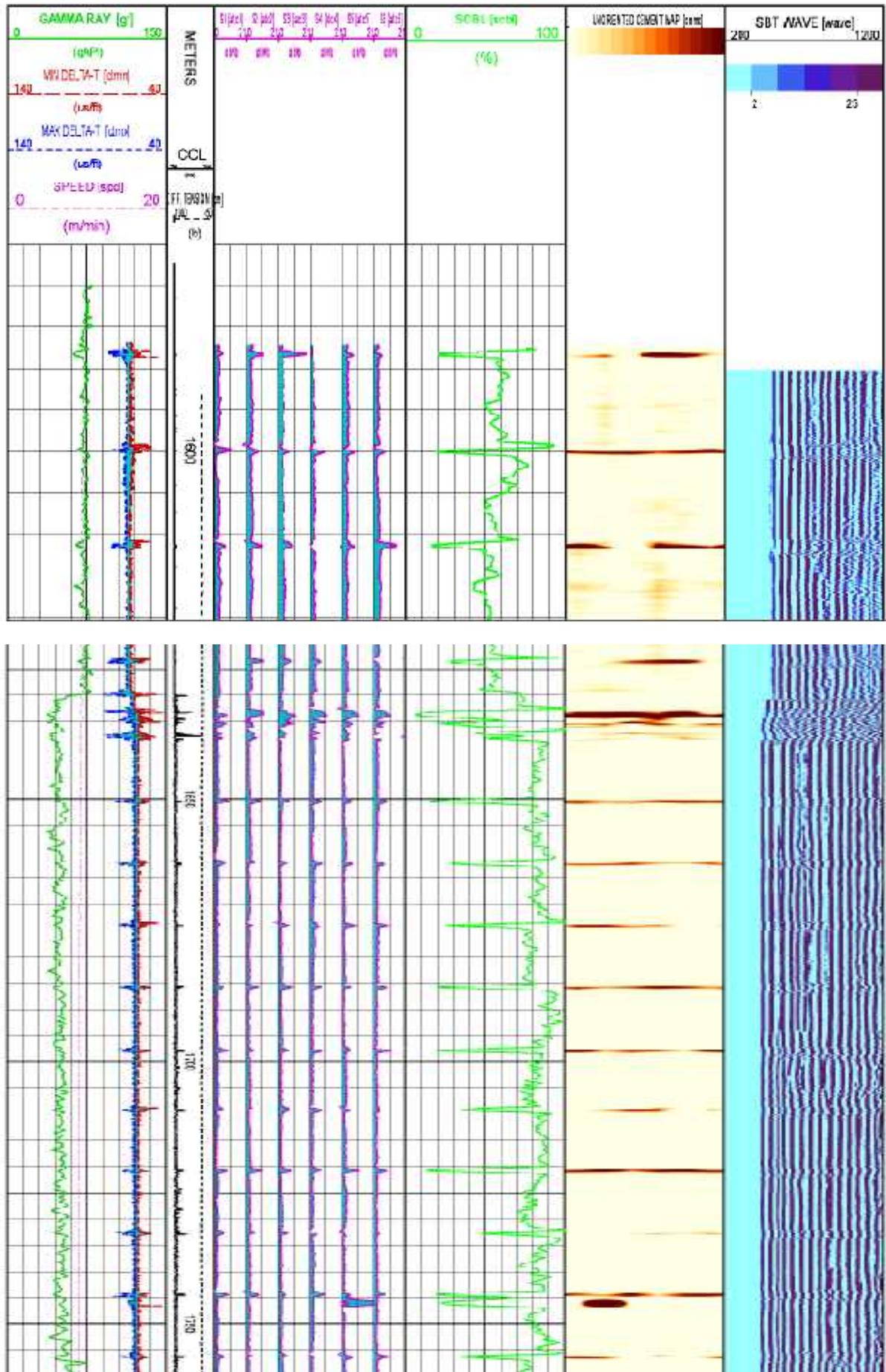
✓ L'outil doit être très bien centré, sinon l'amplitude du signal risque d'être fortement atténuée.

