

Université KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Hydrocarbures, des Énergies Renouvelables et des
Sciences de la Terre et de l'Univers

Département : Forage et Mécanique des chantiers pétroliers



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Forage

Présenté par :

BOUHANNACHE Mohamed

ZAROOUR Aziz

Thème

**Étude analytique des problèmes de
forage dans la phase 12''^{1/4} à Rhourd
Chegga-Hassi Messaoud-**

Soutenu publiquement le : 09/06/2024

Devant le jury :

| | | | |
|----------------------|-----|------------|------|
| Mme. CHELGHAM Fatiha | MCA | Présidente | UKMO |
| M. FENNAZI Bilal | MCA | Examineur | UKMO |
| M. MECIBAH Ilyes | MCA | Encadreur | UKMO |

Année Universitaire : 2023/2024

Dédicaces Mohamed

Je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont aidé surtout à :

☞ Ma Grande famille spécialement à

- Mes très chers parents en particulier
- Mes frères et sœurs ;

☞ Ma petite famille

- Ma femme ;
- Mon cher fils ;

☞ Et à tous mes amis et mes collègues

Dédicaces Aziz

Je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont aidé surtout à :

☞ Ma Grande famille spécialement à

- Mes très chers parents en particulier
- Mes frères et sœurs ;

☞ Ma petite famille

- Ma femme

☞ Et à tous mes amis et mes collègues

Remerciements

Tout d'abord, la gratitude et la gloire à ALLAH notre seigneur qui m'a donné la force pour effectuer et achever ce travail dans en si peu de temps.

Après Nous tiens à remercier vivement tous nos enseignants, en particulier notre encadreurs Mr Ilyes MECIBAH et, Pour son conseils et consultations techniques, ainsi que Mr DOBBI bdelmadjid et Mr KHELIFA Cherif pour leur disponibilité, soutien et assistance administratif.

Egalement, un remerciement à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à l'ensemble des ingénieurs et superviseur de la Division Forage.

Abstract

This work includes studying and analyzing the difficulties while drilling 12^{1/4} hole section at Rhourd Chegga (RDC), Hassi Messaoud field.

The major problems while drilling this critical section are loss of circulation, stuck pipe and equipment failure which are usually repeated in this phase.

There are also minor problems happened especially waiting, low ROP and tight hole, when those problems can badly affect achievement the objectives of the section, and sometimes, they can be the reasons behind major problems previously mentioned.

In this modest work, we are going to analyze the above-mentioned difficulties, with evaluating causes, consequences and finally the impact on economics.

Among the principal objectives of this work are to deliver wells capable of evaluating the potential of target reservoirs (Quartzites de Hamra – TAGI – Cambrien Ri/Ra) in planned time and reasonable cost with the best ROP.

The objective is to assure a good planning and allow equipment, personal to be prepared in advance and to minimize no productive time (NPT).

Finally, we made conclusions and recommendations to avoid the repeated happening of these problems in this region.

Key words: 12^{1/4}-hole section; Drilling problems; NPT; Hassi Messaoud; Rhourd Chegga (RDC).

Résumé

Ce travail comprend l'étude et l'analyse des difficultés lors du forage de la phase 12^{1/4} à Rhourd Chegga (RDC), champ Hassi Messaoud.

Les principaux problèmes lors du forage de cette section critique sont les pertes de circulation, les coincements et le défaillance matériel, qui sont généralement répétées dans cette phase.

Il y a aussi des problèmes mineurs, surtout l'attente, le faible ROP et le rétrécissement de trou, lorsque ces problèmes peuvent nuire gravement à la réalisation des objectifs de la section, et parfois, ils peuvent causer les problèmes majeurs mentionnés précédemment.

Dans ce modeste travail, nous allons analyser les difficultés mentionnées ci-dessus, en évaluant les causes, les conséquences et enfin l'impact sur l'économie.

Parmi les principaux objectifs de ce travail figurent la fourniture de puits capables d'évaluer le potentiel des réservoirs cibles (Quartzites de Hamra – TAGI – Cambrien Ri/Ra) dans les délais prévus et à un coût raisonnable avec le meilleur ROP.

L'objectif est d'assurer une bonne planification et de permettre à l'équipement, personnel d'être préparé à l'avance et de minimiser le temp non productif (TNP).

Enfin, nous avons formulé des conclusions et des recommandations pour éviter que ces problèmes ne se reproduisent dans cette région.

Mots clé: phase 12^{1/4}; Rhourd Chegga (RDC) ; Hassi Messaoud ;problèmes de forage ;NPT.

ملخص

تقدم هذه الدراسة تفصيل لمشاكل الحفر التي واجهتها عملية حفر مرحلة 12"1/4 في رود الشقة (RDC) حقل حاسي مسعود. الهدف الرئيسي هو تحليل مفصل للمشاكل التقنية والتشغيلية والجيولوجية المختلفة التي أثرت على عمليات الحفر في هذه المرحلة من الحقل.

اعتمدت الدراسة على منهجية تجمع بين تحليل بيانات الحفر، والتقارير التقنية، والدراسات الجيولوجية، بالإضافة إلى المقابلات مع الخبراء والمشغلين المشاركين في العمليات. تم جمع البيانات وتحليلها بشكل منهجي لتحديد المشاكل الرئيسية وأسبابها ونتائجها.

لقد أثرت مشاكل الحفر في مرحلة 12" من حقل رود الشقة تأثيرا اقتصاديا كبيرا، تؤدي هذه الصعوبات إلى وقت غير منتج كبير، تأخيرات تشغيلية وتكاليف إضافية، مما يؤثر مباشرة على الربحية الاجمالية لعمليات النفط والغاز. تؤدي حوادث التصاق مواسير الحفر وفقدان الأدوات والتأخيرات اللوجستية إلى نفقات غير متوقعة من حيث الإصلاحات وإعادة المعدات وتوقف التشغيل، مما يؤدي إلى زيادة تكاليف الإنتاج. علاوة على ذلك، يمكن أن تؤثر مشاكل استقرار البئر والتسمين على جودة الابار المحفورة مما يؤدي إلى مخاطر التسرب والفسل الهيكلي وإعادة التأهيل الإضافية. ونتيجة لذلك، تؤثر هذه المشاكل سلبا على الكفاءة التشغيلية والربحية الاجمالية للحقل.

الكلمات المفتاحية: مرحلة 12"1/4، حقل حاسي مسعود، رود الشقة (RDC)، مشاكل الحفر، وقت غير منتج (NPT).

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Liste des figures : | |
| Liste des tableaux : | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction : | 1 |
| Chapitre 1 : Généralité sur le périmètre de RDC | 2 |
| 1.1 Situation géographique et géologique | 2 |
| 1.2 Présentation litho-stratigraphique de la phase de 12'' ^{1/4} | 4 |
| Chapitre 2 : Analyse des problèmes | 7 |
| 2.1 Objectif du chapitre | 8 |
| 2.1.1 Objectif principal | 8 |
| 2.1.2 Objectifs secondaires | 8 |
| 2.2 Choix d'étude de la phase 12'' ^{1/4} | 8 |
| 2.2.1 Choix basé sur le taux de no productive time (NPT) et les délais de réalisation | 8 |
| 2.2.2 Choix liés aux problèmes géologiques de la phase 12'' ^{1/4} | 10 |
| 2.3 Analyse des problèmes dans la phase 12'' ^{1/4} de RDC..... | 13 |
| 2.3.1 Description des problèmes | 13 |
| 2.4 Étude des problèmes produits selon leur gravité..... | 21 |
| 2.4.1 Problème de coincement | 21 |
| 2.4.2 Problème de perte de circulation | 22 |
| 2.4.3 Problème de défaillance de matériel..... | 22 |
| 2.4.4 Problèmes des attentes | 23 |
| 2.4.5 Problème d'ROP | 23 |
| 2.4.6. Problème de rétrécissement de trou..... | 24 |
| Chapitre 3 : Étude économique | 26 |
| 3.1 Analyse des temps non productif de la phase 12'' ^{1/4} à RDC | 27 |
| 3.2 Estimation de surcoût des puits sélectionnés dans la phase 12'' ^{1/4} | 29 |
| 3.3 Impact de l'écart du délai de réalisation par le délai prévu sur l'économie..... | 30 |
| 3.4 Impact de l'écart sur le plan économique..... | 31 |
| 3.5 L'impact sur le plan stratégique..... | 32 |
| 4. Conclusions et Recommandation | 33 |
| 4.1. Conclusions | 33 |
| 4.2 Recommandations | 34 |
| 4.2.1 Coincement | 34 |
| 4.2.2 Perte de circulation | 35 |
| 4.2.3 Défaillance de matériel | 35 |
| 4.2.4 Attente..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.5 ROP | 36 |
| 4.2.6 Rétrécissement de trou | 37 |
| <i>Conclusion générale :</i> | 38 |
| <i>Bibliographie</i> | 39 |
| <i>Annexe A : Rapport journalier de boue-RDC16.</i> | 40 |

Liste des figures :

| | |
|---|----|
| Figure 1. 1: Situation géographique de Rhourd Chegga (RDC) | 2 |
| Figure 1. 2: Carte géographique du champ RDC | 3 |
| Figure 1. 3: La série stratigraphique de périmètre de RDC | 4 |
| | |
| Figure 2. 1: Situation géographique des Offset Wells de RDC | 7 |
| Figure 2. 2: Pourcentage des NPT des puits RDC par phases | 8 |
| Figure 2. 3: Délais moyen par phase au niveau de RDC | 9 |
| Figure 2. 4: Délais prévus et délai réalisé de 12"¼ des puits de RDC | 9 |
| Figure 2. 5: Les argiles fluentes | 11 |
| Figure 2. 6: Évaluation des densités de formation par rapport à la profondeur | 12 |
| Figure 2. 7: Répartition des puits de RDC par problème de 12"¼ | 19 |
| Figure 2. 8: Répartition des problèmes à la phase 12"¼ par puits à RDC | 19 |
| Figure 2. 9: Coincement mécanique | 21 |
| Figure 2. 10: Perte de circulation | 22 |
| Figure 2. 11: Pompe de forage et TDS | 23 |
| | |
| Figure 3. 1: Répartition du cumul NPT par puits | 28 |
| Figure 3. 2: Répartition des NPT dans la phase 12"¼ par problèmes | 28 |
| Figure 3. 3: Répartition des surcoûts de la phase 12"¼ par puits | 30 |

Liste des tableaux :

| | |
|--|----|
| Tableau 2. 1: Analyse des problèmes de forage à RDC de la phase 12"¼ | 13 |
| Tableau 2. 2: Comparaison des performances des divers outils pendant la phase 12"¼ | 24 |
| | |
| Tableau 3. 1: Répartition des NPTs de chaque puits candidat de la phase de 12"¼ à RDC . | 27 |
| Tableau 3. 2: Détail du surcoût décortiquer sur chaque puits | 29 |
| Tableau 3. 3: Estimation de l'impact des NPT sur le plan économique | 31 |
| Tableau 3. 4: Délai de réalisation des divers puits à RDC | 32 |

Liste des abréviations

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| RDC..... | Rhourde Chegga |
| ENAGEO..... | L'entreprise nationale de géophysique |
| +/- | Plus ou moins |
| BHA..... | Bottom hole assembly, |
| L.C.M | Lost circulation material |
| ROP | Rate of penetration |
| RPM | Rotation per Minute |
| Q | Debit (litre/min) |
| YP | Yield Point (lbf/100fr ²) |
| LGS | Low gravity solids |
| OBM | Oil base mud |
| OBD | Over balanced drilling |
| POOH | Pull out of hole |
| RIH | Run in hole |
| TDS | Top Drive System |
| P _f | Pression de formation |
| P _{hy} | Pression hydrostatique |
| WC | With connexion |
| WOC | Without connexion |
| SH | Sonatrach, |
| PU | Prix unitaire |
| KDA | Kilo Dinars Algerien |
| \$ | Dollars Américain |
| TD | Total depth (en metre) |

Introduction :

L'exploitation des ressources pétrolière est un élément essentiel pour la valorisation des ressources énergétiques du pays, dans ce contexte le forage est un outil crucial pour l'accès à ces ressources.

Cependant, les problèmes liés au forage peuvent être nombreux et complexes, notamment ceux rencontrés dans la phase 12^{1/4} à Rhourd Chegga (RDC). Cette phase est particulièrement critique car elle détermine la réussite ou l'échec du forage.

L'objectif de cette mémoire est d'analyser les problèmes de forage rencontrés dans la phase 12^{1/4}, l'impact de ces problèmes sur le plan économique de l'entreprise et mettre en place des recommandations afin de remédier à la situation réplétive au niveau de la région.

