

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département de l'Electronique

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention Du Diplôme
De Master en Electronique
Option : Réseaux et Télécommunications

**APPORT DE LA SOLUTION RTOM DANS
L'ACTIVITÉ SONATRACH AMONT**

Travail réalisé par :

Melle: AIDER Dyhia

Melle: AMROUNI Tassadit

Encadré par :

Mr : LAZRI Mourad

Promotion: 2015

REMERCIEMENTS :

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la patience, la force et la volonté nécessaires pour terminer ce travail.

Nous tenons à remercier toute l'équipe de SCHLUMBERGER qui nous a suivis durant notre stage, pour son accueil ainsi que tous les membres du support technique, le personnel E- LAB ainsi que le personnel du MARKETING pour tous leurs soutiens et leurs disponibilités durant toute la durée de notre stage. Enfin nous tenons à remercier le directeur des opérations et ses collaborateurs de nous avoir bien accueillis.

Nous tenons à remercier aussi l'équipe de RTOM précisément les ingénieurs Toufik Mechoumaet Yasser Gasmi pour leurs soutiens et leurs patiences durant notre stage ainsi que des multiples conseils et informations qui nous ont permis d'avancer.

Nous tenons aussi à remercier notre promoteur Monsieur LAZRI Mourad de nous avoir guidés dans notre travail.

Nous adressons un remerciement aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre projet. Nous leurs présentons nos respects et nos plus sincères salutations.

Dédicace.

Je dédie ce modeste mémoire à mes très chers et respectueux parents en récompense de leurs sacrifices et leur clairvoyance qui m'a servi et me servirait tout au long de ma vie.



A mes très chers frères Amara et Kouceila.

A ma petite sœur Sara,

Sans oublier

Ma chère Grand-mère.

A mon cher binôme Tassadit et à toute sa famille.

A mes chers cousins et cousines.

A tous mes amis(e) et à tous les gens qui me connaissent.



AIDER Dyhia

Dédicace:

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail

A la mémoire de :

Ma chère mère et mon cher grand père.

A

Mon père

Sans ton sacrifice je ne serai rien devenu.

A

Mes sœurs : Dahbia, Kahina, Faiza, Fatma, Amina

J'essaierai toujours d'être à la hauteur de vos espoirs.

A

Mes frères : Abdnour, Karim, Idir, Zouhir

A

Mon cher binôme Dyhia Aider et à toute sa famille

A

Toute ma famille

A

Tous mes amis(e)

A

<<Tous ceux qui pensent qu'avant de dépenser il faut produire, qui vivent pour un idéal et se battent pour créer>>

AMROUNI Tassadit

LISTE DES FIGURES:

Figure 1.1 : Une surface où se trouvent des hydrocarbures.....	4
Figure 1.2 : Appareil de forage et ses composants.....	6
Figure 1.3 : Un trépan.....	7
Figure 1.4 : Un puits de forage.....	8
Figure 1.5: Le déroulement de forage	9
Figure 1.6 : Les PODs.....	11
Figure 2.1: Capteur de poids sur le circuit hydraulique du brin mort.....	14
Figure 2.2 : Position du capteur RPM.....	15
Figure 2.3 : LesCapteurs de proximité.....	16
Figure 2.4 : Capteur de torque à effet Hall.....	17
Figure 2.5 : Capteur de profondeur sur la polie de renvoi du Crown Block.....	18
Figure 2.6 : Capteur de profondeur Data Log	18
Figure 2.7 : Capteur à flotteur	20
Figure 2.8 : Capteur de pression.....	21
Figure 2.9 : Capteur de densité (din-dout).....	22
Figure 2.10 : Capteurs de température.....	23
<i>Figure 2.11: La liaison capteurs/cabine.....</i>	<i>24</i>
Figure 2.12 : WSDH.....	25
Figure 2.13 : Equipement de WSDH.....	26
Figure 2.14: RSDH.....	28
Figure 2.15 : TDMA.....	29
Figure 2.16 : Vsat.....	30
Figure 2.17: LNB.....	30

Figure 2.18 : RF	31
Figure 2.19: SKYWAN	31
Figure 2.20 : FAD SKYWAN	32
Figure 2.21 : Simulation des données du chantier vers le ROC	33
Figure 2.22 : Simulation d'un appel téléphonique du chantier vers le ROC	34
Figure 3.1 : Wits Local configuré avec une cabine	39
Figure 3.2 : InterAct	40
Figure 3.3 : Interface d'un espace de travail RTOM	41
Figure 3.4 : une vue sur l'interface PTK	42
Figure 3.5 : Dashboard	43
Figure 4.1 : Une requête SQL	46
Figure 4.2 : Ticket de la perte des données	46
Figure 4.3 : Ticket de la récupération des données	46
Figure 4.4 : Ticket de la création d'une nouvelle connexion du puits	47
Figure 4.5 : Ticket de la création d'une nouvelle section pour un puits	47
Figure 4.6 : Une fenêtre graphique	50
Figure 4.7 : Message de la perte de données	51
Figure 4.8 : Message de la récupération de données	51
Figure 4.9 : Message de la création d'une nouvelle section du puits	52
Figure 4.10 : Message de création d'une nouvelle connexion du puits	52

Sommaire

INTRODUCTION	1
Chapitre 1 : Généralités sur le domaine pétrolier	3
1. Préambule	3
2. Activité Sonatrach.....	3
3. Le Forage	4
3.1 Principe de forage.....	5
3.2 Le déroulement de forage	7
4. Systèmes de Transmissions	10
4.1. Activité Schlumberger	10
4.2Le Projet RTOM en exploration :.....	11
4.3 RTOM (Real Time Operations Management)	11
4.4 L'infrastructure.....	11
5. Discussion :	12
Chapitre 2 : Acquisition et enregistrement des données	13
1. Préambule :.....	13
2. Les Types du Capteurs de forage :	13
2.1 Capteur de poids (WOH) :.....	13
2.2 Capteur de vitesse de rotation(RPM) :	15
2.3 Capteur de torque :	16
2.4 Capteur de profondeur ou vitesse d'avancement :.....	17
2.5 : Capteur de niveau des bassins :	18
2.6. Capteur de pression :.....	20
2.7. Capteurs de densité MUD Weight IN and OUT:.....	21
2.8 Capteurs de Température entrée et sortie :.....	22
3. La cabine mudlogging :.....	23
3.1. La liaison Capteurs/Cabine :.....	23
3.2 Entrée des données :	24
3.3. Le stockage des données :	24
3.4. Base de données en temps réel :	24
4. Le rig box ou WSDH (well Site Data Hub):	24
4.1 Connexion utilisateurs aux réseaux de WSDH :	27

6. Simulation de données du chantier vers le Roc (Remote Operation center) :	27
7. Simulation d'un Appel Téléphonique du chantier vers le ROC :	28
8. Discussion :	29
Chapitre 3 : Les applications du RTOM	32
1. Préambule :	33
2. Le Standard Wits:	34
3. Les Différents types de records :	35
3.1 Paramètres d'un record :	35
4. Les applications du RTOM :	35
4.1 Wits Server :	35
4.2 InterAct :	37
5. Footprints :	39
6. PTK PerformToolKit :	39
7. Dashboard (SSRS SQL Server Reporting Server):	39
8. Discussion :	41
Chapitre 4 : Application de contrôle à temps réels des Tickets RTOM	42
1. Préambule :	42
2. Problématique :	43
4. Les outils utilisés dans la solution :	44
4.1 Langage de programmation Java :	44
4.2 Java NetBeans :	44
4.3 Le langage SQL :	45
6. Application :	47
6.1 Implémentation:	48
6.2. Application de notification à temps réel :	50
CONCLUSION :	53
BIBLIOGRAPHIE :	54

INTRODUCTION:

La télécommunication s'est imposée non seulement dans les entreprises spécialisées en Télécom mais aussi dans de différents domaines en l'occurrence le domaine pétrolier.

L'ancienne méthode de communication (la communication par radio, par porteur...etc.) et la transmission de données entre chantiers et bureaux de suivi des opérations s'avèrent aujourd'hui obsolète. D'où la nécessité d'une solution télécom basée sur la Vsat (Very Small Aperture Terminal) qui s'est avérée être une alternative indispensable.