IV.7-Précautions à prendre pour l'interprétation

Avant d'effectuer une interprétation de log de cimentation, on aura intérêt à rassembler toutes les données sur les conditions d'enregistrement et sur la cimentation elle-même :

- ✓ Type de ciment, additif et fluide dans le tubage,
- ✓ Type de tubage, caractéristiques du trou et types de formations,
- ✓ Caractéristiques de la sonde (type de centreurs, espacement entre émetteurs et récepteurs, fréquences utilisées...).

Ces données permettent de connaître la résistance maximale à la compression du ciment, le temps de transit de l'onde dans la boue et le temps d'arrivée de la première onde de tubage.



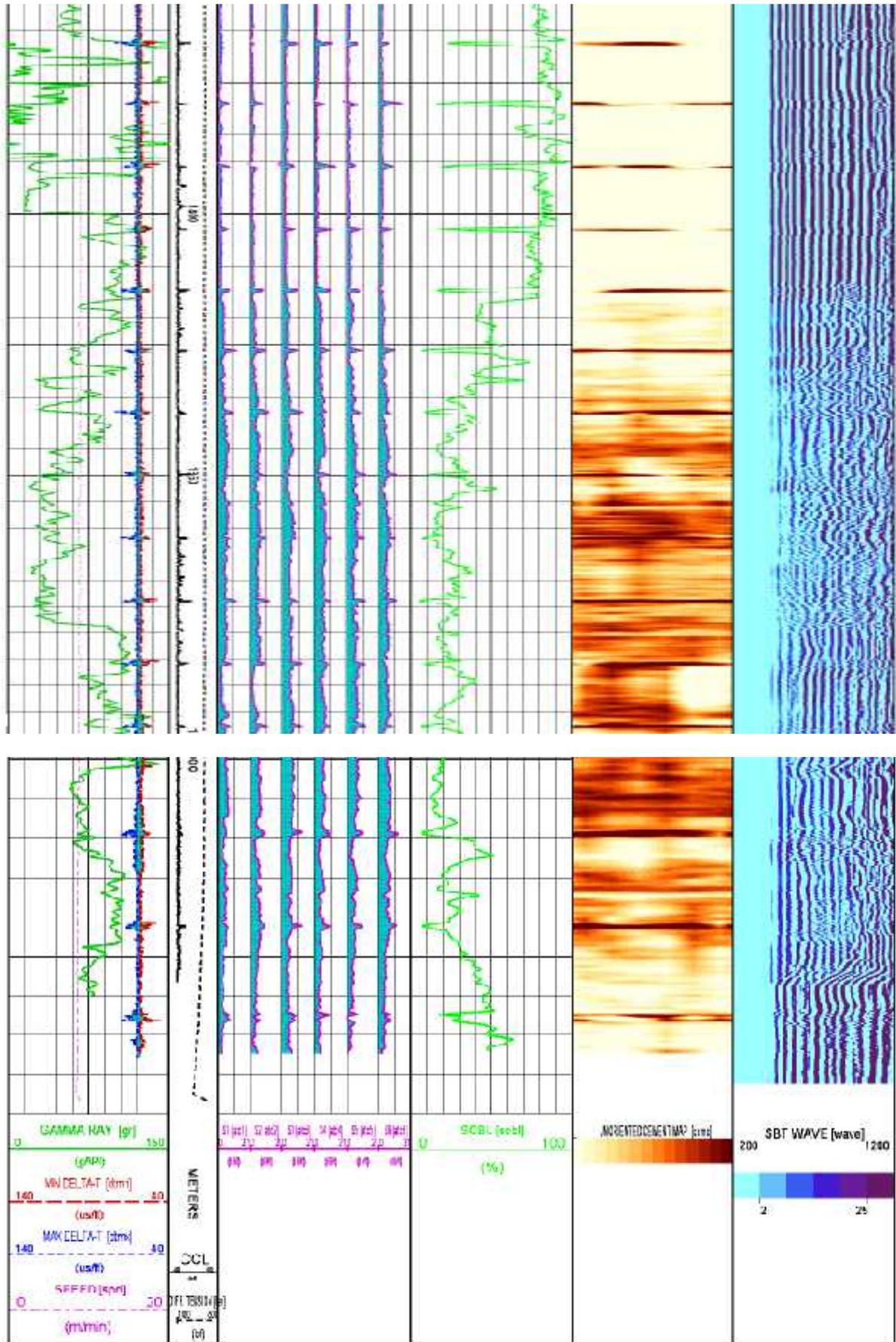


Figure 4-5: Résultat du Log CBL-VDL-gammary [12].