Notre travail est divisé en trois chapitres

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique qui englobe des généralités sur notre périmètre.
- Le deuxième chapitre présente les statistiques des offset Wells de la phase 12^{1/4}, et ainsi l'analyse des problèmes.
- Le troisième chapitre présente l'étude économique et la détermination des résultats obtenus avec leur discussion.

A la fin nous allons mettre en place des conclusions et des recommandations afin de remédier à la situation réplétive au niveau de la région.

Chapitre 1 : Généralité sur le périmètre de RDC

Introduction

Le forage des puits RDC s'inscrit dans le cadre du programme de développement du périmètre de Rhourd Chegga (RDC), ou, ces forages permettent le développement des Quartzites de Hamra, considérés comme objectif principal, ainsi que l'évaluation du réservoir Triasique T1 comme objectif secondaire.

Les puits traverseront les Grés du T1 jusqu'au Quartzites de Hamra à profondeur. Les résultats des puits, déjà forés, ont montré que les réservoirs à potentiels sont celui du Trias Argilo-Gréseux (TAG) avec les niveaux de Grés de la base des unités (T1) et série inférieure (Grés de RDC), et l'Ordovicien qui est les Quartzites de Hamra (QH).

1.1 Situation géographique et géologique

[Réf ; 8]

Le gisement de Rhourde Chegga est situé dans le bloc 433, du bassin d'Amguid Messaoud, à une trentaine de Kilomètres au Nord Est de Hassi- Messaoud Wilaya d'Ouargla. La modélisation géologique du chenal triasique (Grés du RDC) du champ montre que plusieurs puits se trouvent dans une zone de plaine d'inondation, ce qui explique l'absence des Grés du RDC au niveau de ces derniers.

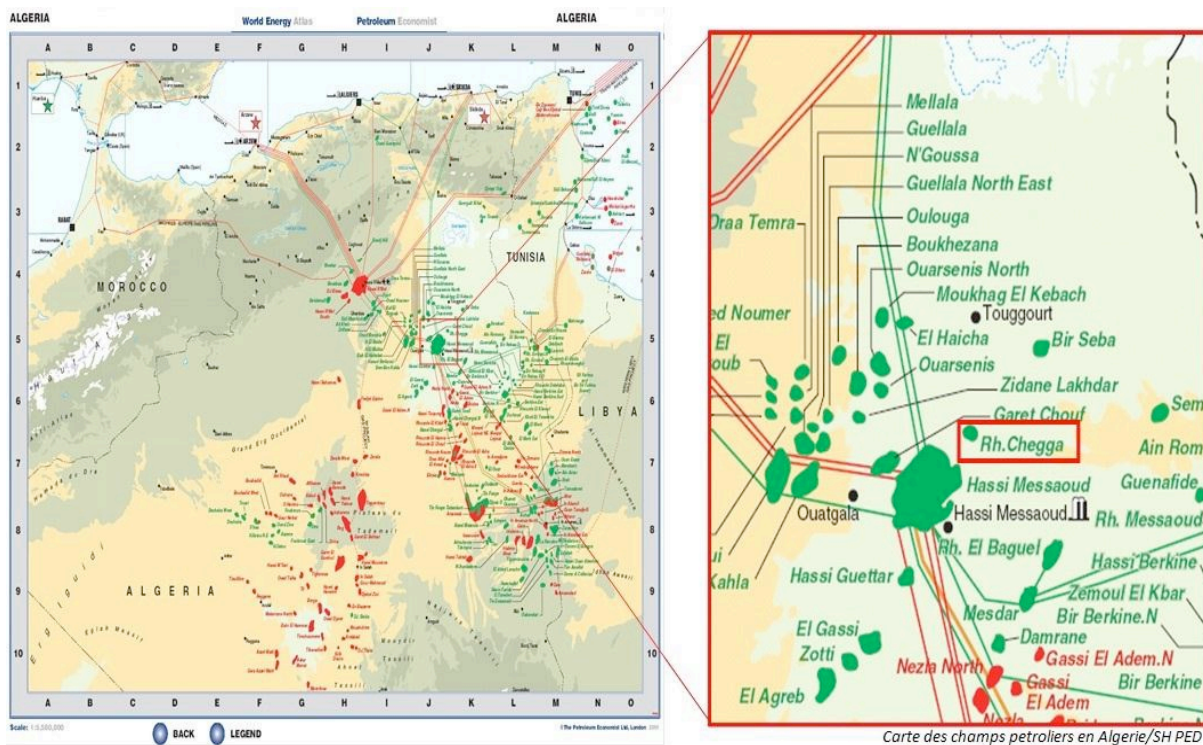


Figure 1.1: Situation géographique de Rhourd Chegga (RDC)

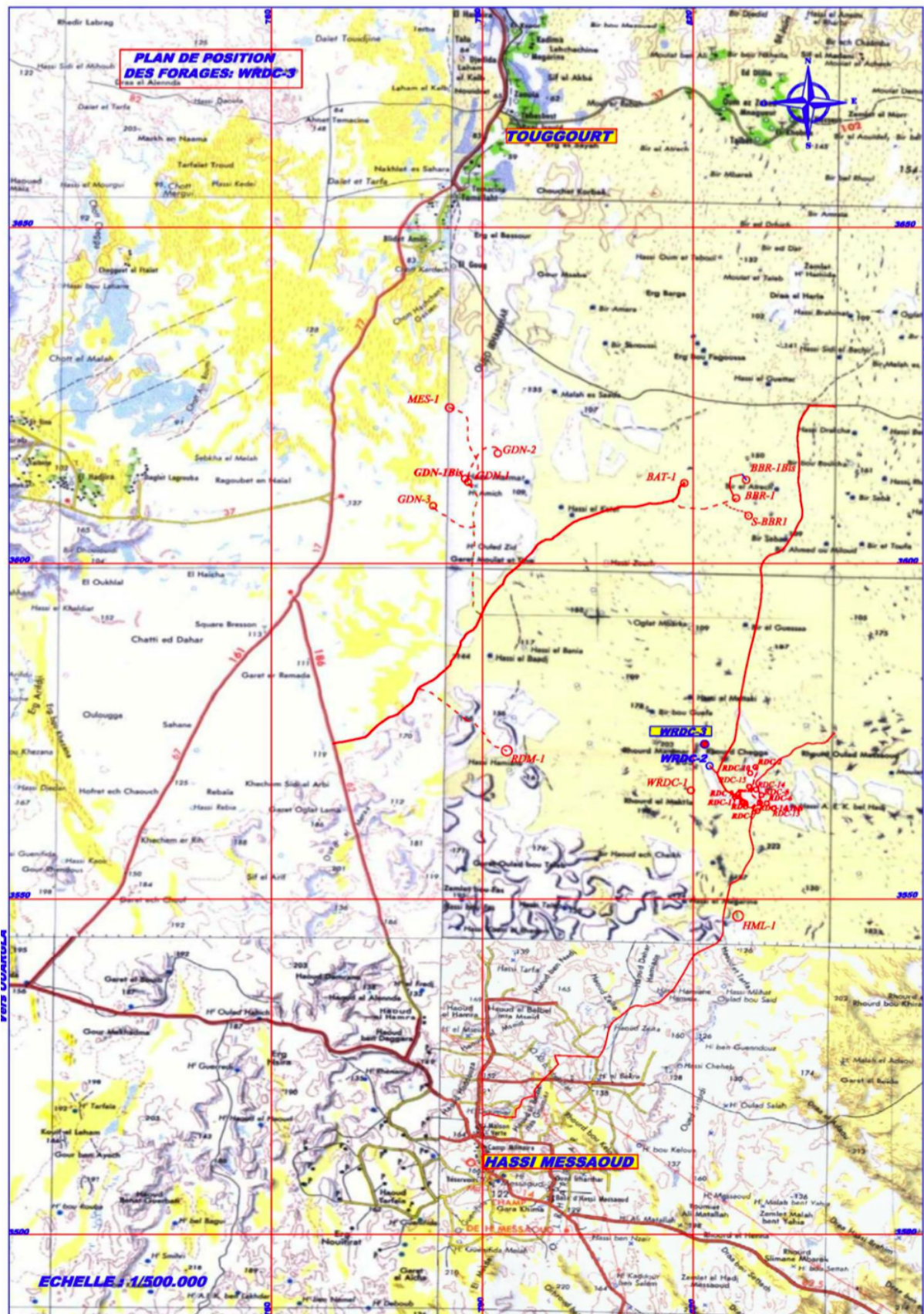


Figure 1.2: Carte géographique du champ RDC

1.2 Présentation litho-stratigraphique de la phase de 12" 1/4

La série stratigraphique du périmètre de RDC, notamment la phase de 12" 1/4 se présente du haut en bas comme suite. [Réf ; 7]

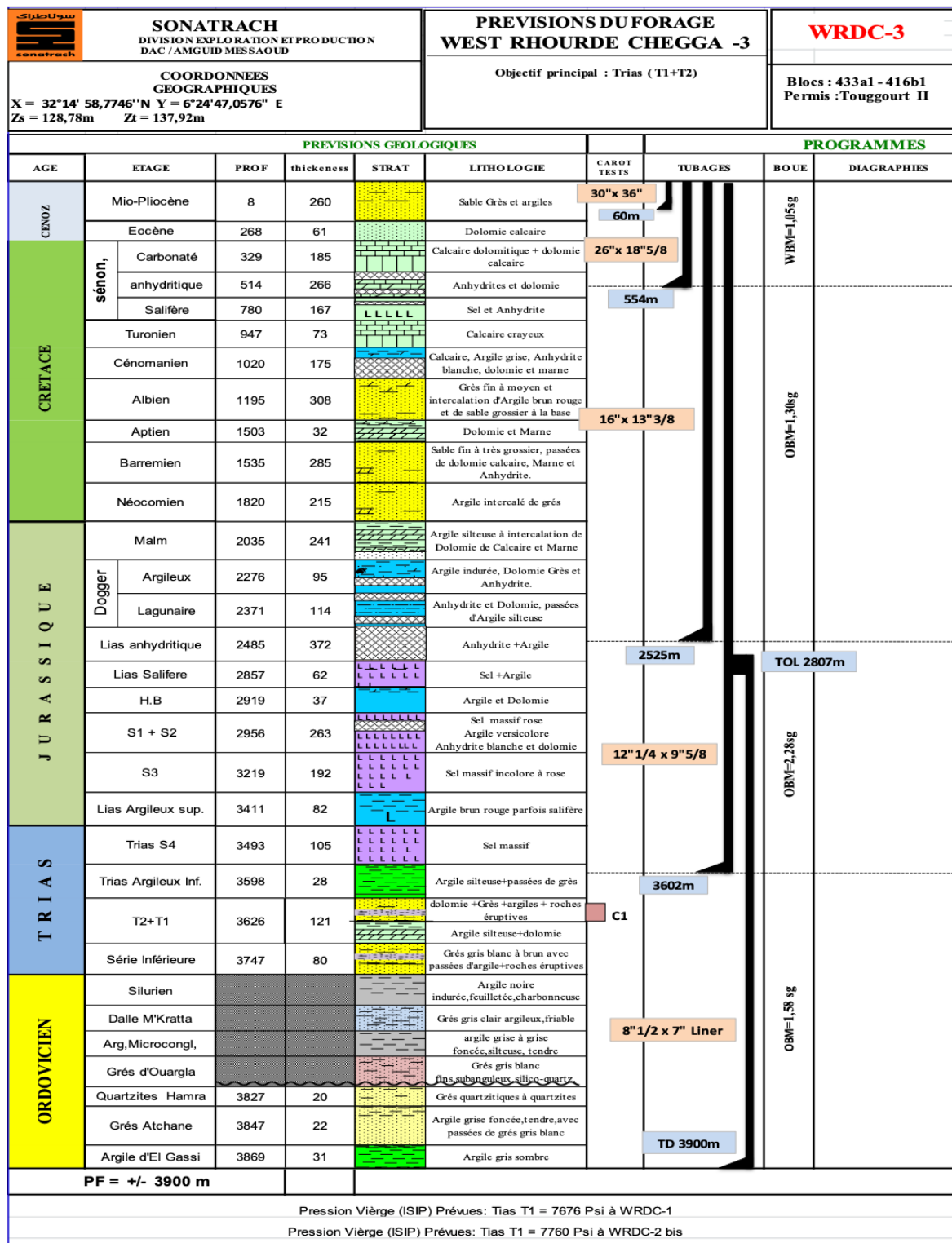


Figure 1. 3: La série stratigraphique de périmètre de RDC

- **Lias Anhydritique (entre 350 et 400m d'ép.)**

Anhydrite massive blanche avec des passées d'argile gris et gris vert à indurée, dolomitique et niveaux de dolomie grise.