La Vsat a été choisi comme solution Télécom par l'opérateur pétrolier Sonatrach afin de remplacer l'ancienne méthode. A cet effet, cette nouvelle technique développée par la société EPNETSAT TELECOM a été utilisée par Sonatrach. Pour se faire, le projet RTOM (**Real Time Operations Management**) a été inauguré. Ce dernier est un projet élaboré par **Sonatrach-Schlumberger** qui consiste à contrôler et optimiser des opérations de forage à temps réel dans un centre de communication couvrant environ une centaine de puits. Le RTOM a été mis en application à partir de 2009 avec 42 puits contractuels qui ont été multipliés par deux en juillet 2014.

Le RTOM se compose de deux équipes Schlumberger, FRONT OFFICE qui est une équipe d'ingénieurs dont les profils sont soit Mudlogger ou géologue assurant la surveillance des opérations 24/24h. L'autre équipe s'appelle BACK OFFICE qui est une équipe d'ingénieurs informaticiens assurant le support de l'infrastructure RTOM. Les deux équipes travaillent sous l'encadrement d'un chef de projet SONATRACH et des ingénieurs de forage.

L'objectif de RTOM est de fournir un système approuvé pour la surveillance à distance, la modélisation et le contrôle des opérations de forage pour des fins d'optimisation, de sécurité et de réduction de risques et de coûts. A cet effet, nous proposons une solution plus adéquate dans le but de minimiser le temps et d'améliorer la qualité de service. Pour nous minimiser le temps signifie diminuer la durée d'une opération, ainsi de vingt minutes l'action passe à cinq minutes. L'autre mot clé de notre affirmation concerne l'amélioration de la qualité, dans le domaine pétrolier cela veut dire être attentif aux évènements.

Le travail que nous présentons dans ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres disposés comme suit :

Chapitre 1 : nous allons le consacrer aux généralités sur le domaine du pétrole, tout en présentant le principe de forage et son déroulement au niveau du puits ainsi que quelques systèmes de transmission de données qui jouent un rôle important dans ce domaine puis nous allons présenter le projet RTOM qui est le thème de notre mémoire.

Chapitre 2 : ce chapitre contient les différents capteurs utilisés pour acquérir et enregistrer les paramètres de forage ainsi que les équipements utilisés pour transmettre ces paramètres.

Chapitre 3 : dans ce chapitre nous allons présenter l'ensemble des applications web utilisées pour la visualisation des données à distance et à temps réel.

Chapitre 4 : nous allons le consacrer pour la solution que nous avons proposée pour améliorer la qualité de service de l'équipe BackOffice.

Nous terminerons par une conclusion qui synthétise notre démonstration développée dans les quatre chapitres et nous affirmerons la solution.

1. Préambule :

Dans ce chapitre, nous allons présenter la compagnie pétrolière Sonatrach qui est une compagnie étatique algérienne, un acteur international majeur dans l'industrie des hydrocarbures, ensuite nous allons expliquer le déroulement de forage puis nous intéresserons aux systèmes de transmission qui sont utilisés pour le suivi des opérations et le déroulement de forage, duquel l'ancien système est basé sur la transmission radiophonique et par porteurs...etc. Cependant toutes ces méthodes ont très vite montré leurs limites, et il a donc fallu développer une transmission plus efficace et adaptée aux évolutions technologiques de forage. Partant de ce constat la compagnie pétrolière Schlumberger a proposé une solution de transmission de données à temps réel dénommée Solution RTOM (Real Time Opération Management).

2. Activité Sonatrach:

La société nationale Sonatrach est divisée en deux activités, une en aval et l'autre en amont, notre travail se résume dans l'activité amont : forage et Exploration.

Chaque année la branche Sonatrach Exploration doit forer 100 puits. Actuellement elle doit assurer la supervision des opérations, le suivi et la prise de décision et gérer le flux de données ou de paramètres (paramètres de forage, paramètres géologiques, paramètres géophysiques) en particulier les paramètres de forage afin de comprendre les phénomènes physiques pour renouveler les réserves en hydrocarbures.

3. Le Forage :

Après avoir mené différentes études géologiques et géophysiques, les experts ont déterminé l'emplacement théorique d'un piège à pétrole, le prospect. Afin de confirmer les théories, il faut à présent forer (percer en profondeur), afin de prouver la présence d'hydrocarbures.

Dans cette partie, nous nous intéresserons uniquement au forage vertical terrestre, conscient que d'autres types de forages existent tels les forages horizontaux sur terre, ainsi que diverses autres techniques d'extraction en mer.

Avant d'implanter les installations de forage très coûteuses, il faut d'abord déterminer l'endroit idéal où s'effectuera le forage. Pour ce faire, les installations sont implantées en fonction de la topographie du terrain et des précieuses informations recueillies lors de l'exploration. Dans le cas du forage vertical terrestre que nous étudierons, les installations se situent directement au-dessus du gisement, à la verticale de l'épaisseur maximale de la poche supposée contenir des hydrocarbures.

La figure (1.1) montre une surface où se trouvent des hydrocarbures.

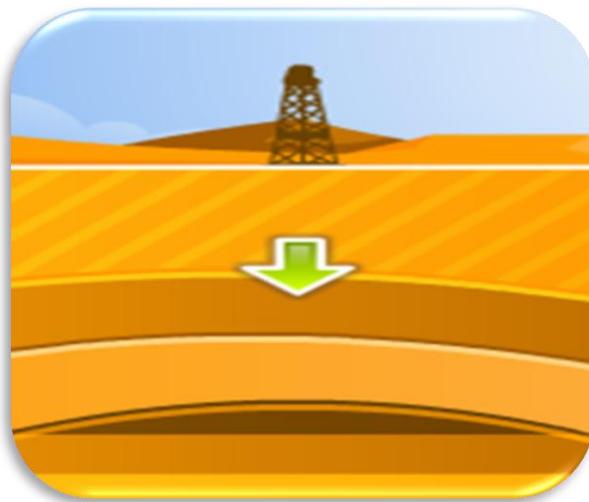


Figure 1.1 :une surface où se trouvent des hydrocarbures

3.1 Principe de forage :

Le principe de forage consiste à creuser un trou qui atteint le plus souvent deux à quatre mille mètres de profondeur dans le but de localiser les réservoirs et d'apporter une information complémentaire sur les couches.

Une surveillance du processus de forage pendant la réalisation du puits est nécessaire pour assurer le bon déroulement de forage. À cet effet, des mesures sont effectuées en cours de forage à l'aide des capteurs installés sur le rig qui est un appareil de forage (voir la figure 1.2), ces derniers sont utilisés pour acquérir et enregistrer les différents paramètres de mesures et qui seront par la suite transmis aux superviseurs afin de prendre des décisions.

Ces paramètres sont :

⇒ **Hydraulique :**

- Boue et ses paramètres (densité, viscosité et certains produits chimiques).
- Flux d'entrée et flux de sortie.

⇒ **Mécanique :**

- Le taux de pénétration de l'outil de forage.
- La vitesse de rotation de la tête de forage.
- Le moment de torsion etc.

Ces mesures sont stockées dans des bases de données, réalisées par un système capable d'interpréter, d'afficher des informations dont ils utilisent le foreur et le géologue pour prévenir des problèmes qu'ils rencontrent en cours de forage.

1. Moufle fixe et Table de rotation
2. coupe câble
3. Câble de forage
4. Cabine de l'accrocheur
5. Moufle mobile
6. Table de rotation suspendue
7. mat
8. Tiges de forage
9. Niche du chef de poste
10. BOP
11. Citerne d'eau
12. Câble d'alimentation
13. Génératrice de courant
14. Citerne de stockage gas oil
15. Pannel de contrôle électrique
16. Pompe à boue
17. Sillon pour barite
18. Bac à boue de forage
19. Bac à boue de réserve
20. Dégazeur de boue
21. Tamisvibrant
22. Ensemble de vanne de contrôle
23. Garniture BOP (remplir le puits)
24. Garniture ou tretot (évacuer le puits)

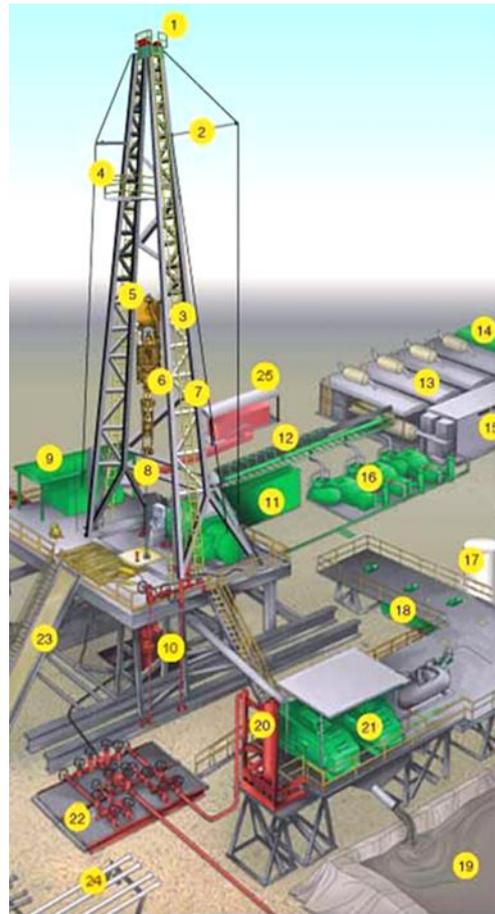


Figure 1.2: Appareil de forage et ses composants

N.B : Le BOP (Blow out preventer) est l'élément essentiel sur un appareil de forage c'est un bloc obturateur de puits qui se compose d'un ensemble de vannes de sécurité sur un appareil de forage.