IV.8-Interprétation

Lorsque le casing est bien lié au ciment, les vibrations sont atténuées proportionnellement à:

- ✓ L'aire de la surface liée (bonded).
- ✓ La force de compression du ciment.

Dans le cas d'un tubage libre (non cimenté), toute l'énergie acoustique circule le long de l'acier, il y a très peu d'atténuation de l'onde et l'amplitude du premier pic du signal est importante.

Si le tubage est parfaitement cimenté, cette énergie se propage à travers le ciment jusque dans la formation. L'onde du tubage est alors très affaiblie.

- ✓ Dans le cas d'un tubage mal cimenté, l'énergie se répartit entre le tubage et la formation.

- ✓ Dans le tubage libre, les ondes de tubage apparaissent très nettement, parallèles et rectilignes sur toute la partie libre. On ne voit pas les ondes de formation.

- ✓ Dans une partie moyennement cimentée, les ondes de tubage sont visibles, plus ou moins sombres, ainsi que les ondes de formation.

D'après l'opération de logging qui mentionne qu'on a une mauvaise cimentation à 40 m au dessous du sabot, SONATRACH a fait un DRY DST pour confirmer que la pression est faible au fond du puits car l'opération de restauration de ciment peut influe sur le réservoir, et n'est pas généralement efficace.

Tableau 4.9: DRY DST [13].

Fond (TD)	1940.00	X	580 512.55
TOL	1627	Y	3 103 107.25
Sabot 7	1940	Zt	575.16
Densité boue	0.98	Zs	565.86
Viscosité boue	17	Type boue	OBM

Tableau 4.10: Composition du Train [13].

Bas Packer (m)	10.12
Haut Packer (m)	9.72
49 Stands + 01 Single+PJ 4.77m DP 5 in. + 01 Single DP 3 1/2 in.	1424.04
05 Stands DC 4 3/4 in. + 01 Stands DC 4 3/4 in.	162.04
Cote d'ancrage (m)	1595.80
Cote d'enregistrement (m)	1589.54
Tampon D'eau (m)	200.00