- **Lias Salifère (entre 40 et 70m d'ép.)**

Sel massif blanc à translucide avec passées d'argile grise à gris vert tendre, de la dolomie gris beige microcristalline dure et d'anhydrite blanche. Sels blancs à rosâtres, transparents à translucides, massifs et durs, d'anhydrites massives, blanches, pulvérulentes, tendres à dures, d'argiles brun-rouge, parfois grises, tendres et légèrement carbonatées et de calcaires dolomitiques gris-beige, micro-cristallins et tendres.

- **Horizon B (LD3) (environ 40m d'épaisseur)**

Calcaire gris argileux avec intercalations d'argiles gris-clair, tendres à indurées et légèrement carbonatées et de calcaires dolomitiques gris à gris-blanc, microcristallins, argileux et durs,

- **Lias S1 + S2 (environ 270m d'épaisseur)**

Sel massif translucide et rosâtre avec des passées d'anhydrite blanche et d'argile brune – rouge plastique.

LS1, se sont des sels blancs à rosâtres, transparents à translucides, massifs et durs, d'anhydrites massives, blanches, pulvérulentes, tendres à dures, d'argiles brun-rouge, parfois grises, tendres et légèrement carbonatées et de calcaires dolomitiques gris-beige, microcristallins et tendres (e = 90m) ;

LS2 se sont des sels massifs blancs et rosâtres, transparents à translucides et d'argiles brun-rouge, tendres, indurées et légèrement carbonatées (e = 60m).

- **Lias S3 (entre 180 et 220m d'ép.)**

Sel massif translucide et rosâtre avec des passées d'anhydrite blanche et d'argile brun – rouge plastique.

- **Lias Argileux (environ 90m d'ép.)**

Argile brun rouge, gris à gris verdâtre, pâteuse salifère avec passées de sel blanc translucide.

- **Trias S4 (entre 100 et 130m d'ép.)**

Sel massif blanc à translucide avec passées d'argile brun rouge.

- **Trias Argileux (G30) (d'environ 20m d'ép.)**



Argile brun rouge tendre à pâteuse salifère, fines passées de sel massif translucide.

Les argiles de l'argileux sont de plus ou moins silteuse, dolomitiques et anhydritique avec des intercalations de bancs de sel au sommet.

Conclusion

D'après la situation géographique et géologique nous concluons que la phase de 12''^{1/4} de RDC contient des formations venant des dépôts mésozoïques remontent à 250 millions d'années.

Ces formations sont constituées des dépôts sédimentaires tels que les argiles venant des roches détritiques, le calcaire gris et dolomitique originaire des roches carbonatées et les sels venant des roches évaporitiques.

Nous remarquons aussi qu'avec le temps, ces dépôts de formations ne sont pas homogènes, car ils sont constitués de plusieurs types de roche, à titre d'exemple, prenons le cas de l'horizon B, qui est mélangé de calcaire gris, de calcaire dolomitique et d'argiles.

Nous signalons que l'horizon B (LD3) et les argiles fluentes qui se trouvent à cette phase, sont des formations assez problématiques, en se basant sur les effets qui peuvent engendrer lors d'une opération de forage, en effet, l'LD3 peut débiter en causant une contamination de fluide, aussi, les argiles fluentes peuvent engendrer les gonflements et le rétrécissement de trou ainsi que le phénomène de ballooning.

Chapitre 2 : Analyse des problèmes

Introduction

Depuis le premier forage en 1984 jusqu'à ce jour, trente et cinq (35) puits ont été foré à RDC, les statistiques des Offset Wells montrent que la phase 12^{1/4} a subis des différentes difficultés que nous allons analyser attentivement dans ce chapitre.

Les puits candidats que nous avons sélectionnés pour cette étude, sont RDC11, RDC15, RDC16, RDC18, RDC20, RDC28 et WRDC3 sur la figure 2.1 ci-après.

[Réf ; 10]

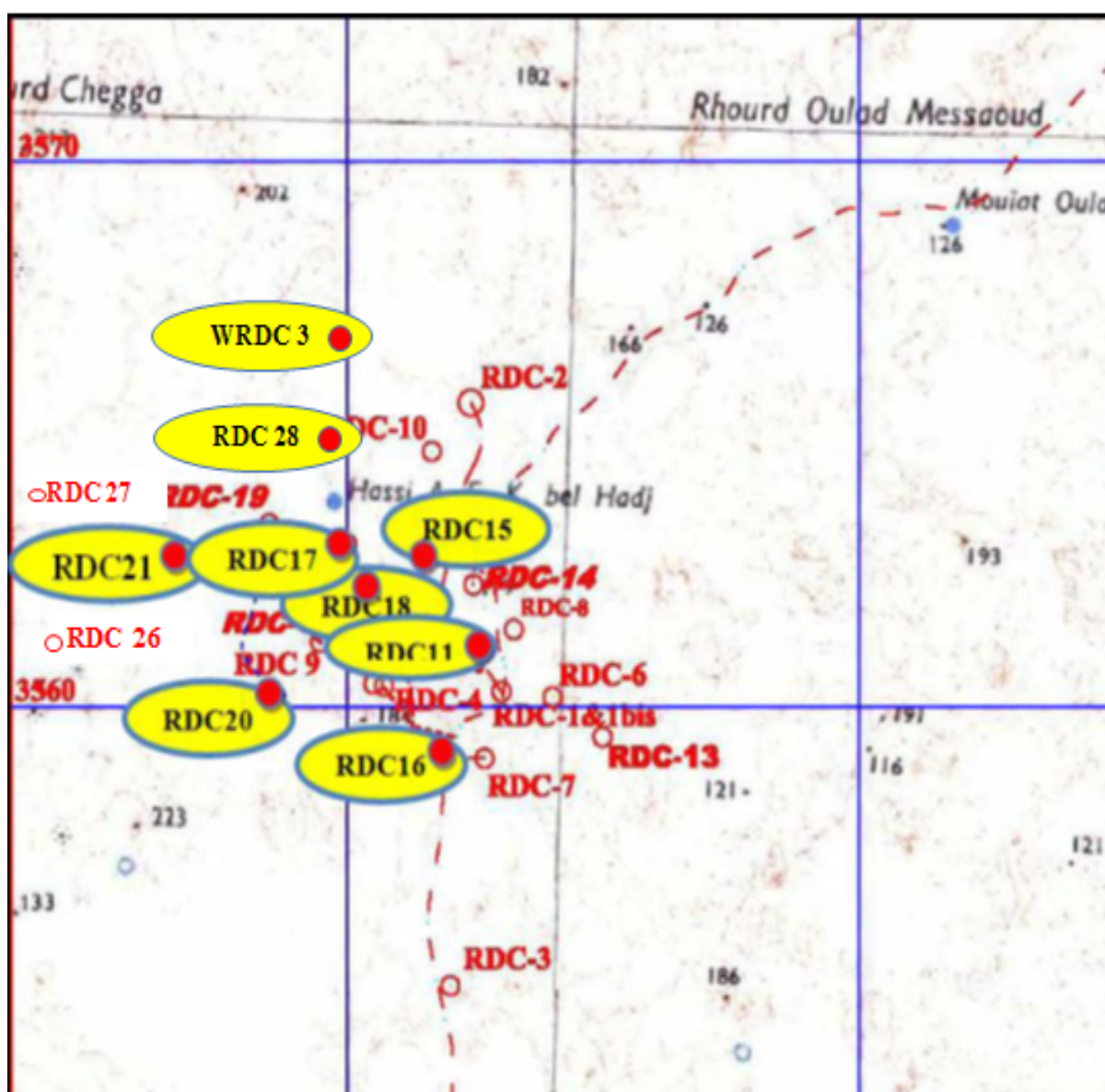


Figure 2. 1: Situation géographique des Offset Wells de RDC

2.1 Objectif du chapitre

2.1.1 Objectif principal

Analyser les problèmes de la phase de 12"¼ au niveau de RDC, pour cela Sept (07) puits candidats sont sélectionnés pour réaliser cette étude (RDC11 RDC15 RDC16 RDC18 RDC20 WRDC3 RDC28)

2.1.2 Objectifs secondaires

Diagnostiquer les problèmes en parlant sur :

- Les causes et les conséquences
- Cerner les erreurs humaines et les méthodes de pratique

2.2 Choix d'étude de la phase 12"¼

2.2.1 Choix basé sur le taux de no productive time (NPT) et les délais de réalisation

D'après les analyses des Offset Wells de la région de RDC, nous remarquons que la majorité des NPT provenant de la phase 12"¼ sont élevés par rapport aux autres phases, ce qui nous a encouragés à choisir cette dernière pour notre étude.

La figure 2.2 suivante montre que les NPT de la phase 12"¼ représentent une grande partie du cumul total des NPT enregistrés dans les puits candidats, soit 53%.

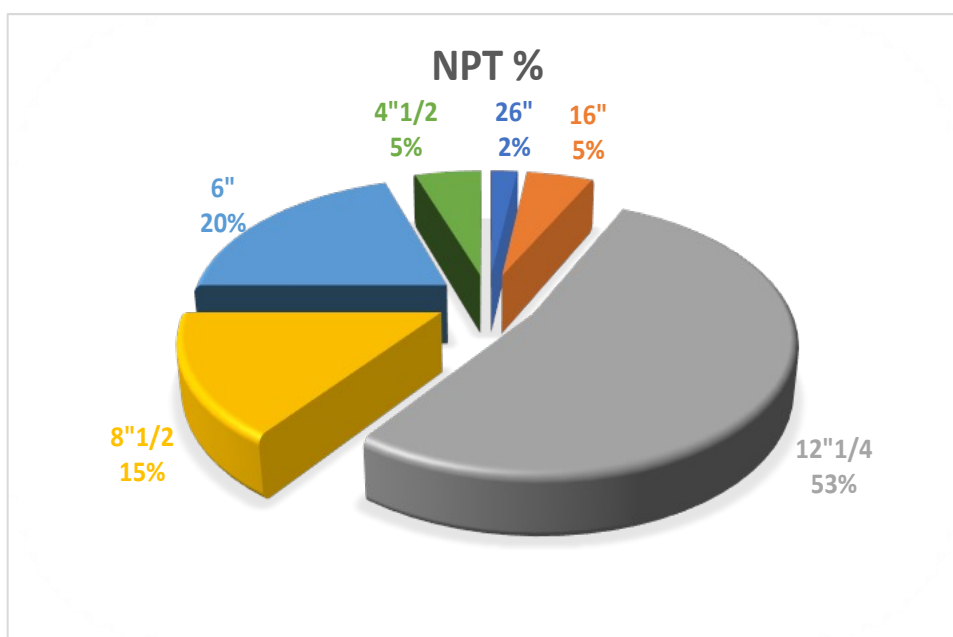


Figure 2. 2: Pourcentage des NPT des puits RDC par phases

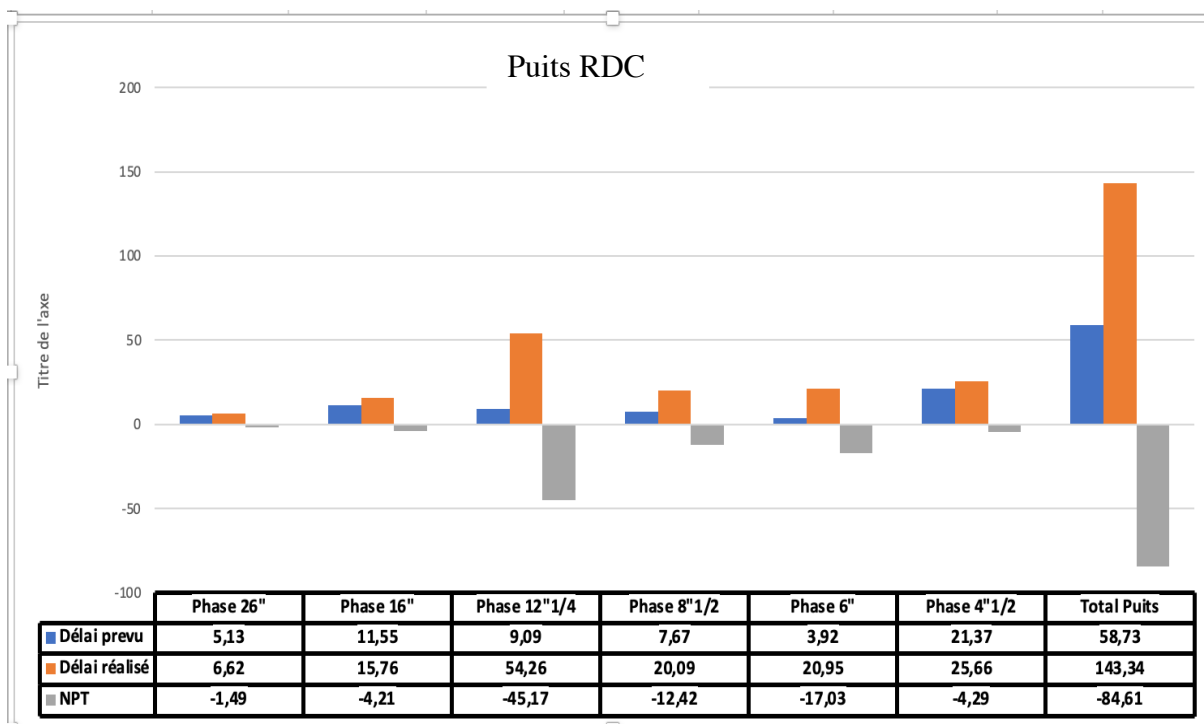


Figure 2. 3: Délais moyen par phase au niveau de RDC

La figure 2.3, montre clairement que les NPT enregistré dans la phase 12^{1/4}'' sont très larges, par rapport aux autres phases, soit 45,17 jours, par rapport à la période totale planifié qui est de (58,73jrs).