3.2 Le déroulement de forage :

Pour creuser, on utilise des tiges de forage d'une longueur de 9 à 11 mètres tenues par un derrick qui est une tour métallique d'une trentaine de mètres de hauteur qui sert à introduire les tiges de forage(4).

Ces tiges correspondent à une chaîne de tubes vissés les uns aux autres au bout desquelles se trouve un outil de forage (5), le trépan (voir la figure 1.3) muni de dents ou de pastilles en acier très dur. À la manière d'une perceuse électrique, le trépan attaque la roche en appuyant mais surtout en tournant à grande vitesse : il casse la roche, la broie en petits débris, et s'enfonce petit à petit dans le sol. A mesure que l'on s'enfonce dans le sous-sol, on rajoute une tige de forage en la vissant à la précédente et ainsi de suite.



Figure 1.3: un trépan

L'ensemble des tiges avec son trépan qui creuse au bout s'appelle le train de tiges (1). Pour les roches très dures, les dents du trépan ne sont pas assez solides, on le remplace alors par d'autres outils de forage de différentes formes et constitués de différents matériaux. Un outil

monobloc incrusté de diamants est par exemple utilisé pour forer les roches les plus résistantes.

Pour éviter l'effondrement du trou, des cylindres creux en acier sont posés en même temps que les tiges sur toute la longueur du trou pour constituer un tube, ces tubes sont vissés les uns aux autres au fur et à mesure de la progression du forage : c'est le tubage (3). Ce tubage n'est pas directement réalisée dans la roche nue, mais est retenu par du ciment (2).

Ceci se résume dans la figure (1.4)

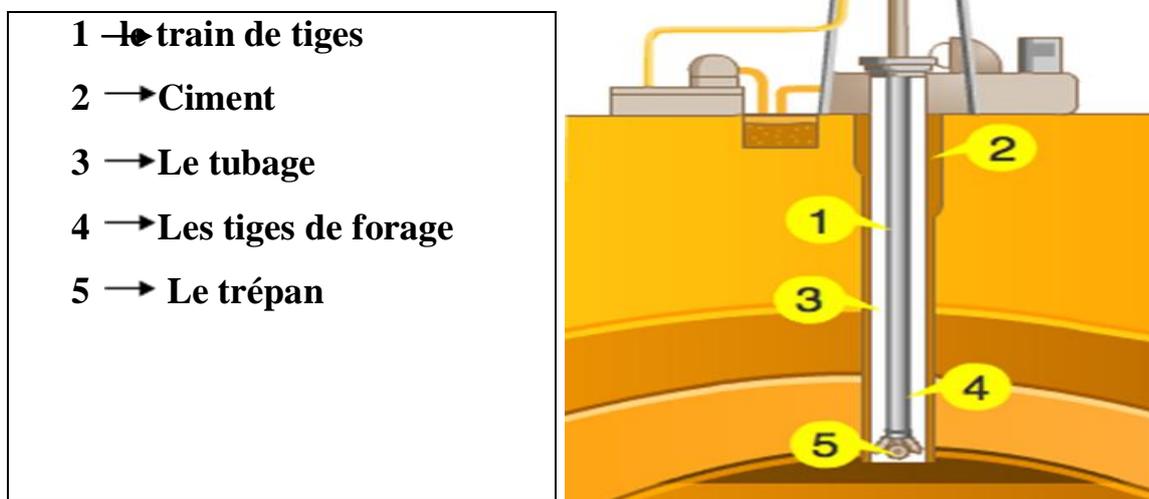


Figure 1.4 : un puits de forage

Plus on pose de tubes, plus le diamètre du trou de forage devient petit : le tubage posé occupe de l'espace et réduit le diamètre initial du trou. Ainsi, un trou de forage d'un diamètre de 50 cm au départ, peut être réduit à 20 cm après la pose de plusieurs tubages.

Pour éviter que le trou se rebouche au fur et à mesure du forage, il faut enlever les débris de roche et nettoyer le fond du puits. Pour cela, on utilise un fluide de forage aussi appelé boue de forage par son aspect. Ce fluide indispensable au forage a une composition spéciale déterminée par un ingénieur spécialisé, adaptée aux terrains traversés lors du forage.

Un circuit fermé permet de recycler la majeure partie de boue utilisée. Elle est mélangée et conservée dans un bassin, acheminée par la colonne d'injection de boue, vers la tête d'injection qui la propulse dans le train de tiges. Elle descend alors jusqu'au fond du puits et traverse le trépan grâce à des trous percés dans celui-ci et se retrouve dans les débris. Sous l'effet de la pression, la boue remonte entre les parois du puits et le train de tiges, emportant

avec elle les débris arrachés. Une fois à la surface, une conduite d'aspiration attire la boue jusqu'à un tamis vibrant qui sépare les débris de la boue, ensuite renvoyée dans le bassin de décantation.

Le fluide de forage sert également à stabiliser la pression sur les bords du puits pour leur éviter de s'écrouler, elle lubrifie et refroidit les outils et permet surtout de prévenir des éruptions.

Ceci se résume dans la figure (1.5)

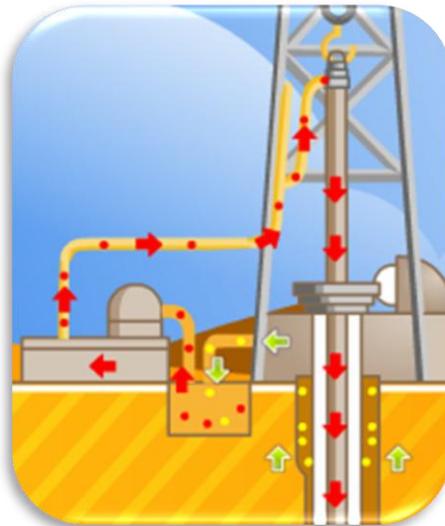


Figure 1.5 : le déroulement de forage

Le trou de forage aura généralement une profondeur comprise entre 2000 et 4000 mètres. Exceptionnellement, certains forages dépassent les 6000 mètres.

4. Systèmes de Transmissions :

Un problème tel que la distance s'impose forcément et rend la communication difficile, en utilisant les anciens systèmes de transmission (transmission radiophonique, par porteur, application web) dont la transmission radiophonique est une transmission radio qui consiste à utiliser comme support de transmission un message ou une onde radioélectrique dont l'émission s'effectue à l'aide d'un émetteur radio et d'une antenne, tandis que la réception s'effectue sur un récepteur radio réglé sur la même fréquence.

Il y a aussi la transmission par porteur duquel les rapports vont être délivrés au bout de 3 à 4 jours, tout dépend de l'endroit où se situe le chantier, ce qui cause des effets négatifs sur le déroulement des opérations et la prise de décision. Cependant toutes ces méthodes ont très vite montré leurs limites, et il a donc fallu développer une transmission plus efficace et adaptée aux évolutions technologiques de forage.

En se basant sur la problématique que présente l'ancienne méthode, la télécommunication intervient pour répondre aux limites de cette dernière en assurant un support de transmission de données (textes, images, voix, vidéo) entre les chantiers et la direction.

Ceci permet d'améliorer le canal de communication et l'implémentation des workflows pour les opérateurs pétroliers histoire de garantir un bon déroulement des opérations et par conséquent un impact positif sur l'économie est assuré par la solution télécom VSat.