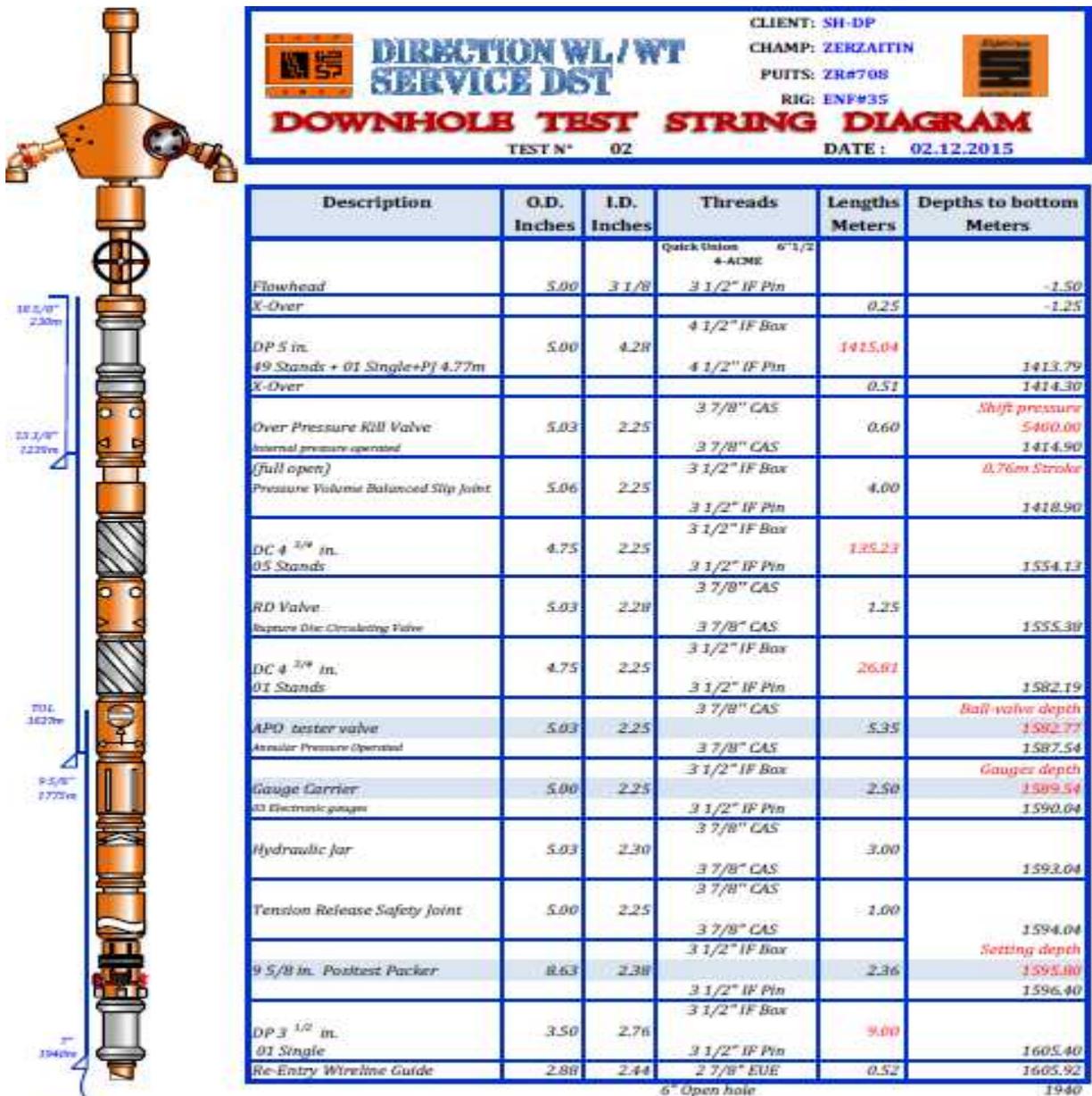


Figure 4.6: Composition de train de DST [11].

Tableau 4.11: Déroulement de l'opération de DRY DST [13].

Branchement enregistreurs 18H29		le 03.12.2015			Pas d'enregistrement : 10s
DATE	TIME	Wellhead (psi)		Choke	Comments
dd-mm-yy	hh.mm	Up5	Down5	(C°)	
02.12.2015	08h00				Arrivée équipement de fond et surface sur chantier
	09h30				Arrivée personnels de fond et surface sur chantier
03.12.2015	16h30				Packer est au ras de la table de rotation et début de montage
	18h29				Branchement enregistreurs
	22h02				Test BHA à 5000 psi, 10 min POSITIF
	22h30				Début descente train de test
04.12.2015	12h00				Fin descente train de test
	12h30				Montage Flowhead + Cofflexip
	12h40				Connexion torche
	13h10				Début de teste des équipements de surface
	13h43				Test ligne torche à 500 psi, Ok
	13h55				Test ligne séparateur à 1000 psi, Ok
	14h36				Test upstream Choke Manifold à 3000 psi, Ok
	14h50				Test downstream Choke Manifold à 4000 psi, Ok
	15h00				Fin de teste des équipements de surface
	15h30				Safety meeting
	15h40				Configuration circuit boue Test des pompes 1 & 2
	15h46				Ancrage packer
	15h56				Test packer 300 psi ok
	16h15				Safety meeting
	16h25				Ouverture APO pour le prédébit 15 min
	16h27				Indice d'ouverture bullage
	16h29				Souffle faible
	16h44				Fermeture la vanne de fond APO
05.12.2015	07h02				Test pompe 1 & 2 ok
	07h14				Ouverture la vanne de fond APO
	07h17				Souffle nuie
	15h48				Fermeture la vanne de fond APO
	16h00				Remplissage l'intérieur avec la boue 13 m³
	16h32				Ouverture la vanne de fond APO 10 min
	16h42				Augmentation la pression annulaire a 3400 psi
	16h43				Eclatement disque de repture a 3300 psi
	16h44				Debut de circulation inverse avec 300 psi
	17h10				La densité in = out = 0.99
	17h55				Fin de circulation inverse
	17h58				Flow check 15 min ok
	18h34				Rinçage des équipements de surface
	19h08				Démontage des équipements de surface
	19h10				Connexion linge de torche
	19h38				Désancrage de packer ok
	20h10				Flow check 15 min ok
	20h20				Début de la remonté
06.12.2015	07h15				Fin de remonté et flow check 10 min
	07h45				Début désassemblages BHA
	11h30				packer au niveau de la table de rotation
	12h21				Débranchement des enregistreurs
	13h00				Démobilisation des équipements de surface et de fond
					Fin opération

Tableau 4.12: Pression enregistrée au cour de DST [13].