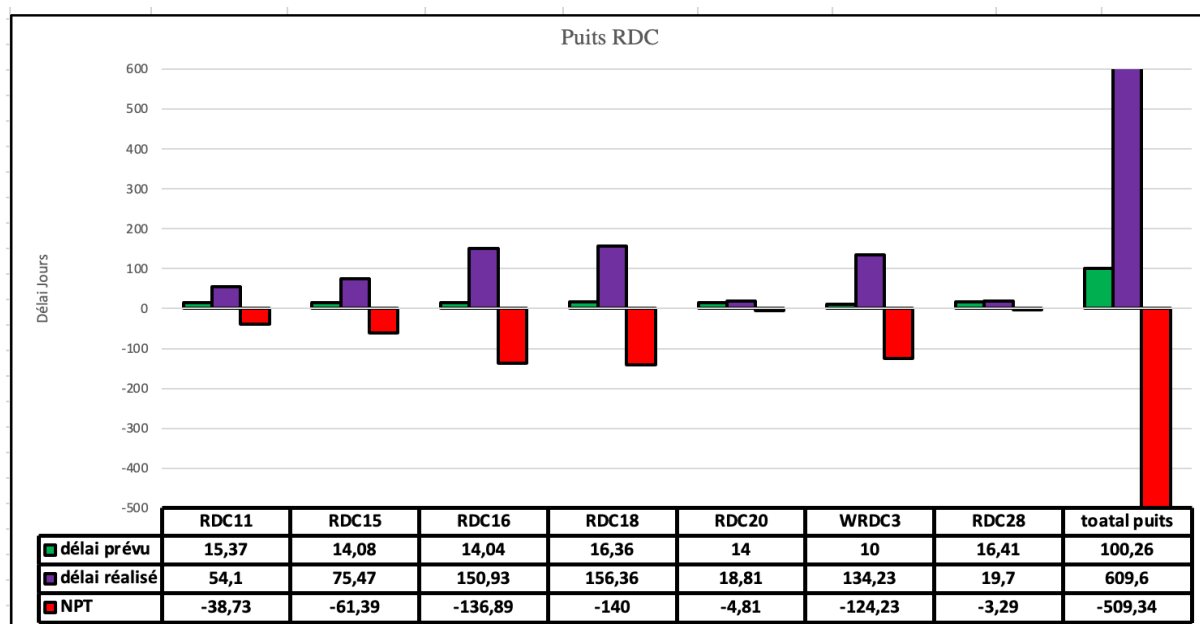


Figure 2. 4: Délais prévus et délai réalisé de 12"¼ des puits de RDC

La figure 2.4, montre que la phase de 12^{1/4} a subi des élargissements aux délais de réalisation par rapport aux prévisions planifiés, ce changement, est dû essentiellement aux difficultés imprévues qui ont survécu pendant le forage de la phase, notamment, les coincements, les pertes et les pannes.

Nous remarquons aussi que l'écart est très élevé dans les anciens puits (RDC 15, RDC 16 et 18) par rapport aux derniers puits (RDC 20 et RDC 28).

2.2.2 Choix liés aux problèmes géologiques de la phase 12^{1/4}

Les principaux problèmes de géologie de la phase 12^{1/4} au niveau de RDC sont des problèmes provenant des formations ou nous allons distinguer deux (02) types ;

2.2.2.1 Problèmes provenant de l'horizon B

On l'appelle aussi l'LD3 qui est une alternance de dolomie et de marne, comme parfois on peut croiser l'LD2 qui est composé de dolomie cristalline et d'anhydrite.

L'LD3 (Lias dolomitique), est une argile gris-clair, tendre à indurée et légèrement carbonatées, de calcaires dolomitiques gris à gris-blanc, micro-cristallins, argileux et durs, généralement d'une épaisseur entre (30 et 40m).

Le problème principal engendré par l'horizon B une fois débité, à cause d'une raison ou d'une autre, est la contamination directe de fluide de forage, puis, les molécules de cette eau commence à réagir avec le fluide en brisant les liaisons entre les particules de la boue à base d'huile, afin de perdre complètement l'homogénéité.

2.2.2.2 Problèmes provenant des argiles fluentes

Les argiles tel que le Lias Argileux, ce sont des argiles fluentes qui se trouvent entre deux formations salifères imperméables tel que le S3 et le Trias S4(G20), ce qui ne laisse aucune chance au fluide qui se trouve au niveau des argiles d'émigrer à travers les formations.

Par conséquent, la pression du fluide sur cette formation augmente, ce qui nécessite une densité équivalente afin d'équilibrer les deux pressions, celle du trou et celle provenant de la formation.

Néanmoins, une fois on est en statique ou les pertes de charge s'annulent, là, il faut s'inquiéter, car, avec le déséquilibre de pression ainsi que le phénomène de l'over-burden exercé toujours sur les argiles, ces derniers commencent à propager vers le trou, une fois trouvent la densité de la boue chutée, ce qui cause des coincements.

Par fois les argiles fluentes sont rencontrées au niveau du Trias Salifère TS2 (sels massifs avec intercalations d'anhydrites et d'argiles), le fluage de ces argiles peut causer aussi des problèmes de coincement et affecter le calibrage du puits, ces argiles sont forées avec une boue lourde (une densité de l'ordre de 2,30).

Le Trias Argilo-gréseux, qui se trouve plus bas, ne résiste pas à cette densité élevée de la boue, ce qui cause des pertes de circulation, ces pertes sont alors observées au niveau du Trias Argilo-gréseux.

Afin d'y remédier, il a été décidé de poser le tubage 9"5/8 au niveau du G30 (Trias Argileux).

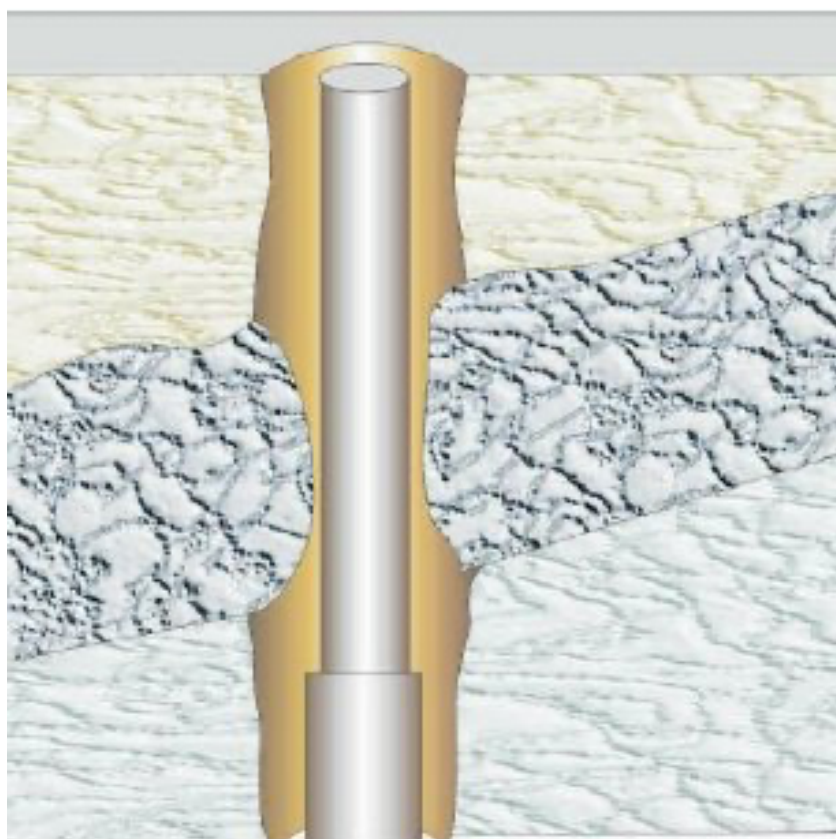


Figure 2. 5: Les argiles fluentes

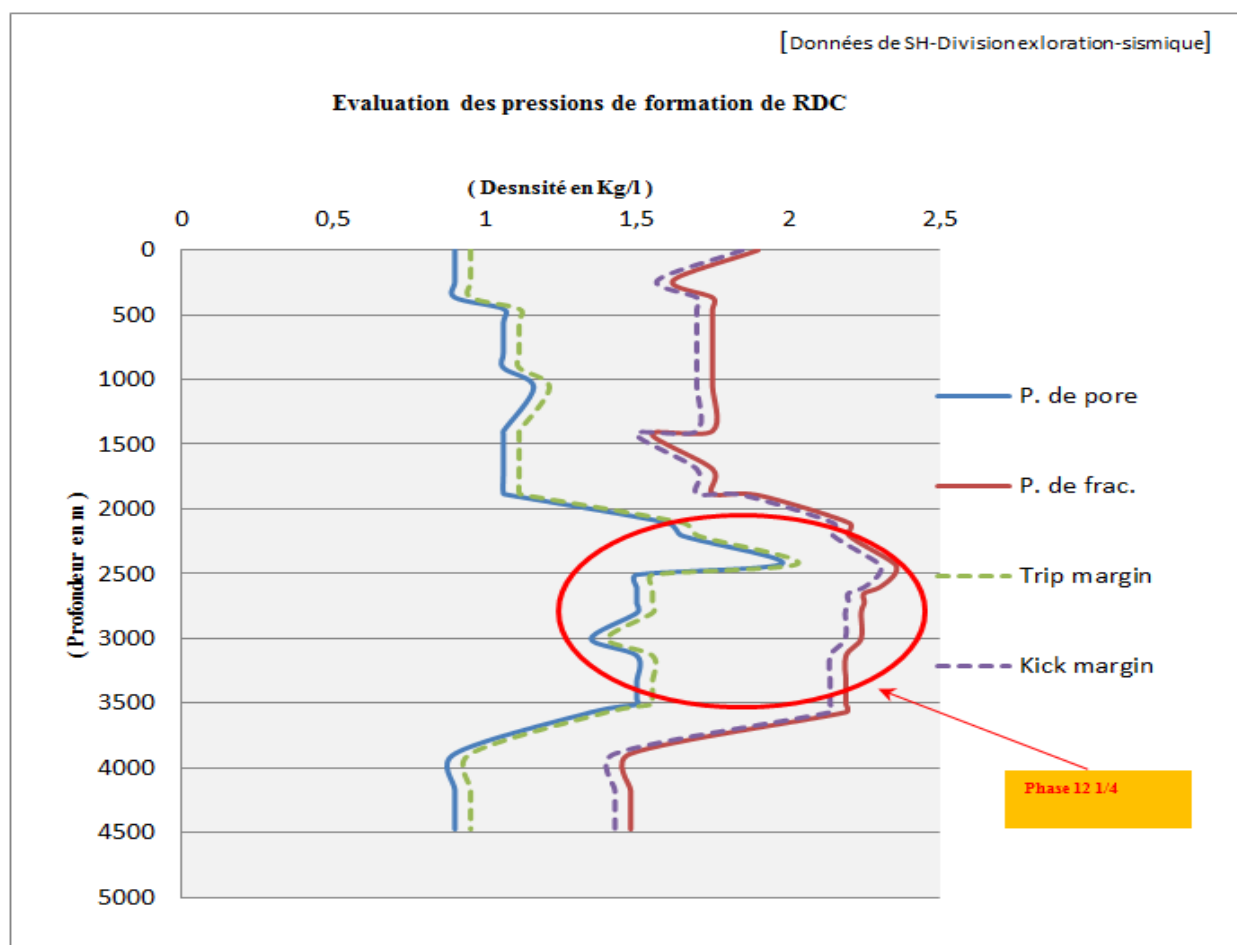


Figure 2. 6: Évaluation des densités de formation par rapport à la profondeur

La figure 2.5, reflète les densités des fluides de chaque formation à chaque profondeur précise, au niveau de la phase 12^{1/4} de RDC.