4.1. Activité Schlumberger :

Schlumberger étant leader mondial en tant que compagnie de service pétrolier, Sonatrach est l'un de ces principaux clients en Algérie. Schlumberger s'est installée depuis 1956 lors de la découverte des hydrocarbures du gisement de Hassi- Messaoud où elle a enregistré la première diagraphie de Résistivité.

Schlumberger a plusieurs segments d'activités, en l'occurrence SIS Schlumberger information solution, qui s'occupe de l'intégration de la solution software pour les opérateurs pétroliers en offrant des services d'acquisition et d'interprétation de données.

Sonatrach a besoin d'avoir les informations et le suivi à temps réel de toutes les opérations qui se déroulent sur les sites de forage afin de prendre des décisions qui s'imposent au moment

opportun ceci en tenant compte de l'impact économique où le coût journalier de forage varie entre 40 à 50 mille dollars , partant de ce constat Schlumberger propose la solution de transmission de données à temps réel dénommée Solution RTOM (Real Time Opération Management).

4.2 Le Projet RTOM en exploration :

SONATRACH et SCHLUMBERGER ont signé le 19 juillet 2009 le contrat portant la réalisation d'un système de monitoring et de management à temps réel des opérations de forage pétroliers.

4.3 RTOM (Real Time Operations Management):

RTOM se compose d'un ensemble de ressources humaines et matériel (Hardware et software), une équipe dite Back Office de 22 ingénieurs informaticiens veillant sur le bon Fonctionnement de l'infrastructure sophistiqué du RTOM, d'autre part une équipe dite Front Office 24 ingénieurs géologues et Mudlogger assure le monitoring et la détection des évènements des opérations de forage sur chantier.

4.4 L'infrastructure :

RTOM se compose d'un espace ouvert qui contient les PODs (Poste d'Opération à Distance) dans lesquels Travaillent l'équipe Front Office dont chaque PODs est utilisé pour la surveillance de 5 appareils de forage, il y aussi des bureaux ouverts pour l'équipe Back Office.

La figure (1.6) montre les PODs dans lesquelles travaille l'équipe Front Office.



Figure 1.6 : Les PODs

5. Discussion:

La surveillance du processus de forage pendant la réalisation d'un puits est nécessaire pour assurer le bon déroulement d'un chantier, cela se fait à l'aide d'un outil appelé RTOM qui fournit un système approuvé pour la surveillance à distance. Cette dernière nous permet de recevoir les paramètres de forage à temps réel, toutefois nous mettons un bémol de la difficulté de visualisation de tous les paramètres au même moment.

Les détails sur l'outil RTOM seront donnés respectivement dans les prochains chapitres, cependant les équipements matériels utilisés dans l'outil RTOM seront abordés dans le deuxième chapitre

1. Préambule :

Dans ce chapitre, nous allons présenter en premier lieu, les différentes mesures effectuées au niveau du puits de forage. Pour se faire, nous nous citons les différents types de capteurs utilisés. Ces derniers, sont considérés comme la première source d'acquisition des données, étant donné que l'information soit fiable et correcte, les capteurs doivent être calibrés. En second lieu nous allons définir une unité dite cabine MUDLOGGING, ainsi que le lien entre cette cabine et les capteurs, par la suite nous passons à l'élément le plus important qui vient en deuxième position après les capteurs, appelé RIG BOX.

Grâce à ses composants, les données seront enregistrées et stockées ensuite retransmises vers le ROC(Remote operation center) via une antenne nommée Vsat, cette dernière est un moyen de transmission de données proposé par la société EPNETSAT.

A la fin de ce chapitre nous allons accorder les deux simulations : données et appels téléphoniques du chantier vers le ROC.

2. Les Types du Capteurs de forage :

2.1 Capteur de poids (WOH) :

Le poids sur l'outil est l'un des principaux paramètres à mesurer pendant le forage.

Le capteur de poids installé sur le Réa est utilisé pour contrôler ce paramètre.

i. Principe de fonctionnement

On assimile la différence de poids mesuré au crochet à la différence entre le poids de la garniture suspendue dans la boue et le poids avec l'outil posé (weight on bit).Ceci est approximativement exact dans les puits verticaux, mais certainement faux dans les puits très déviés.

La mesure du poids au crochet est effectuée à partir des mesures de tension du brin mort par une cellule à pression hydraulique. En générale, le capteur utilisé (50 bars) est directement branché sur le circuit de mesure du foreur. La traction exercée sur le câble est transformée en une pression dans un circuit hydraulique. Le capteur constitué par une jauge hydraulique de contrainte installée sur ce circuit, donne un signal électrique que l'on peut calibrer.

ii. Emplacement dans le rig

Ce capteur est installé sur le sensor du Réa.

iii. Intérêt de mesure

Le capteur de poids donné par la (**figure 2.1**) permet de :

- ⇒ Détecter les frottements de la garniture.
- ⇒ Détecter Les coincements.
- ⇒ Suivre les consignes.
- ⇒ Rechercher les paramètres d'avancement optimal (par exemple drill-off test) au cours des tractions exercées pour dégager la garniture, le poids sera surveillé pour respecter la limite de traction des tiges.

En cas de rupture de la garniture, la variation de poids au crochet donne une indication sur la longueur de garniture perdue.

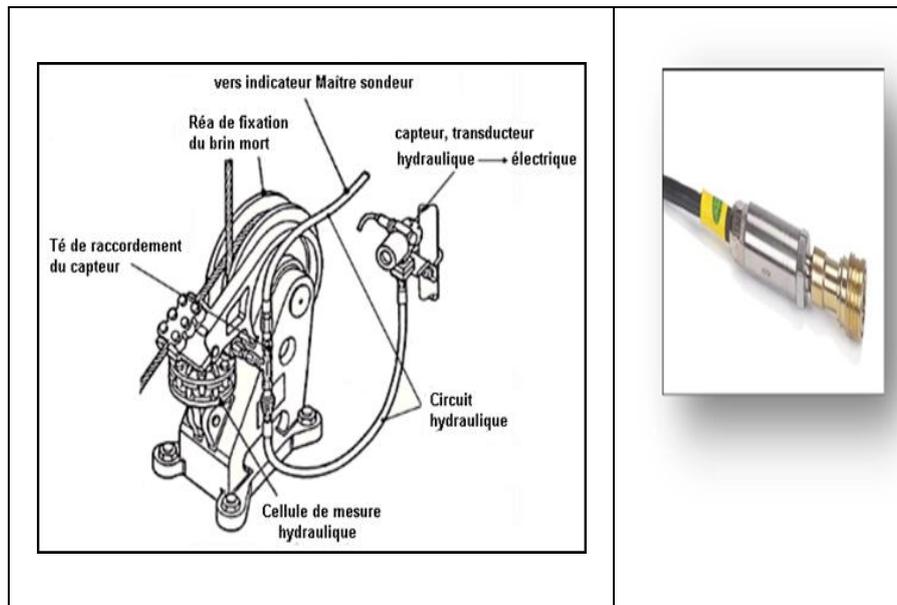


Figure 2.1 : Capteur de poids sur le circuit hydraulique du brin mort

2.2 Capteur de vitesse de rotation(RPM) :

Une pulsation électrique est générée à chaque rotation de la table par un leurre solidaire de celle-ci, ou l'arbre d'attaque et un détecteur de proximité. L'intégration du nombre de pulses électriques en un temps donné indique la vitesse de rotation. Bien entendu

dans le cas d'un moteur de fond, la vitesse de rotation peut être déduite des mesures de débit pour les moteurs volumétriques. la figure ci-dessous montre la position du capteur RPM.

i. Emplacement dans le rig

Le capteur est installé sur un leurre de l'arbre de la table de rotation.

ii. Intérêt de la mesure

Ce capteur (voir la figure 2.2) permet de :

- ⇒ Rechercher des paramètres d'avancement optimum.
- ⇒ Corréler la vitesse d'avancement entre différents puits.
- ⇒ Interpréter la lithologie.
- ⇒ Suivre la vitesse de rotation de la table (Top drive), afin de veiller sur l'application de ce paramètre pendant le forage.