**DIRECTION WL/WT
SERVICE
DST**

Pressures summary

PIHITS: ZR#708
TEST N°: 02

ENF#35

DATE: 06/12/2015

	D8141	D8059
Pression hydrostatique initiale - IHP	2320.47	2322.16 psi
Pression initiale 1ère ouverture - IFP	277.58	278.11 psi
Pression finale 1ère ouverture - FFP	278.31	279.75 psi
Pression finale 1ère fermeture (pression vierge) - FSIP	447.53	449.54 psi
Duse Rcg. 16/64"	/	/ psi
Duse Reg. 24/64"	/	/ psi
Duse Reg. 32/64"	/	/ psi
Pression Finale Buildup - BFP	447.53	449.54 psi
Pression hydrostatique finale - FHP	2311.31	2313.43 psi
Température de fond - BHT	89.31	°C

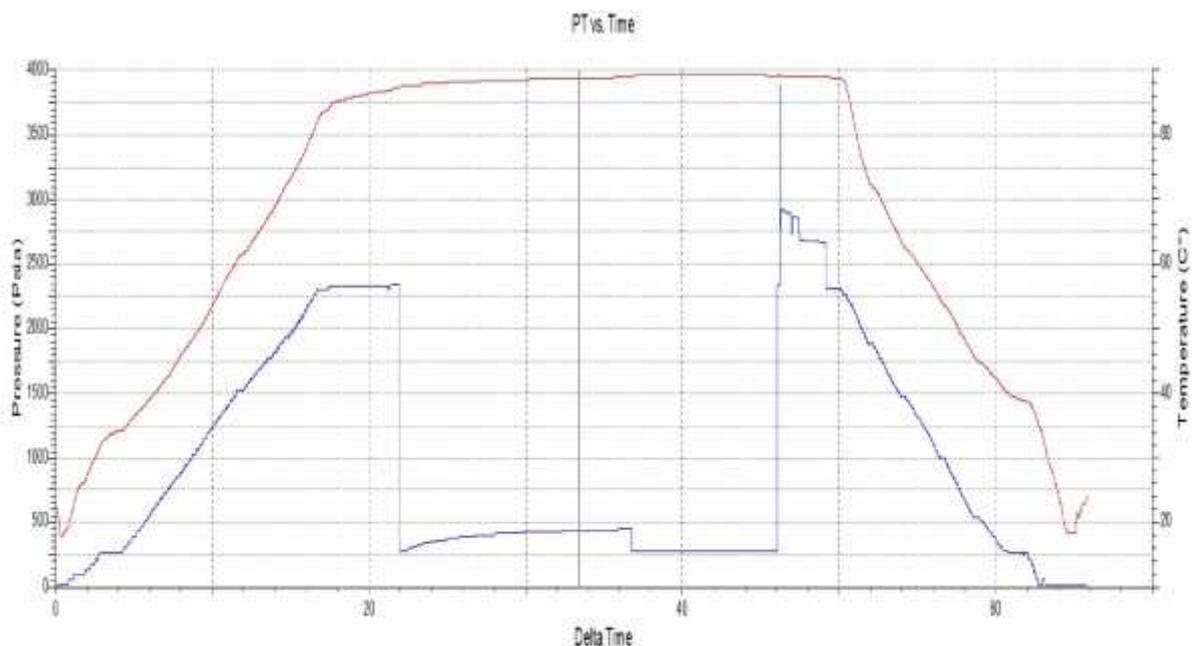


Figure 4.7: Chart de DRY DST Pressure/Temperature

Conclusion générale



Conclusion générale

L'opération de descente et cimentation d'un Liner nécessite une préparation particulière vu les difficultés de réalisation qu'elle peut présenter.

Elle est différente d'une cimentation d'une colonne de tubage simple car on doit utiliser des équipements spéciaux parfois difficiles à mettre en place.