Ces données nous ont permis de calculer les pressions des pores et les pressions de fractures ainsi les marges de sécurité en cas de manœuvres et en cas de venue.

Pendant le forage de la phase de 12^{1/4}, la densité de notre fluide de forage doit rester dans la fenêtre de boue quel que soit la contrainte, sinon, on risque de fracturer ou d'avoir une venue.

2.3 Analyse des problèmes dans la phase 12^{1/4} de RDC

2.3.1 Description des problèmes

Tableau 2.1: Analyse des problèmes de forage à RDC de la phase 12^{1/4}

| Puits | Problème au niveau de | Description des problèmes | Cause de problème | Conséquence de problème |
|-----------|------------------------|---|---|---|
| RDC 28 | Power | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @2438, 2930 et 3277 total shut down | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problem électrique au SCR | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 35.5 hrs NPT ▪ Lost 3m³ de boue |
| | Top Drive | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @2633m, Réparation de IBOP de TDS. ▪ @ 3552, changement de seals entre TDS et wash pipe | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solide control dégradé (43% des solides) ▪ Fuite au tube d'usure ▪ Maintenance insuffisante ▪ Erreur humaine ▪ Manque de nettoyage et de maintenance des solides control ▪ Qualité dégradée, et absence des tests. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4.75 hrs NPT ▪ Provocation de rétrécissement de trou |
| Puits | Problème au niveau de | Description des problèmes | Cause de problème | Conséquence de problème |
| | Rétrécissement du trou | <ul style="list-style-type: none"> ▪ De 3570 @ 3370m, soft back reaming de trou. ▪ De 3370m @ 2995 m, soft back reaming ▪ De 2875m @ 2790 m, soft back reaming | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Argile gonflant (Lias Argileux) ▪ Arrêt de circulation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=09 hrs ▪ Risque de coincement |

| | | | | |
|--------------|------------------------------|---|---|---|
| RDC 20 | Problème de pompe | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @ 2515m & 2714m, Réparation de la pompe N°01, changement de vanne et du siège de clapet. ▪ @2714m, Pompe N°02, Réparation de soupape et changement de la vanne et de siège de clapet ▪ @2969 & 3303m, Pompe N°01, réparation de corps d'aspiration ▪ @ 3108, changement de valve et de siège clapet. ▪ @3303, pompe N°02, changement de 03 valve et siège de clapet et nettoyage de la ligne d'aspiration ▪ @3303 pompe N°01, changement de valve et siège clapet. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solide control dégradé (42% des solides) ▪ Densité de boue très élevé=2,28sg ▪ Absence de maintenance ▪ Manque de nettoyage au niveau de circuit de boue | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=12,75 hrs |
| | Top drive | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @ 2681m et @ 2714m, Réparation de système de lubrification et système de rotation et circulation. ▪ @ 2714m Changement de tube d'usure et réparation de la rotation ▪ @3303, Réparation de tube d'usure et système de rotation et circulation | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=6,25hrs |
| | Brin mort | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @ 2969m, Réparation de brin mort et changement de capteur | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Matériel défaillant | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=02hrs |
| Puits | Problème au niveau de | Description des problèmes | Cause de problème | Conséquence de problème |
| RDC 18 | Problème de ROP | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible ROP au Lias anhydritique, ROP_{wc}=1,52 m/h ; ROP_{woc}=1,59 m/h | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mauvais choix de l'outil SP619A | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 13,5 hrs d'NPT ▪ Nouvel outil MI813VPX |

| | | | | |
|--------------|------------------------------|---|---|---|
| RDC 18 | Coincement | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @ 2 691m, coincement mécanique, essai de décoincement (35-37 et 42 Ton) suivi par un 1er side track. ▪ @ 2868m, coincement mécanique suivi par un 2eme et 3eme side track ▪ @ 3030m, coincement mécanique, deux (02) fois d'essai pour libération | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erreurs humaines (Application des procédures de forage) ▪ Arrêt des moteurs ▪ Changement de wash-pipe ▪ Temps de connexion ▪ Perte de circulation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=130 jrs ▪ Attente des compagnies de service ▪ Opération de repêchage ▪ 03 Side track |
| | Pompes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ De 2594m @3520m, changement dans la pompe N°01 et N°02 (flasque d'usure, piston et chemises, 08siège de valves, 08 valves, soupapes, valve de stroks 01&03, joints tores), ▪ De 2594m @3520m, réparation dans les deux pompes (système de refroidissement, flasque d'usure | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solid control dégradé ▪ Matériel défaillant ▪ Absence de maintenance | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=03jrs ▪ Ecart en délai de 05mois. |
| | Défaillance du matériel | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réparation de câble de treuil, pragma, ▪ Problèmes au niveau du générateur N°02. ▪ Réparation au niveau de top drive (tête de circulation) | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=10 hrs |
| | Attente | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Opération de logging & produit et équipe de cimentation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Humaine (Planification) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT 05jrs |
| Puits | Problème au niveau de | Description des problèmes | Cause de problème | Conséquence de problème |
| WRDC 3 | Ciment | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Au cours de déplacement du ciment en pompant 81m³ de boue, SPP increase du 600 psi au 1650 psi. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erreurs humaines ▪ Défaillance des équipements de cimentation (les | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT= 125.60 jrs ▪ Remonter csg 9^{5/8} |

| | | | | |
|--------------|------------------------------|--|--|---|
| WRDC 3 | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tentative de continue la chasse SPP attient 2350 psi puis commencer de decrease et perdu le retour. ▪ Flash set du ciment à l'intérieur du csg 9^{5/8} | bouchons et l'anneau) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Opération fishing ▪ Side track |
| RDC 16 | Perte de circulation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @ 3559 Trias argileux, Pendant la cimentation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erreur humaine due à la mauvaise estimation de TD) au niveau de G30. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT= 2,55 jrs ▪ 37m³ boue ▪ 12m³ d'LCM ▪ Coincement |
| | Coincement | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coincement suite au phénomène de ballooning et suite à la sédimentation des cuttings ▪ Changement de programme lourd en léger | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Phénomène de ballooning ▪ Sédiments des cuttings ▪ Nettoyage insuffisant du trou | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT=1 36,7 9 jrs ▪ Opération de repêchage ▪ 03 Side track ▪ Abandon du puits |
| Puits | Problème au niveau de | Description des problèmes | Cause de problème | Conséquence de problème |
| RDC 15 | Perte de circulation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ @ 3404m, perte totale au niveau de Trias argileux | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Causé par erreur de cote de sabot | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Éboulement ▪ Problème de nettoyage de trou ▪ Coincement |
| | Coincement | <ul style="list-style-type: none"> ▪ De 2155m @ 3404m, Coincement de la BHA (pendant le back reaming) qui un back off, et après l'opération de fishing, un bouchon de ciment (TOF à 3195m / KOP à 3122m), puis un side track. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erreur de cote (dépassement) ▪ Perte totale ▪ Remplissage insuffisant | <ul style="list-style-type: none"> ▪ De multiple Repêchage réussi de 1 248m ▪ Side track ▪ NPT=35,35 jrs |

| | | | | |
|--------------|-------------------------------------|---|---|---|
| RDC 15 | Pompes | <ul style="list-style-type: none"> De 2417m@ 3623m, réparation & changement des pistons, les chemises, les joints tore, toutes les valves et les sièges de valve, les clapets, le corps d'aspiration, les soupapes | <ul style="list-style-type: none"> Problème au niveau de solide control Maintenance insuffisante | <ul style="list-style-type: none"> NPT=4,42jrs |
| | Attente | <ul style="list-style-type: none"> Rupture en stock en matière de pièce de rechange Réparation des équipements | <ul style="list-style-type: none"> Erreur humaine Manque de coordination et d'optimisation | <ul style="list-style-type: none"> NPT= 22 hr |
| | ROP | <ul style="list-style-type: none"> @ 2901m, Changement d'outil MI616PX (4- 2-CR-C-X- I-PN-BT-PR) par un autre de même marque MI616PX | <ul style="list-style-type: none"> Outil hors service | <ul style="list-style-type: none"> NPT=1,08 jrs |
| Puits | Problème (au niveau / de) | Description des problèmes | Cause de problème | Conséquence de problème |
| RDC 11 | Perte de circulation | <ul style="list-style-type: none"> @ 2 449m, perte totale, pompage de multiples bouchons de ciment et retraitage du casing à deux reprises. | <ul style="list-style-type: none"> Problème de corrélation géologique (Erreur dans la pose de sabot de csg 13^{3/8}) | <ul style="list-style-type: none"> Chute de densité de 2,27sg à 2sg 05bouchon de ciment Sortir le casing deux fois. NPT=32,38jrs 75,7m³ de boue perdu, 50m³ de ciment et |

| | | | | |
|-----------|--|---|--|---|
| RDC 11 | | | | 15m ³ d'LCM |
| | Pompe, Tamis & Top Drive et générateur de courant | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réparation dans les deux (02) pompes, changement les joint tore, les chemises les pistons. ▪ Réparation dans la Top Drive, la tête de circulation et le pipe d'usure. ▪ Changement de d'écran de tamis N°02 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problème au niveau de solide control ▪ Maintenance insuffisante | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT= 3jrs |
| | Attente | <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'arrivage de Float valve, et cross over ▪ Produits de boue ▪ Clefs automatiques | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erreur humaine ▪ Manque de coordination. ▪ Manque de planification | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPT= 2jrs |