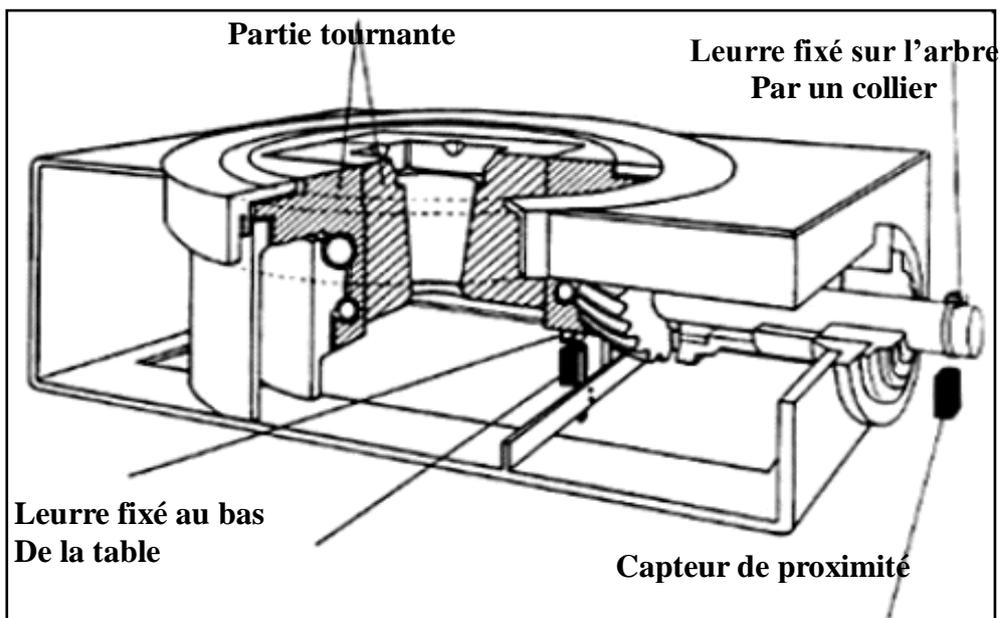


Figure 2.2 : Position du capteur RPM

La figure (2.3) montre un exemple de capteur de proximité Utilisé par GEOSERVICE et DATALOG respectivement.



Figure 2.3 : les capteurs de proximité

2.3 Capteur de torque :

Comme le poids, le couple en surface n'est pas transmis intégralement pour l'outil de forage, mais la mesure de surface est la seule possible actuellement .un capteur à effet Hall est installé autour du conducteur d'amener du courant (mesure de la consommation de courant électrique par le moteur de la table de rotation).

i. Principe de fonctionnement

Si un matériau conducteur est placé dans un champ magnétique perpendiculaire à un champ électrique (courant d'excitation), alors un voltage perpendiculaire au courant et au champ magnétique se produira. Ce voltage est appelé voltage Hall ; il résulte de la déflexion des charges mobiles constituant le courant.

ii. Emplacement dans le rig

Il est placé sur le câble d'alimentation du moteur d'entraînement de la table de rotation.

iii. Intérêt de la mesure

Le capteur de torque donné par la figure (2.4) permet de :

- Détecter L'état de l'outil et surtout de ses roulements.

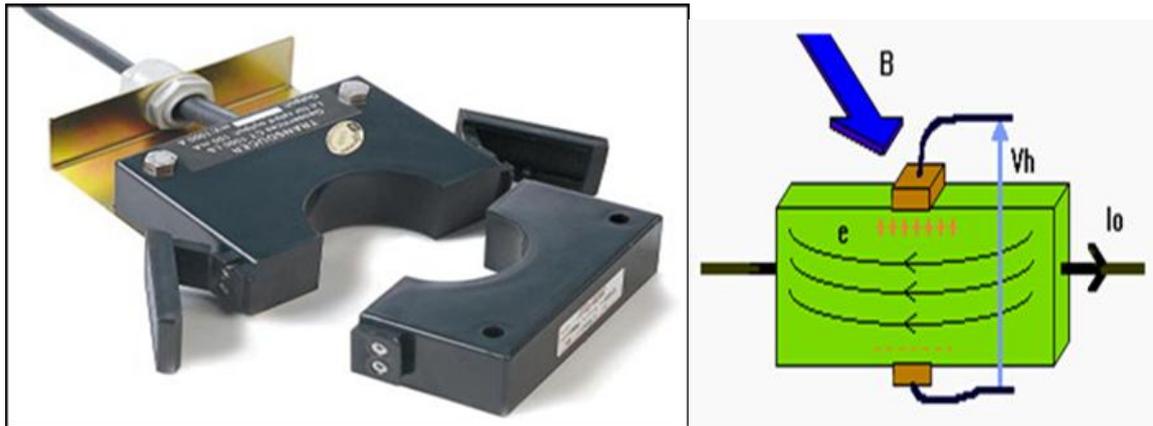


Figure 2.4 : Capteur de torque à effet Hall

2.4 Capteur de profondeur ou vitesse d'avancement :

La vitesse d'avancement est l'un des principaux paramètres enregistrés en cours du forage. Elle est assimilée à la rotation d'un organe mécanique en supposant un lien direct entre l'outil et le mouvement observé en surface.

i. Emplacement dans le rig

Le capteur de profondeur est placé soit sur le treuil (drawworks) de GEOSERVICE et de HALLIBURTON, ou en face de trajets (polyester enveloppé de papier aluminium) collés sur la polie du crown block (DATALOG), en indiquant la profondeur, le ROP, le HOOK position, la position de l'outil, le sens et la vitesse de déplacement du moufle.

ii. Données fixes du treuil

- ⇒ Nombre de bruns du mouflage.
- ⇒ Diamètre du tambour du treuil.
- ⇒ Diamètre du câble de forage.
- ⇒ Nombre de spires par couches.

iii. Calibration

- ⇒ Nombre de couches pleines.
- ⇒ Nombre de spires sur la dernière couche.

iv. Intérêt de la mesure

Le capteur de profondeur donné par la figure (2.5) permet de connaître :

- ⇒ la profondeur (Total Depth).
- ⇒ la vitesse d'avancement (ROP : rate of penetration).
- ⇒ La profondeur de l'outil (Bit Depth).

Important

Ce capteur doit être recalibré après chaque filage et coupe du câble de forage.

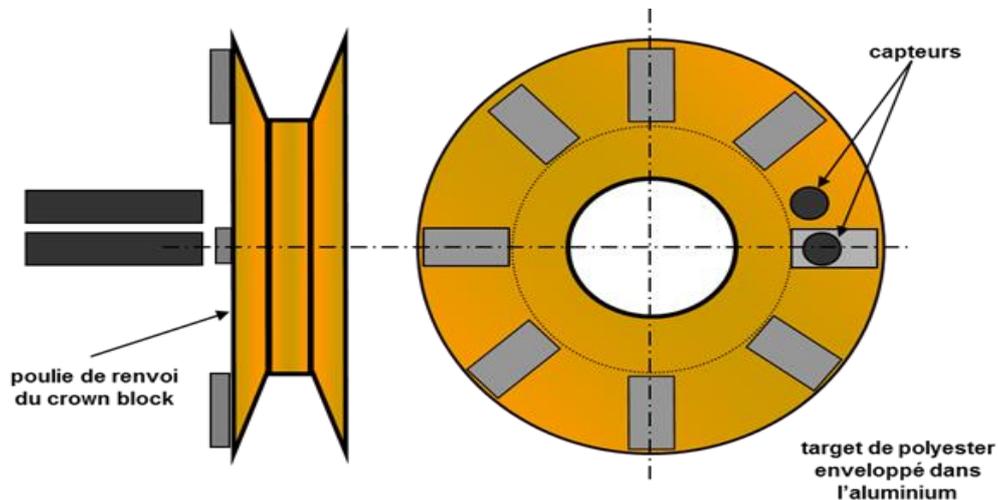


Figure 2.5: Capteur de profondeur sur la poulie de renvoi du Crown Block

Dans la figure (2.6) suivante nous observons un capteur de profondeur utilisé par DATALOG

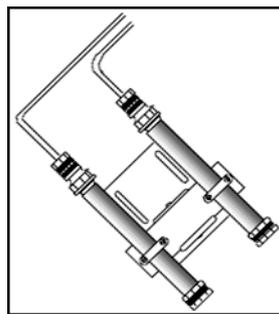


Figure 2.6: Capteur de profondeur Data Log

2.5 : Capteur de niveau des bacs :

Généralement tous les bacs actifs ont des capteurs de niveau : Actif1 et actif2, Décantation 1 et 2, Trip TANK, +02 Réserves.

La mesure du niveau des bacs s'effectue habituellement à l'aide de flotteurs qui actionnent des potentiomètres.

Selon les installations, un calculateur donne en permanence le volume de chaque bac et le volume total de l'actif.