En effet, les systèmes de suspension sont différents d'un fabricant à un autre et leur fonctionnement est assez compliqué.

L'utilisation de liner offre des avantages économiques et techniques, il est généralement préférable à une colonne complète.

La réussite d'une cimentation est de mettre dans l'espace annulaire sans pertes et sur les hauteurs souhaités un volume de laitier qui après la prise, constituera une gaine de cimentation résistante et étanche.

On constate dans notre cas qu'une petite faute due à une mauvaise surveillance des volumes et l'ancrage du packer peut provoquer beaucoup de perte d'argent car la division de production ne réceptionnera pas un puits sauf s'il est bien sécurisé.

Références bibliographiques

✓ livres

- [1] A.Slimani (Décembre 2002), *le linre*, de division forage, département formation, p.3.
- [2] G.Gabold et J.P.Nguyen (1999), *Driling data handbook*, institut français du pétrole publications paris, p.149.
- [3] ING/DRMD (01/2004), *Procédures générales et spécifiques de pose des liners*, SH-DF.

✓ Thèse et mémoire

- [4] GADI Sadok (2008), *Descente et Cimentation du Liner 7" cas de puits OMKZ413, Utilisation d'un Liner BAKER Hydraulique*, Mémoire d'Ingénieur Spécialisé en Forage, Institut Algérien du Pétrole IAP.

✓ Les rapports

- [5] L.Slimani, *Drilling Program ZR708*, Ref: SH/AMT/FOR/DDO/OPT/15, 10/07/2015.
- [6] A. Belouad, *Cementing Program*, N°15-0554-001, par BJSP Le 12/11/2015.
- [7] B.AMGHAR, *Mud program*, N° FO-PS-TEC-01, Le16-01-2011.
- [8] A.HATEM, *Daily Drilling Report*, DDR N°54_Puits ZR708_ENF-35_13/11/2015.
- [9] S.FERKOUS, *Daily Drilling Report*, DDR N°55_Puits ZR708_ENF-35_14/11/2015.
- [10] Y.ARAR, *Rapport d'implantation du forage ZR-708*, Mai 2015.
- [11] Chalouli Khaled, *DST Kill Recommendations*, Revision No: 1, Le 23/10/15.
- [12] A.AMIDIA, *Segmented bond tool variable density log gamma ray log casing collar locator*, 18/11/2015.
- [13] BENSENOUCI Djamel, *Rapport de test DST*, N° D8141/D8059, Le 06/12/2015.
- [14] *Cours de diagraphie differee*, IAP Ecole de Hassi Messoud, Aout 2015.

عملية الحفر هي الخطوة الأكثر أهمية والأكثر حساسية في جميع عمليات النفط منذ تنصيب منصة الحفر لبدء الإنتاج. ولتقليل عدد وتكلفة الانابيب المحيطة بالجدار فان دراستنا تكمن في متابعة انزال الانبوب الضائع وسمننة في البئر (ZR 708) والذي يهدف لتقوية الكتامة بين الانابيب وعزلهم عن طبقات الارض. وذلك بتعليقه في الانبوب السابق (8^{1/2}) واما سمننة فتكون ما بين الفراغ الجانبي والانبوب. ولتقييم نوعية الاسمنت نخضع البئر الى اختبار (CBL-VDL) بغية معرفة اسباب التي جعلت سمننة بعض المناطق سيئة وعلاجها في قادم العمليات

كلمات مفتاحية الانبوب الضائع. سمننة. الكتامة. الفراغ الجانبي. اداة (CBL-VDL) الانبوب (8^{1/2})

Abstract

The operation of drilling constitutes the most significant stage and most delicate in any oil exploitation since the installation of the rig until the setting in production of the well.

The follow-up of the course of the descent and the cementing of a column, and more precisely the liner 7" of well ZR 708 of field ZARZIATINE are the object of our study whose objective is to reduce the number and the cost of the casing.

Cementing ensures the sealing and the insulation of the formations, it must be suspended in the preceding column 8" 1/2 (section over lap), and is done in annular space (hole-casing 7" and casing 7" – casing 8" 1/2).

Tests «CBL, VDL» are carried out in order to highlight the zones of bad cementing and to cure it in possible other operations.

Key words: Liner 7" - the column 8" 1/2 - section over lap - CBL-VDL-Cementation.