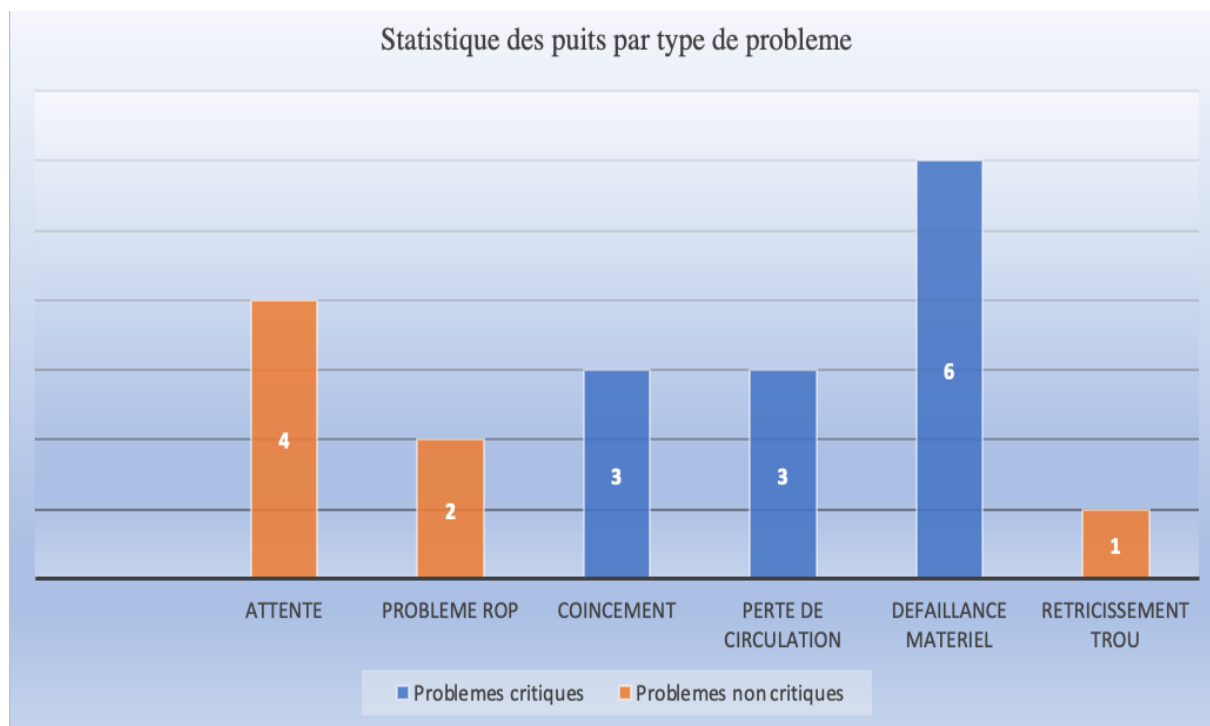


Figure 2. 7: Répartition des puits de RDC par problème de 12"1/4

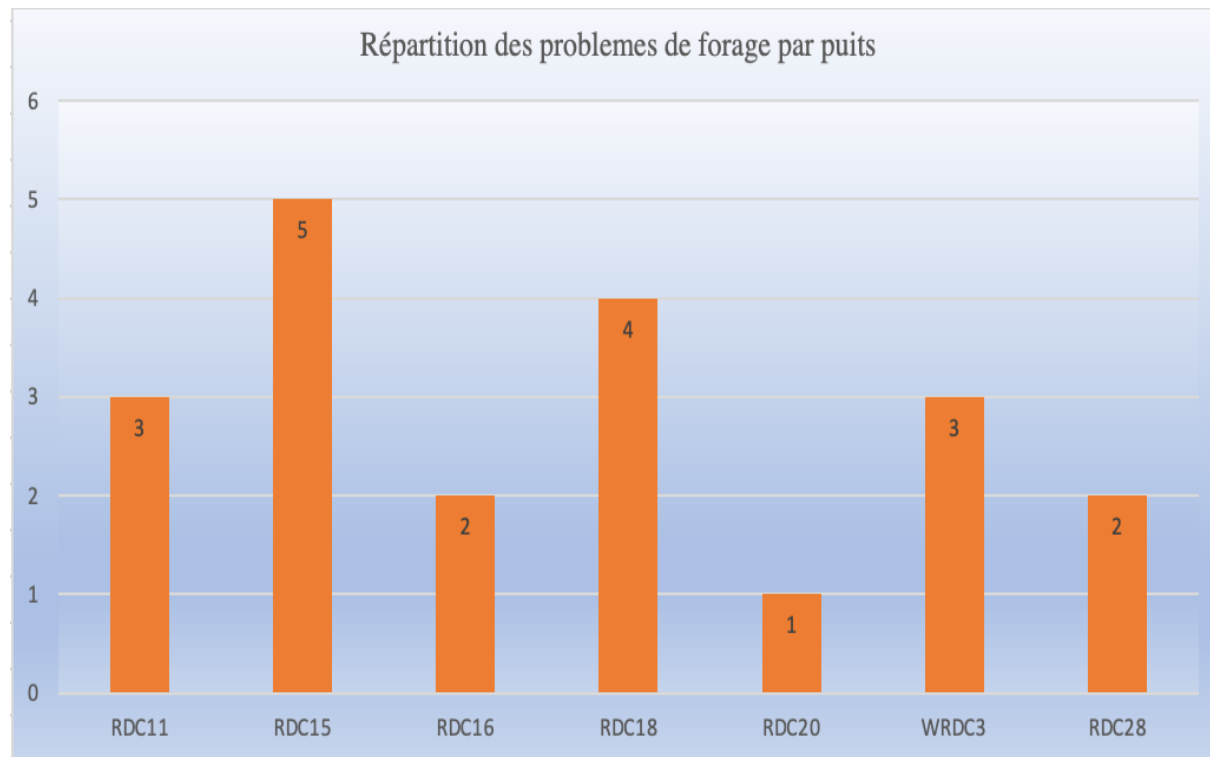


Figure 2. 8: Répartition des problèmes à la phase 12"1/4 par puits à RDC

La figure 2.6, montre la répartition des puits par type de problème de forage, le cas étudié les sept puits candidat qui vont réparti comme suite ;

- Six (06) puits sur sept (07) ont subi les problèmes de pannes en matériel, soit 85% des puits.
- Quatre (04) puits sur sept (07) ont subi les problèmes des attentes, soit 57,14 % des puits.
- Trois (03) puits sur sept (07) ont subi les problèmes de coincement, soit 42,86 % des puits.
- Trois (03) puits sur sept (07) ont subi les problèmes des pertes de circulation, soit 42,86%.
- Deux (02) puits sur sept (07) ont subi des problèmes d'avancement, soit 28,57 % des puits.
- À la fin un (01) puits sur sept (07) a subi le problème de rétrécissement de trou, soit 14,28 %.

Vu l'impact de ces problèmes sur le forage dans la phase, nous pouvons les classer selon leur gravité, ou, nous distinguons trois (03) problèmes critiques, à noter, le coincement, les pertes de circulation et les pannes de matériel, et trois (03) non critiques, qui sont les attentes, les problèmes d'avancement, et le rétrécissement de trou.

La figure 2.7, recense les contraintes par chaque puits de forage, dont nous distinguons ;

- Cinq (05) problèmes au niveau de RDC-15 sur six (06) réplétifs à RDC, soit 83% des problèmes.
- Quatre (04) problèmes au niveau de RDC-18, soit 66,67 % des problèmes.
- Trois (03) problèmes au niveau de RDC-11 et WRDC-3, soit 50 % des problèmes.
- Deux (02) problèmes au niveau de RDC-16, RDC-28, soit 33 % chaqu'un.
- Un (01) problème au niveau de RDC-20, soit 16,66 % des six (06) problèmes répétitifs de RDC.

D'après les données, nous remarquons que les anciens puits tel que RDC-11, RDC-15 et RDC-18 ont enregistré plus de problème par rapport au puits récent, RDC-20 et RDC-28.

Nous remarquons aussi bien que WRDC-3 est un puits récent mais il a enregistré plus de 124 jours NPT vue qu'il est un puits d'exploration d'un part et que presque la totalité d'NPT sont enregistrée après une mauvaise cimentation du casing 9^{5/8} (après le TD de la phase) d'autre part.

2.4 Étude des problèmes produits selon leur gravité

2.4.1 Problème de coincement

Ce type de problème est considéré comme majeur, il est apparu dans trois (03) puits, RDC-15, RDC-16 et RDC-18, en causant des désastres conséquences en matière NPT et cout (NPT=302,14 jrs).

Les causes principales de ces incidents sont les erreurs humaines, comme la mauvaise application des procédures, le mauvais nettoyage du trou, et les pertes de circulation suite à la mauvaise estimation de TD ainsi les pannes engendrées par les réparations au niveau des équipements (TDS, générateur et pompes).



Figure 2. 9: Coincement mécanique

2.4.2 Problème de perte de circulation

Ce problème est considéré comme majeur, vu son impact sur le forage de la phase, sa gravité et ses conséquences, il est enregistré dans trois (03) puits, RDC-11, RDC-15 et RDC-16.

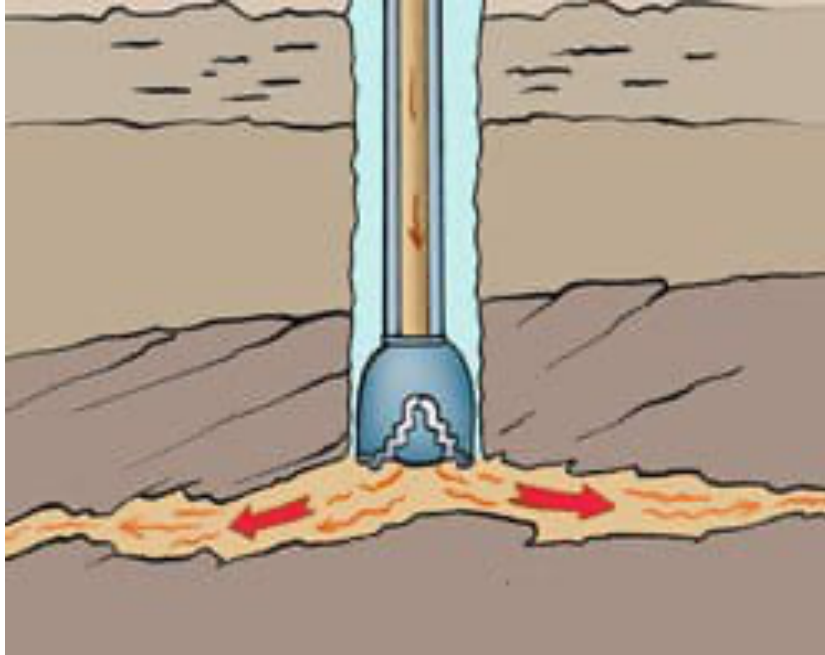


Figure 2. 10: Perte de circulation

Les surcoûts causés par les pertes de circulation sont très onéreux, les NPT sont large (34,93 jrs), et des multiples problèmes qui ont mené droit au coincement. L'origine de ce type de problème est causée par erreur humain, ou, les cotes TD sont mal estimées.

2.4.3 Problème de défaillance de matériel

Le problème des équipements défaillants tel que les générateurs électriques, la TDS et les pannes des pompes sont très répétitifs, spécialement ces derniers qui sont considérés comme l'un des problèmes majeurs pendant le forage de la phase de 12^{1/4}, car, elles peuvent causer d'autre problème désastreux comme le coincement.

Les problèmes des pannes sont enregistrés au niveau de six (06) puits candidats sur sept (07) avec NPT de cent quarante-quatre (144.36) jours, nous distinguons, RDC-11, RDC-15, RDC-16, RDC-18, RDC-28 et WRDC-3.

La cause principale est l'erreur humaine, qualité des produits de cimentation et le ciment, problèmes de pompe et le solide control, ce dernier est considéré comme défaillant, par suite de 'analyse des solides dans la boue de forage pris au niveau du bac actif qui est de 45% (voir l'annexe A).



Figure 2.11: Pompe de forage et TDS

2.4.4 Problèmes des attentes

Ce problème est apparu dans quatre (04) puits, RDC-11, RDC-15, WRDC-3 et RDC-18 dont NPT équivalent à douze (12) jours.

Ce type de problème répétitif est classé dans la case des erreurs humaines, car, nous pouvons l'éliminer carrément si nous planifions les opérations et anticipons les besoins.

2.4.5 Problème d'ROP

D'après l'analyse du tableau 3.2, nous remarquons que le problème d'avancement lié au ROP a été enregistré que dans les anciens puits, tel que, RDC-11 et RDC-16 avec NPT équivalent à 1,65 jour.

Ce problème, ne s'apparaît plus dans les puits récents, néanmoins, nous allons analyser les puits forés qui ont fait une meilleure performance en utilisant des outils adéquats, ces

derniers ont donné de meilleurs résultats dans les mêmes conditions et les mêmes paramètres de forage avec l'utilisation du TDS.

Le tableau ci-après montre une étude comparative entre les sept (07) puits déjà forés avec de différents outils de forage qui ont donné de résultat satisfaisant.

Tableau 2. 2: Comparaison des performances des divers outils pendant la phase 12"1/4

| Puits | RDC 11 | RDC15 | RDC 16 | RDC 28 | RDC 18 | RDC 20 | WRDC 3 |
|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nom de l'outil | 122 VTD | FM | FX66 | DSH | FM | R 813 | DSH |
| ROP (m/hr) | 613 | 3663 Z | | 816M | 3663 Z | DGX | 816M |
| | 9,32 | 11,91 | 07,98 | 11,85 | 11,91 | 10,74 | 12,60 |

2.4.6. Problème de rétrécissement de trou

D'après l'analyse des données précédentes, nous constatons que le problème de rétrécissement de trou a été enregistré dans le puits RDC-20, au niveau de Lias argileux qui est connu avec ses argiles fluentes.

Lors de l'arrêt de circulation et la chute des pertes de charge au niveau de Lias argileux, les formations argileuses ont commencé à pénétrer dans le trou avec le phénomène de l'overburden causé par la pression des formations salifères exercées sur les argiles,

Par suite de ce problème, nous avons enregistré un NPT de neuf (09) heures.

Conclusion

L'historique des problèmes étudiés au niveau de RDC, notamment le forage de la phase 12"1/4 montre que des conséquences graves ont été produites qui sont engendrés par les causes précitées dans le tableau 2.1.

En effet, de large NPT, 509 jours, et des retards par rapport au planning initial de 100 jour, ainsi que, des conséquences opposées que ce soit dans le remplacement des éléments perdus comme la boue de forage, ou la colonne de tubage ou, la garniture ou les opérations de service comme le repêchage et le side track...etc., qui sont, très, couteuses.



Les erreurs humaines sont la cause principale des problèmes arrivés, la pénétration sur G30 (Trias Argileux) avec la densité de boue de forage (2,25 à 2,30) mène à des pertes de circulation très sévères et ces derniers mène au coincement, les attentes sont très réplétives.

Le mauvais traitement mécanique des solides participe aux bouchages et aux pannes des pompes en comptant la densité du fluide avec la vitesse qui influence sur l'usure du Wash pipe et la ligne des pompes.

Chapitre 3 : Étude économique

Introduction

Cette étude économique a pour but d'examiner les NPT produits lors du forage de la phase de 12ⁿ/₄. Pour avoir une idée claire du poids NPT liés aux difficultés, nous allons dans ce chapitre, les valoriser, les évaluer, et, les exposer en matière monétaires, en estimant les surcouts des opérations imprévues, le matériel, et les matériaux utilisés afin d'y remédier aux situations.

L'étude reste inachevée, si, nous ne parlons pas de l'impact de ce temps perdu, sur le plan économique et stratégique de l'entreprise.