Pour le bac de manœuvre ou Trip Tank, bac de petite surface mais profond d'un volume d'une dizaine de mètres cube, il permet de mesurer de petites variations de volume (volume acier) en cours de manœuvre (descente ou remontée de la garniture ou de tubage).

i. Principe de fonctionnement :

Le fonctionnement du capteur de niveau des bacs est basé sur la mesure du temps de propagation d'une onde de haute fréquence émise par le capteur et lue par celui-ci après réflexion à la surface du fluide stockée dans le bac pour les capteurs soniques et la variation potentiométrique pour les capteurs à flotteurs.

ii. Emplacement dans le rig :

Généralement tous les bacs actifs ont des capteurs de niveau Actif1 et Actif2, Décantation 1 et 2 Trip TANK, +02 Réserves.

iii. Intérêt de la mesure :

Le capteur de niveau des bacs (voir la figure 2.7) permet de contrôler :

- ⇒ la disponibilité de la boue dans chaque bac.
- ⇒ la perte de boue en surface.
- ⇒ les modifications de circuit (mise en route des équipements d'épuration mécanique).
- ⇒ les manipulations sur le volume en circulation (ajout de boue, mise en service de bacs différents).

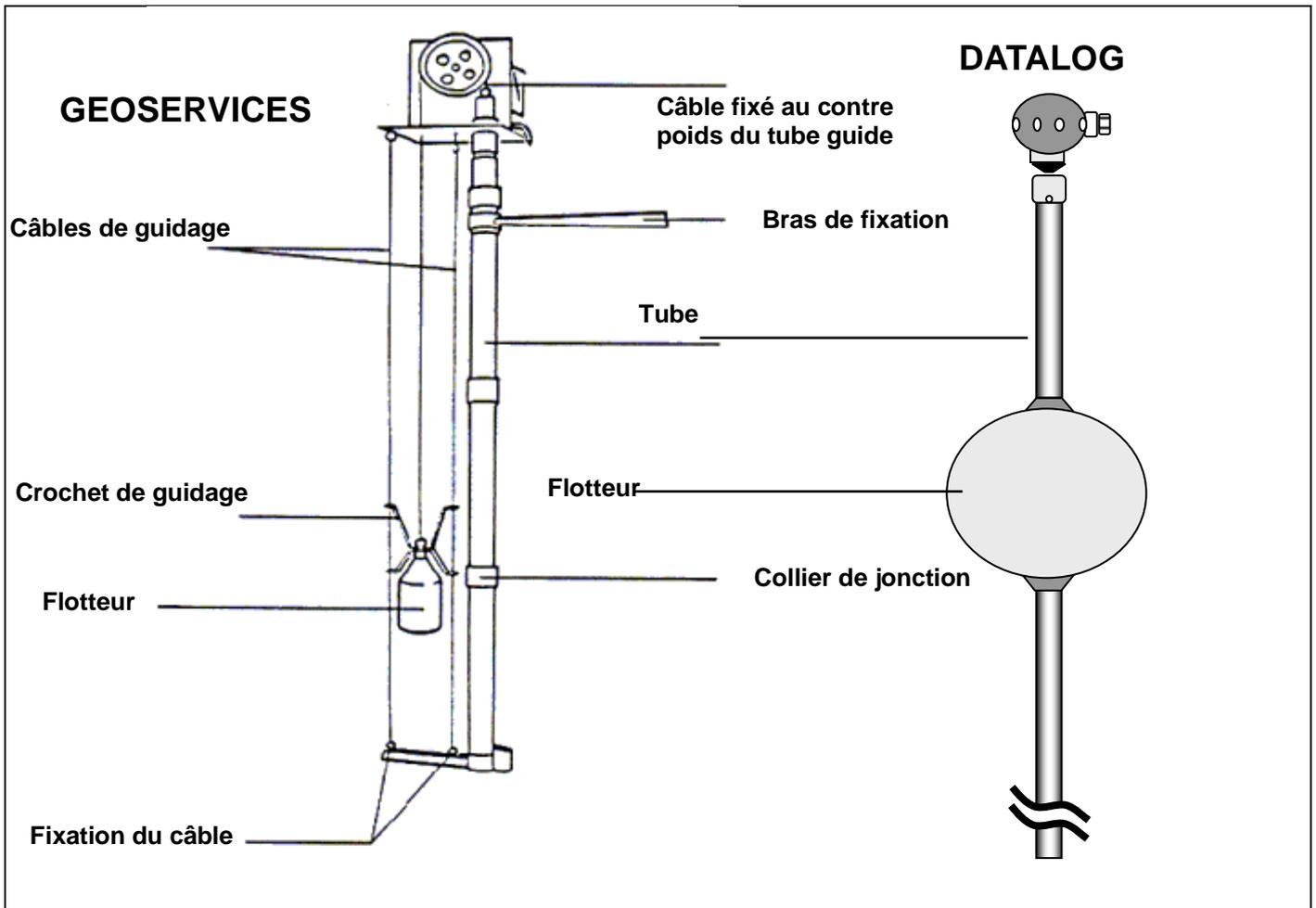


Figure 2.7: capteur à flotteur

2.6. Capteur de pression :

La pression de la boue est mesurée à l'aide de capteur sur le manifold de plancher pour obtenir la valeur d'entrée et sur choke manifold pour obtenir la valeur de sortie.

i. Principe de fonctionnement

Les gauges utilisées transforment la pression en signal électrique

ii. Emplacement dans le rig

Le capteur de pression est installé sur Manifold

iii. Intérêt de mesure

Le capteur de pression (voir la figure 2.8) est intérêt de :

- ⇒ Contrôler le déroulement des opérations lorsque le puits est mis sous pression.
- ⇒ Surveiller le déplacement des bouchons de différente densité (ciment, boue lourde, etc.).
- ⇒ Détecter les pertes importantes dans le découvert par surveillance de la chute de pression.

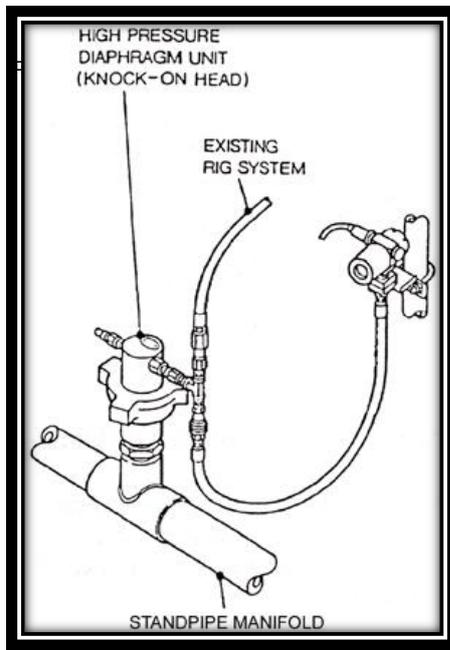


Figure 2.8: capteur de pression

2.7. Capteurs de densité MUD Weight IN and OUT:

Ce capteur est équipé de deux membranes pour mesurer les pressions hydrostatiques.

i. Principe de fonctionnement

Les appareils les plus courants utilisent la pression hydrostatique différentielle entre deux capteurs placés à des hauteurs différentes dans une colonne de boue.

ii. Emplacement dans le rig

On peut placer les capteurs dans :

- ⇒ Le bacactif (aspiration)MUD weight in
- ⇒ Le Mud Box Mud weight out.

iii. Intérêt de la mesure

Le capteur de densité (voir la figure 2.9) est utilisé pour :

- ⇒ La mise en évidence des bouchons de gaz entraînant une chute très importante de la densité.
- ⇒ La mise en évidence de venue d'eau ou d'huile provoquant en général une diminution de la densité, la seule exception est le cas d'une venue d'eau salée.
- ⇒ Le contrôle continu du traitement de la boue.

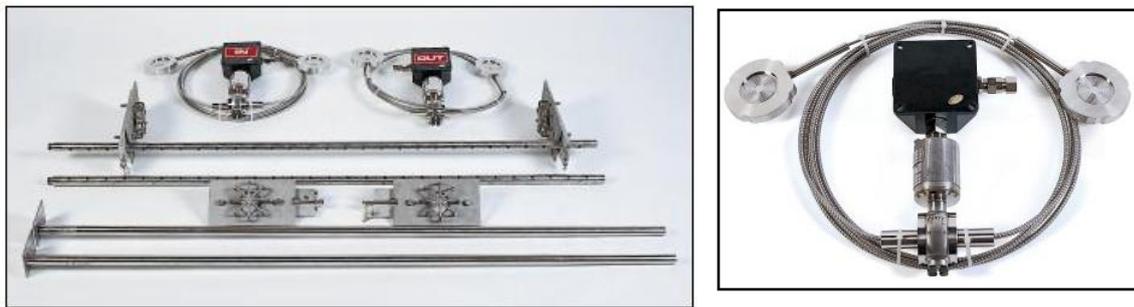


Figure 2.9: capteur de densité (din-dout)

2.8 Capteurs de Température entrée et sortie :

La température de la boue à l'entrée et à la sortie est maintenant enregistrée systématiquement à l'aide de cannes thermométriques à filament de platine protégé par une gaine inoxydable d'acier.

i. Principe de fonctionnement

Son fonctionnement est basé sur la variation d'une résistance :

Une augmentation de résistance implique une augmentation de température.

ii. Emplacement dans le rig

Deux capteurs sont installés :

L'un est placé dans le bac actif T°, l'autre est placé sur le mud box T° out.

iii. Intérêt de la mesure

Ce capteur est avantageux pour renseigner sur les zones anormalement compactées à température élevée, ainsi que les venues de gaz qui se manifestent par une baisse de la température due à la détente du gaz. (Voir la figure 1.10)

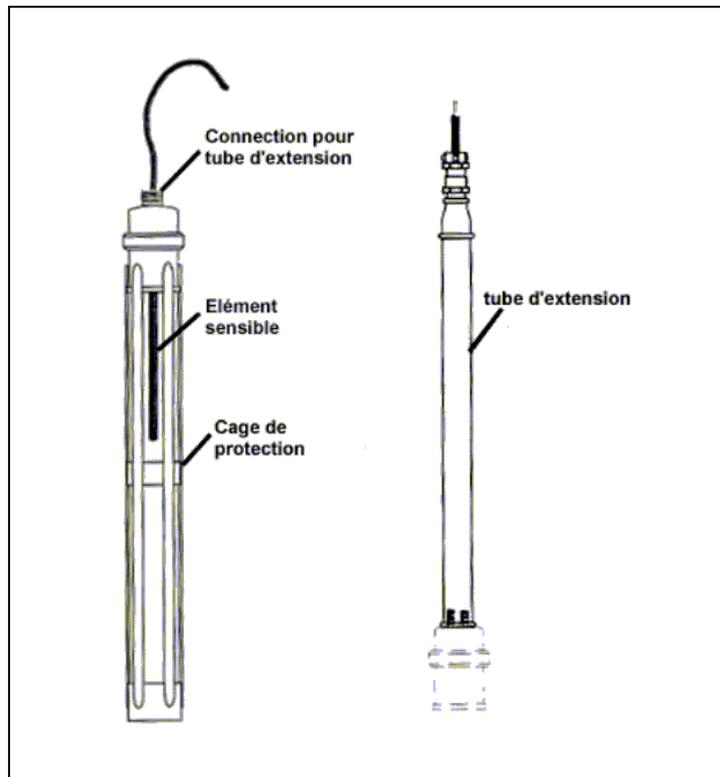


Figure 2.10: capteurs de température

3. La cabine mudlogging :

Cette cabine offre une gamme complète de services avec des équipements conçus pour satisfaire les demandes du client. Elle adapte tout l'équipement nécessaire pour fournir l'évaluation automatisée des formations, de forage et de système de surveillance de boue, assure automatiquement l'opération continue (20 minutes) en cas de puissance perdue.

3.1. La liaison Capteurs/Cabine :(voir la figure 2.11)

Elle est constituée par des câbles permettant l'alimentation du capteur et la mesure des variations de potentiel émises par celui-ci.

Un câble de capteur relié à une des deux boîtes de jonction fixées l'une sur le plancher, l'autre sur les bassins, par lesquelles un câble multiconducteur relie chacune de ces boîtes de jonction à la cabine de mud-logging [1].

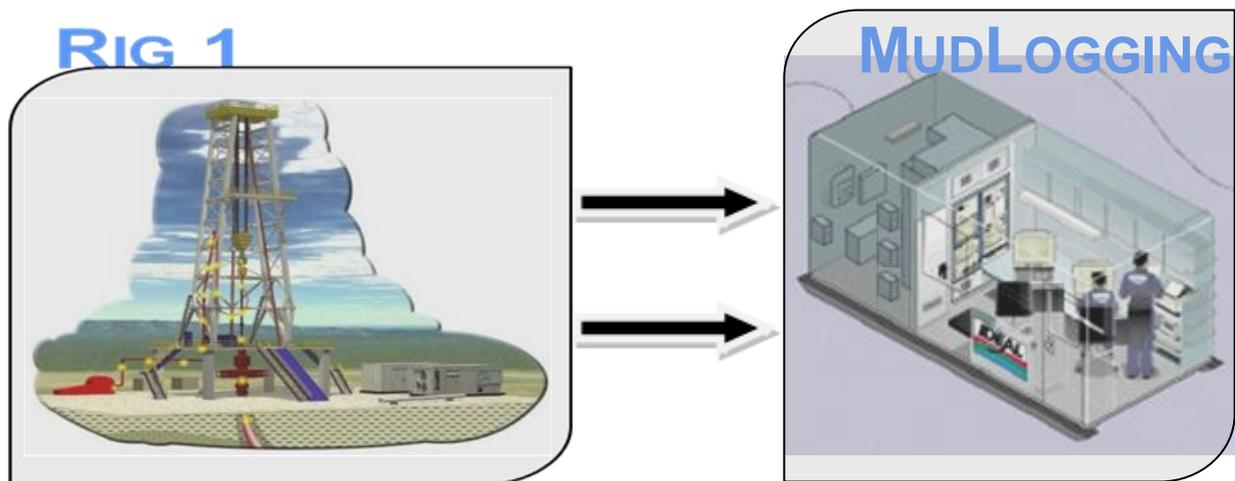


Figure 2.11 : la liaison capteur/cabine

3.2 Entrée des données:

Elle s'effectue en automatique sur les cabines dotées d'un ordinateur, par l'intermédiaire d'un système de cartes d'acquisition qui permettent de transformer les signaux émis par les capteurs en signaux digitaux que l'ordinateur peut lire.

L'entrée des données relatives aux analyses (calcimétrie, indices de gaz,...) et des descriptions géologiques s'effectue au clavier de l'ordinateur.

3.3. Le stockage des données :

Il s'effectue sur des bases de données installées sur le disque dur de l'ordinateur.

3.4. Base de données en temps réel :

Les valeurs y sont enregistrées en fonction du temps (Ex : toutes les 10,20 ou 60 secondes selon la marque de cabine).

Une fois les données sont transmises ensuite enregistrées au niveau de la cabine mudlogging, elles seront retransmises vers un équipement matériel appelant le rig box.

4. Le rig box ou WSDH (well Site Data Hub):

C'est un équipement matériel qui contient des composants d'infrastructure nécessitent des connexions internes et externes pour fournir toutes les fonctionnalités.

Composé de 8U robuste, antichoc, rack 19 avec une alimentation sans coupure, routeur, commutateur, ordinateur portable, et les appareils de gestion à distance en option .En autre , les points d'accès (APs) qui prennent en charge le réseau local sans fil.

i. Utilité du rig box (WSDH)

Le rig box permet de collectionner les données multifournisseurs et les stocker localement ainsi que l'envoi de données au centre de soutien des opérations en ville. Il nécessite aussi le transfert de données en temps réel.

ii. Les composants du rig box(WSDH)

Il contient les équipements suivants (voir les figures (2.12) et (2.13)).

- ⇒ Cisco routeur 2811 - avec netmod slot : assure le routage des données du rig box vers le centre RTOM en passant par le réseau SONATRACH
- ⇒ Cisco carte contrôleur LAN sans fil interne netmod : permettant de gérer les flux de données des deux Access points Vsat et NDJ
- ⇒ Cisco Switch 3560 : il permet de crée un LAN entre la cabine mudlogging le rig box
- ⇒ Un Laptop Panasonic : il contient les logiciels sensés de transmettre les données à RTOM (Wits server et Inetract)
- ⇒ Un onduleur : pour assurer la continuité de transmission en cas de coupure électrique
- ⇒ Une multiprise : pour assurer l'alimentation de rig box.