3.1 Analyse des temps non productif de la phase 12"1/4 à RDC
Tableau 3. 1: Répartition des NPTs de chaque puits candidat de la phase de 12"1/4 à RDC

| Nom du puits | Période | Rig | Type d’NPT | NPT (jrs) |
|---------------|---------|---------|--|-----------|
| RDC 11 | 2012 | TP 202 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Perte de circulation ➤ Défaillance de matériel ➤ Attente de matériel | 38,73 |
| RDC 15 | 2013 | TP 202 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Perte de circulation ➤ Coincement ➤ Défaillance de matériel ➤ Attente de matériel ➤ Faible ROP | 61,39 |
| RDC 16 | 2014 | NDIL284 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Perte de circulation ➤ Coincement | 136,79 |
| RDC 18 | 2016 | NDIL284 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Défaillance en matériel ➤ Attente ➤ Coincement ➤ Faible ROP | 140,00 |
| RDC 20 | 2016 | ENF 29 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rétrécissement de trou ➤ Défaillance de matériel | 2,42 |
| WRDC 3 | 2019 | TP 227 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Défaillance de matériel (Problème de cimentation) | 124,23 |
| RDC 28 | 2020 | TP 227 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problème de pompe ➤ Problème en TDS | 3,29 |

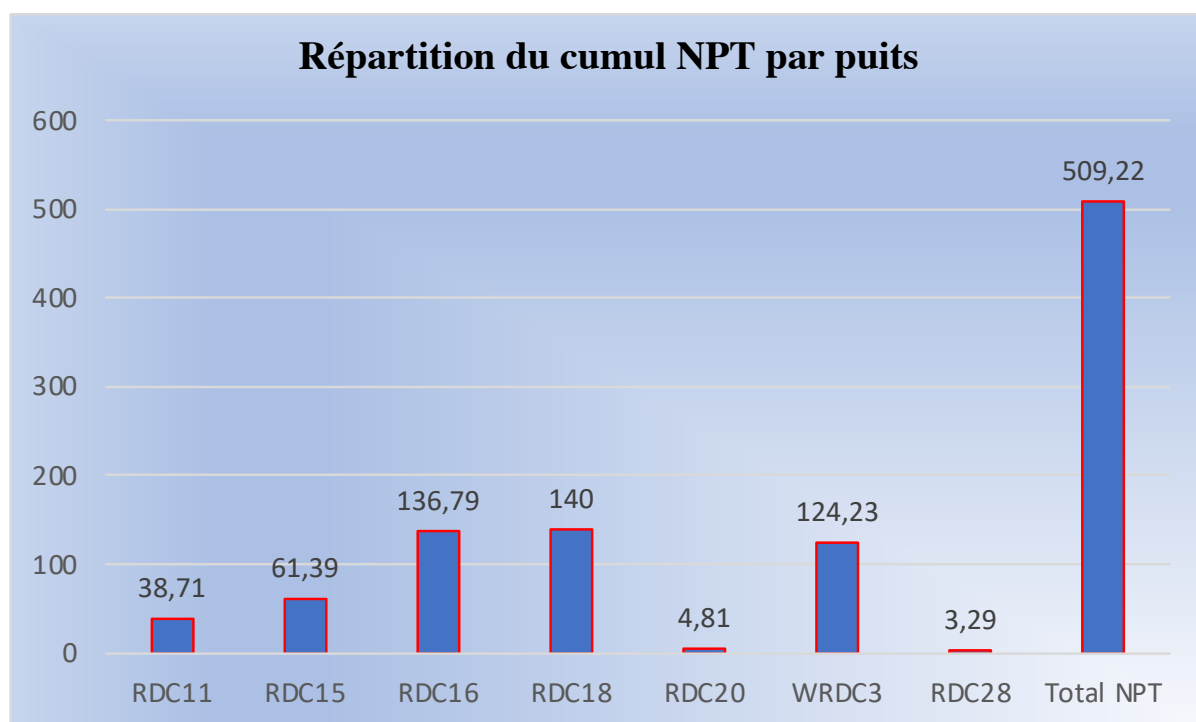


Figure 3. 1: Répartition du cumul NPT par puits

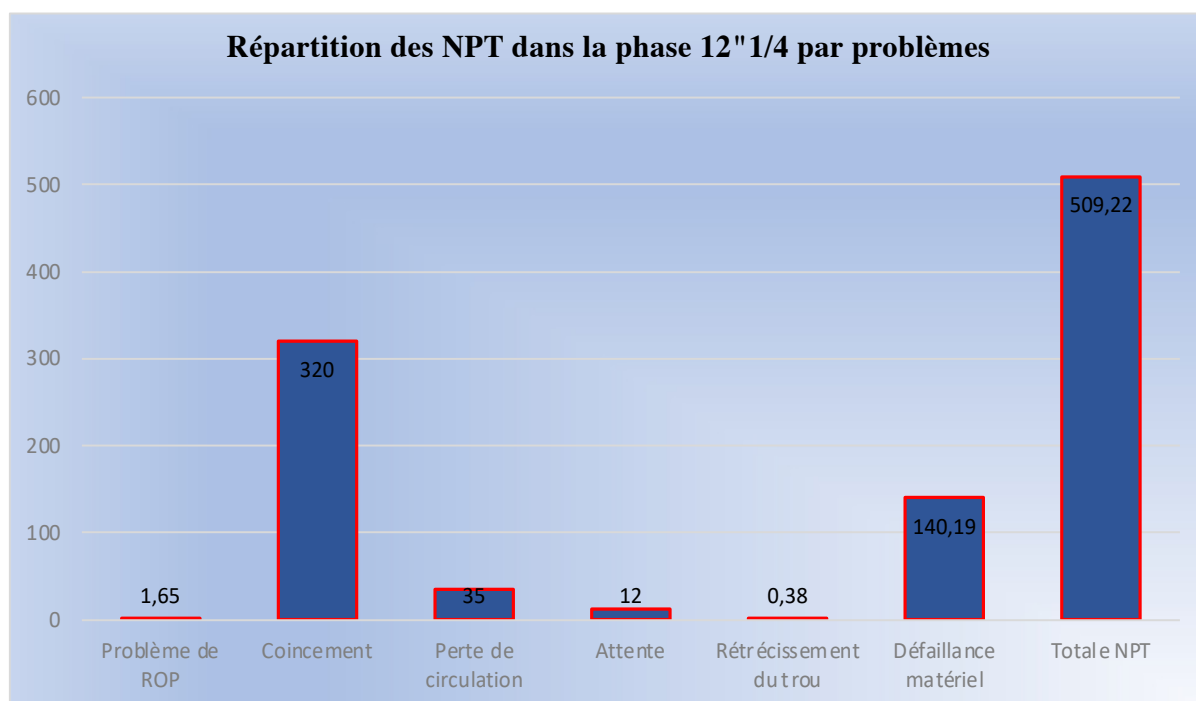


Figure 3. 2: Répartition des NPT dans la phase 12" 1/4 par problèmes

Figure 3.1 : montre un total d’NPT enregistré dans les sept (07) puits candidats de 509,22 jours répartis sur chaque puits candidat comme suite ;

- RDC-18, RDC-16 et WRDC3, ont atteint un NPT équivalent à (140 – 137- 124) jours respectivement, qui sont anormalement longs.
- RDC-15, et RDC-11 ont atteint un NPT équivalent à 61 et 39 jours respectivement, ces NPT sont longs.
- RDC-20 et RDC-28 ont atteint un NPT équivalent à 02 jours, et 03 jours, respectivement, qui sont considérés comme dans les normes.

Figure 3.2 : montre les problèmes derrière les NPT, ou, nous distinguons six (06) types de problème.

- Le problème de coincement a subi le maximum d’NPT qui est de 320 jours, soit un taux de **63%**
- Les pertes de circulation, les pannes dans les équipements et les attentes ont enregistré 184 jours, soit un pourcentage de **36 %**.
- L’avancement et le rétrécissement de trou ont subi 05 jours d’NPT, soit **01%** du total des NPT.

3.2 Estimation de surcoût des puits sélectionnés dans la phase 12^{1/4}

Le rig se trouve à une trentaine de 100 Km de Hassi Messaoud, par conséquent, le barème de rémunération se calcul dans la zone d’activité une (01).

Le surcout est calculé à la base des NPT et les charges engendrées par l’intervention pré des difficultés, tels que, la boue, les LCM, les bouchons de ciment, les opérations de repêchage et les side-track

Le surcout total pour les sept puits candidats est de **2 932 440 550 DA**.

Tableau 3. 2: Détail du surcout décortiquer sur chaque puits

| Puits | RDC 11 | RDC 15 | RDC16 | RDC 18 | RDC 20 | WRDC3 | RDC28 | Total |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|----------|------------|
| Surcout KDA | 231391.50 | 338357.20 | 827973.76 | 827130.79 | 13021.49 | 692997 | 19045,81 | 2932440,55 |

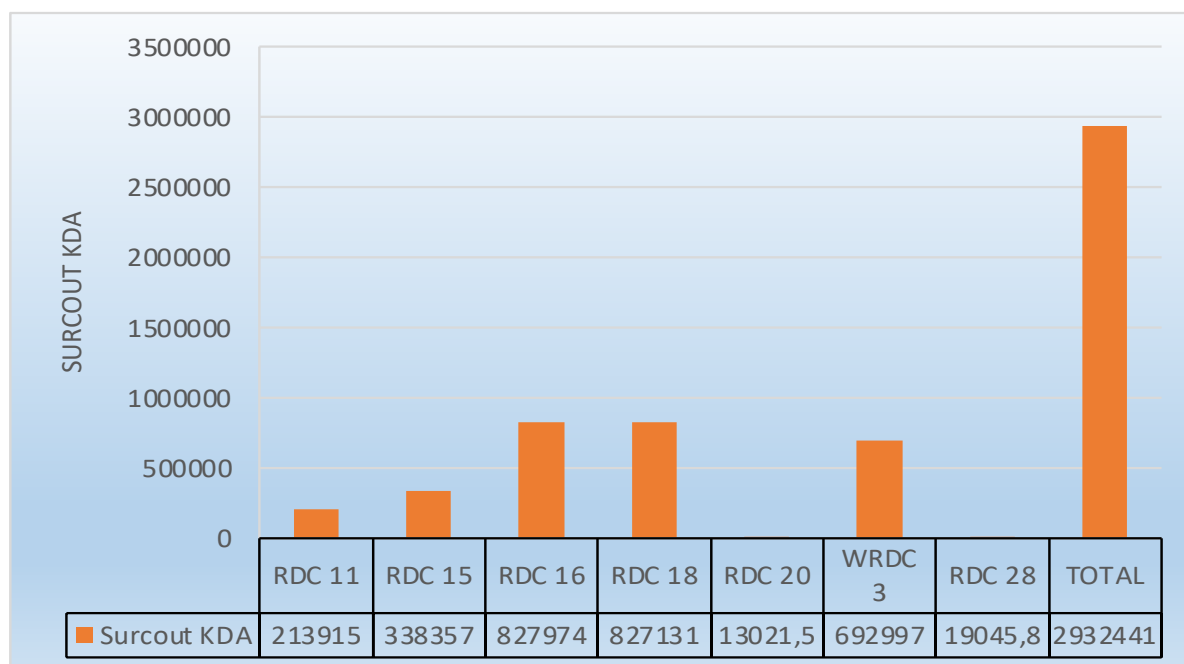


Figure 3. 3: Répartition des surcouts de la phase 12"1/4 par puits

D'après les résultats affichés dans la figure 2.4, et le tableau 3.4, nous remarquons que les surcouts de la hase 12"1/4 des trois puits RDC-16, WRDC3 et RDC-18 sont très élevés, qui représentent 70% du cumul total dans la phase.

- ✚ Les surcouts des puits RDC-11 et RDC-15 sont élevés, représentent 28,5% du cumul.
- ✚ Les surcouts dans les puits, RDC-20 et RDC-28 sont acceptables, représentent 1,5% du total.

3.3 Impact de l'écart du délai de réalisation par le délai prévu sur l'économie

D'après les résultats du facteur temps, précités à la figure 2.4 menés au chapitre précédent entre le temps de réalisation et le temps prévu de la phase 12"1/4 de RDC.

Nous allons faire une étude d'impact de ce glissement de planning sur le plan économique et stratégique de la société SH.

3.4 Impact de l'écart sur le plan économique

Tableau 3. 3: Estimation de l'impact des NPT sur le plan économique

| Nom du puits | Période | Ecart NPT (jr) | Quantité journalière DST (m ³ /h) | P.U. moyen du baril (\$) | Montant (\$) |
|-----------------------|-----------|----------------|--|--------------------------|--------------|
| RDC 11 | 2012 | 38,73 | 8,02 | 102,3 | 4796358,276 |
| RDC 15 | 2013 | 61,39 | 4,56 | 114,90 | 4855082,59 |
| RDC 16 | 2014 | 136,79 | 3,59 | 93,40 | 6923246,451 |
| RDC 18 | 2016 | 140 | 15,58 | 47,5 | 15638792,45 |
| RDC 20 | 2016 | 2,42 | 5,2 | 48,8 | 92694,21887 |
| WRDC 3 | 2017 | 124,23 | 15,08 | 52,26 | 14777853,25 |
| RDC 28 | 2020 | 3,29 | 8,59 | 72,26 | 308248,6168 |
| 07 puits d'RDC | 2012-2020 | 506,85 | / | / | 47392275,86 |

Car; 01 baril = 159 litres

Pour assimiler le résultat en dinars Algérien, nous devons prendre le taux de change de chaque année, néanmoins, et par manque de données, nous avons pris le taux de change du 28/04/2024 ;ou, 1\$ = 139 DA.

Donc le montant sera de **6 587 526 344 DA.**

3.5 L'impact sur le plan stratégique

Tableau 3. 4: Délai de réalisation des divers puits à RDC

| Puits | RDC-20 | RDC-18 | RDC-28 | RDC-16 | RDC-15 | RDC-11 | WRDC 3 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Délai de réalisation (jr) | 92,8 | 103,77 | 77,39 | 64,52 | 74,34 | 58,73 | 123 |

Le tableau 3.4, la moyenne du délai de réalisation d'un puits au niveau de RDC est estimée à 84,93 jours.

Sachant que l'écart de délai enregistré est plus d'un an, à noter 509,22jrs (voir tableau 3.3) Par conséquent, nous pouvons réaliser plus de 06 puits similaires au niveau de région de RDC avec ce total NPT. Egalement avec le surcout de ces NPT qui est estimé à 2 932 440,55 KDA, nous pouvons avoir un budget pour financier plus de cinq (05) puits.

Conclusion

D'après l'étude économique menée dans ce chapitre, nous nous concluons que le poids des NPT enregistré sur les puits étudiés est très lourd, et influence sur le plan économique et stratégique.

Sur le plan d'investissement, cette analyse montre bien que l'impact est assez large, car, c'est un enchaînement d'opération sans cession.

A cet effet, nous devons établir une approche pro active dans l'immédiat, et mettre en place un plan d'actions afin de réduire les NPT et atteindre notre objectif dans les réalisations futures.

4. Conclusions et Recommandation

4.1. Conclusions

- ✚ La phase de 12"^{1/4} est constituée principalement d'argile et de sel, comme on peut trouver des calcaires, des anhydrites et de dolomite à travers ses formations, comme les argiles et les anhydrites au niveau de TS2.
- ✚ Les argiles fluides sont des formations assez problématiques qui provoquent les rétrécissements de trou et le coincement mécanique par éboulement ou par le phénomène de ballooning.
- ✚ L'horizon B est un problème de formation peut provoquer une venue d'eau, qui participe à la contamination du fluide de forage.
- ✚ Les NPT de la phase de 12"^{1/4} représente 53% du cumul total des phases, et les anciens puits tel que RDC-18, RDC-16, RDC-15 et RDC-11 ont pris la grande proportion.
- ✚ La mauvaise estimation du TD pour la phase de casing 13"^{3/8}, ou, 9"^{5/8} au niveau lias anhydritique ou de Trias Argileux, cause des pertes totales de circulation, cas du puits RDC-11 et RDC-15.
- ✚ La mauvaise qualité de ciment et l'erreur de calcul de temp de pompabilité cause des NPT énorme pour la restauration du ciment le cas du WRDC-3.
- ✚ Pendant le forage de la phase de 12"^{1/4}, la densité de notre fluide de forage doit rester dans la fenêtre de boue quel que soit la contrainte, si non, on risque de fracturer ou d'avoir une venue.
- ✚ La majorité des problèmes de coincement et des circulations sont dus aux erreurs humaines, et a la mauvaise application des procédures.
- ✚ Les pertes totales peuvent provoquer les problèmes de coincement, cas de RDC-15.
- ✚ Les problèmes de défaillance de matériel (Pompe et Top drive) sont des problèmes répétitifs dans la majorité des puits de RDC, qui nécessitent une bonne maîtrise de la situation en dotant les chantiers par l'appareillage et les pièces de rechange de bonne qualité ainsi que de revoir le système de solide-control.
- ✚ Le mauvais traitement mécanique des solides participe aux bouchages et aux pannes des pompes en comptant la densité du fluide avec la vitesse qui influence sur l'usure du Wash pipe et la ligne des pompes.
- ✚ Des difficultés mineures sont rencontrées pendant le forage de la phase, tels que, les attentes, les problèmes d'avancement et le rétrécissement de trou, qui sont traitable.

- ✚ Les NPT dus aux coincements mécaniques représentent 80% du cumul total des NPT, les pertes et les pannes 19% et le reste des problèmes 1%.
- ✚ Le surcout engendré par les NPT et les charges supplémentaires, est très élevé, qui revient généralement aux coincements et aux pertes.
- ✚ L'impact des NPT a un poids très important sur le plan économique.

4.2 Recommandations

4.2.1 Coincement

A- Actions proactives

Descendre la BHA selon le programme de forage et laisser la garniture en mouvement.

- ✚ Réglage du torque limite suivant le type de DP.
- ✚ Faire un bon nettoyage de trou.
- ✚ Éviter les rétrécissements du trou.
- ✚ Remplir chaque cinq (05) longueurs, tout en vérifiant le volume du retour.
- ✚ Suivre les paramètres de forage du Bit Man (WOB de 15 à 20T, Q de 2600 à 2700 L/min et le RPM de 140 à 180 unités).
- ✚ Mesurer la densité chaque une demi-heure, ou la surveillance et la vigilance est exigée.
- ✚ Minimiser le temps de connections le plus possible, et assurer que la garniture est bien libre vers le haut comme vers le bas avant chaque opération.
- ✚ Dégagement de cinq (05) à dix (10) m lors d'une réparation au niveau des pompes ou de Top Drive avec la circulation et la rotation, en utilisant la tête de circulation si ça nécessite.
- ✚ Au niveau du TD, on fait une bonne circulation afin de nettoyer le trou et les tamis.

B- Actions réactives

- ✚ Travailler immédiatement dans la direction opposée du dernier mouvement de la garniture de forage.
- ✚ Le tirage se fait avec dix (10) Ton, et si le torque est très élevé, on travaille que dans la partie en question puis on réessaye encore et encore.

C- Amélioration

- ✚ Reforage (Reaming), deux (02) fois chaque forage d'une longueur. [Par expérience]
- ✚ Utiliser des stabilisateurs lourde avec un angle de lame de 210° comme il est préférable d'utiliser des 'roller reamers' au lieu des stabilisateurs.

- ✚ Possibilité de faire une deuxième descente pour le control trou en utilisant des stabilisateurs légers.
- ✚ Les foreurs devraient être surveillés lors des opérations de back-reaming, jusqu'à ce qu'ils soient jugés suffisamment compétents pour effectuer ce genre travail (cas de RDC-16).

4.2.2 Perte de circulation

A- Actions proactives

- ✚ Éviter le démarrage brusque des pompes en cas de présence de gel.
- ✚ Éviter la descente rapide de la garniture de forage.
- ✚ Contrôler l'ROP quand l'espace annulaire est chargé.
- ✚ Analyser bien les échantillons de formation géologique afin de déterminer le TD.
- ✚ Assurer la bonne cote lors de la pose de sabot.

B- Actions réactives

Cas d'une perte partielle

- ✚ Réduire le ROP pour limiter les pertes de charge de particules suspendues.
- ✚ Réduire au minimum les paramètres rhéologiques de la boue.
- ✚ Réduire au minimum la pression exercée par la colonne de boue.

Cas d'une perte sévère ou totale

- ✚ Se dégager du fond.
- ✚ Déplacer la garniture jusqu'au sabot précédent.
- ✚ Remplir l'annulaire d'eau ou de boue légère.
- ✚ Réduire au minimum les à-coups de pression dans le puits.
- ✚ Établir un diagnostic de la situation, car, la résolution repose sur la précision et l'exactitude afin de ne pas aggraver la situation.
- ✚ Pomper des produits colmatant afin de boucher les pores et les fissures.
- ✚ Opter pour un bouchon de ciment si n'y a pas de réponse.

C- Amélioration

- ✚ Prévoir un instrumentiste pour le système de boue
- ✚ Assister le géologue et s'assurer des TD.

4.2.3 Défaillance de matériel

A- Actions proactives

- ✚ Tester les pompes de forage en utilisant l'outil de test.

- ✚ Revoir et tester le système de solide control en présence du boueux (le bon fonctionnement, et le bon nettoyage)
- ✚ Entretien du matériel sensible (Top Drive, pompes à boue, moteurs, ...) est nécessaire.
- ✚ Se préparer à la maintenance que ce soit du côté personnel qualifié ou de la pièce de rechange.

B- Actions réactives

- ✚ Isoler la pompe qui en panne et continuer à circuler avec la seconde.
- ✚ Dégagement de cinq (05) à dix (10) m lors d'une réparation au niveau des pompes ou de Top Drive avec la circulation et la rotation, en utilisant la tête de circulation si ça nécessite.

C- Amélioration

- ✚ Prévoir une troisième pompe
- ✚ Utiliser des pièces de rechange de premier choix.

4.2.4 Attente

A- Actions proactives

- ✚ Le choix du personnel compétent réalisant les opérations sur site et surtout assurer une bonne communication et travailler en collaboration entre le client, l'entrepreneur et les sociétés de services.
- ✚ Anticiper un système mobile "Bunker" pour "Neutron" et Densité LOG pour éviter tout NPT en attente d'escortes.

B- Actions réactives

- ✚ Faire un rapport de la situation et responsabiliser les pilotes.
- ✚ Ouvrir des fiches de non-conformité.

C- Amélioration

- ✚ Sensibiliser les gens.
- ✚ Programmer des formations de planification et de gestion de projet.

4.2.5 ROP

A- Actions proactives

- ✚ Prévoir des outils adéquats pour activer le forage de la section 12"¼ (outils application Light set, avec grande Open face volume et TFA (ex : PDC 12"¼ MM66 (DBS), MI616BPX

B- Actions réactives

- ✚ Changer l'outil de forage s'il n'est pas performant

C- Amélioration

- ✚ Utiliser des outils de huit lames 13mm qui ont donné une bonne performance dans la région.
- ✚ Utiliser tricône pour forer la partie cimentée.

4.2.6 Rétrécissement de trou**A- Actions proactives**

- ✚ Respecter la densité de l'OBM indiquée dans le programme de forage (2,28-2,30 sg)
- ✚ Travailler avec un débit réduit chaque poste ou cent (100) m de forage.
- ✚ Éviter le pistonnage vers le haut.

B- Actions réactives

- ✚ Remplir le trou avec une boue dense

C- Amélioration

- ✚ Possibilité d'utiliser un Roller Reamer afin d'éviter le problème de ballooning et les risque de stabilité des parois.
- ✚ Reforage (Raiming), deux (02) fois chaque forage d'une longueur. [Par expérience].



Conclusion générale :

La région de RDC est une région à richesse en Hydrocarbure, qui encourage son exploitation et son développement, néanmoins, le forage sur cette zone a subi d'énorme problèmes.

Les difficultés de forage sur RDC, notamment celles de la phase de 12^{1/4}, ne sont pas des contraintes qui déclinent le développement du périmètre.

En effet, l'étude des analyses des problèmes, objet de notre mémoire, confirme cette vision lointaine, car ces derniers sont gérables et traitables.



Bibliographie

- [1] Contrat N°13.SH.AMT.FOR.DEP.2013.
- [2] G. GABOLDE & J. -P. NGUYEN, Formulaire du foreur édition 2014.
- [3] Dr. B. ADDOUM, Géologie pétrolière.
- [4] MI-Lost circulation, document MI SWACO ,1998.
- [5] M. BENUOUCHEF Procédure de géologue en Algérie, 1998.
- [6] Sonatrach Forage, Procédure région Hassi Messaoud, 2003.
- [7] SH-Division forage Programmes de Forage WRDC 3, 2021.
- [8] Sonatrach, Rapport d'implantation RDC28, 2019.
- [9] SH-Division forage, Rapports Journaliers (DDR) des puits RDC, 2012-2022.
- [10] SH- Division PED, Rapport de reconnaissance WRDC4,2021.



Annexe A : Rapport journalier de boue-RDC16.

| Solids Analysis | | | | | |
|--------------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Oil | % | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Water | % | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Solids | % | 45,00 | 45 | 45 | 45,00 |
| Oil / Water Ratio | | 93/07 | 93/07 | 93/07 | 93/07 |
| Sand In | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Sand Out | % | | | | |
| ASGS | sg | 4,04 | 4,04 | 4,04 | 4,04 |
| LGS | % | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 |
| LGS (CaCO ₃) | % | | | | |
| HGS | % | 40,07 | 40,07 | 40,07 | 40,07 |
| Corrected Solids | % | 44,47 | 44,47 | 44,47 | 44,47 |