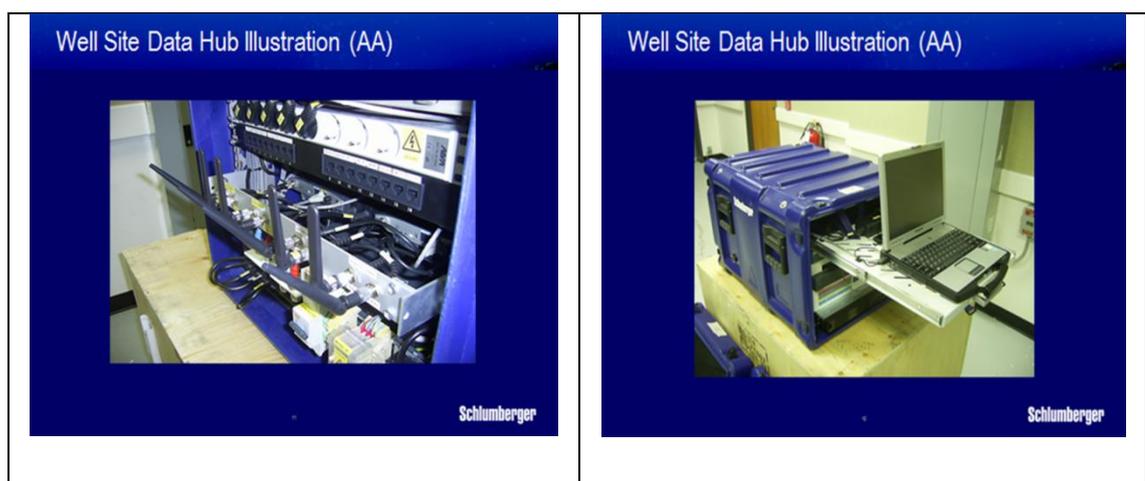


Figure 2.12: WSDH

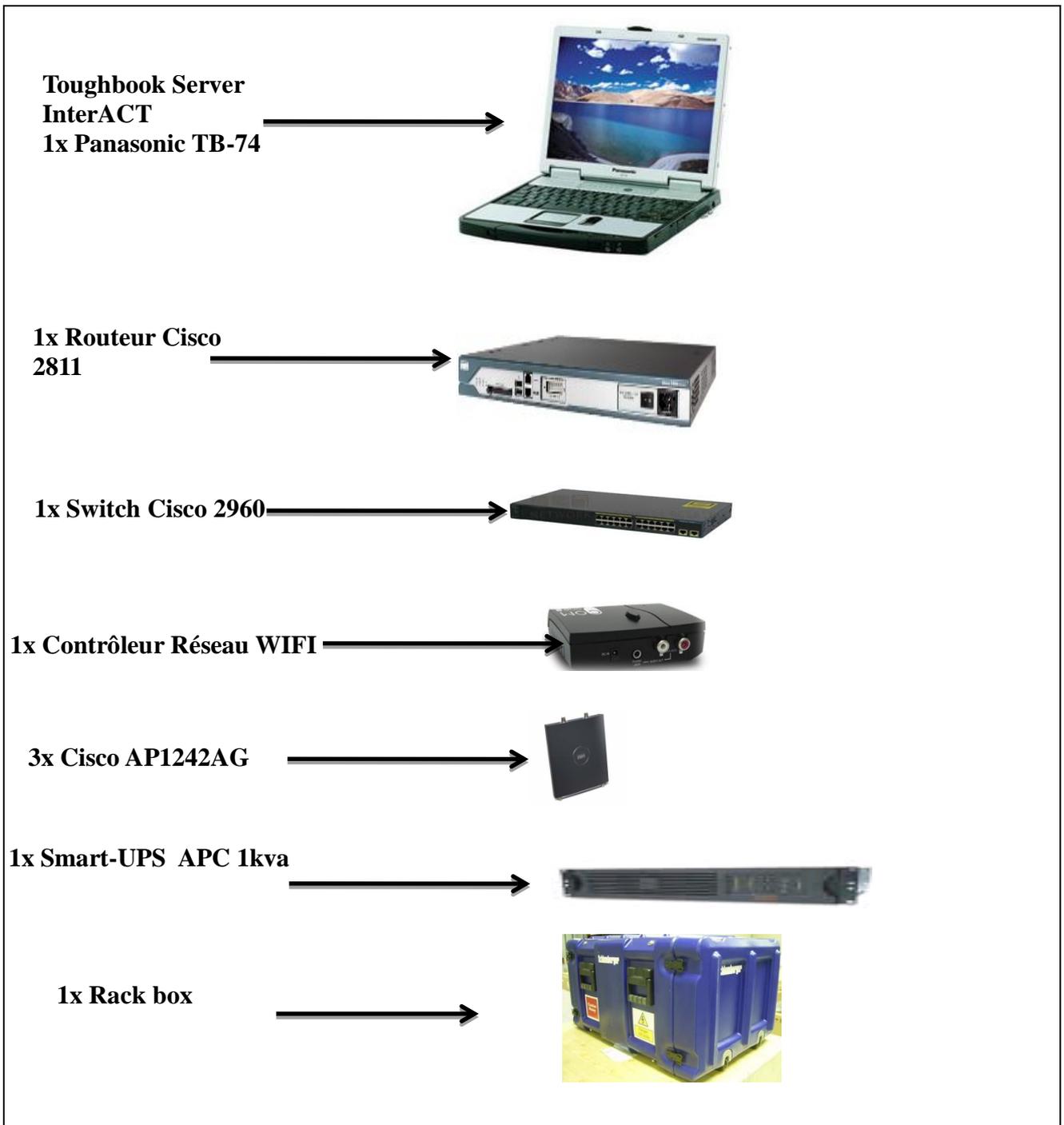


Figure 2.13: équipements du WSDH

4.1 Connexion utilisateurs aux réseaux de WSDH :

La solution comprend un commutateur préconfiguré avec plusieurs segments ou réseaux locaux virtuels(**VLANS**) pour soutenir la connectivité filaire et sans fil LAN pour l'ensemble de la zone de forage.

Le routeur dispose de deux interfaces Ethernet rapide situées sur le côté droit du panneau arrière, le premier est utilisé pour connecter le réseau externe (Fast Ethernet 0/0) et le second est utilisé pour connecter l'interrupteur (Fast Ethernet 0 /1).

L'interrupteur a deux connexions de lignes réseau (ports Gigabit Ethernet) situées sur le côté droit du panneau. Utiliser le port 0 /1 Gigabit Ethernet pour connecter le routeur.

Utilisez la norme **UTP RJ-45** câble Ethernet de catégorie **5e** ou mieux de connecter physiquement le commutateur et le routeur via les interfaces Ethernet spécifiés.

4.2 La connexion à WSDH externe :

WSDH nécessite l'accès à des réseaux externes (Internet ou Intranet) pour pouvoir échanger les données avec un Data Hub régional et de fournir l'accès facultatif à d'autres services réseau (Web, e-mail, applications).le suivant est nécessaire pour connecter WSDH au réseau externe de forage local. Le dispositif de réseau externe doit être en mesure de fournir les paramètres TCP /IP appropriés (Adresse IP, la passerelle et la configuration DNS) au routeur.

Avec l'évolution technologique le **WSDH** s'est déployé en un nouveau système appelant **RSDH** (Rig Site Data Hub)[2]. Ce dernier est une solution intégrée, il inclut tous les composants du WSDH intégrés en raison de minimiser le volume .voir la figure (2.14).



Figure 2.14 : RSDH

Une fois les données sont enregistrées et stockées. Une antenne dite Vsat proposée par la société EPNETSAT à son tour va retransmettre les données vers le ROC. EPNETSAT est un élément très important dans le projet RTOM.

5. Réseau EPNETSAT :

EPNETSAT est une filiale de SONATRACH, provider de Vsat et réseau télécom de SONATRACH gérée par le département de Télécommunication , elle est chargée de l'intégration des solutions télécom pour Sonatrach et ses projets(internet/téléphonie/vidéo conférence et communication radio).

i. EPNETSAT au sein de RTOM

- elle assure la transmission de data à temps réel.
- elle assure la Transmission des appels téléphonique.
- Sans EPNETSAT y 'aura pas de transmission à temps réel.

Le réseau EPNETSAT se base sur une technique de transmission appelant TDMA[3] (time division multiple Access) ou (accès multiple par répartition dans le temps). (Voir la figure 2.15)

ii. La technologie TDMA (Time Division Multiple Access)

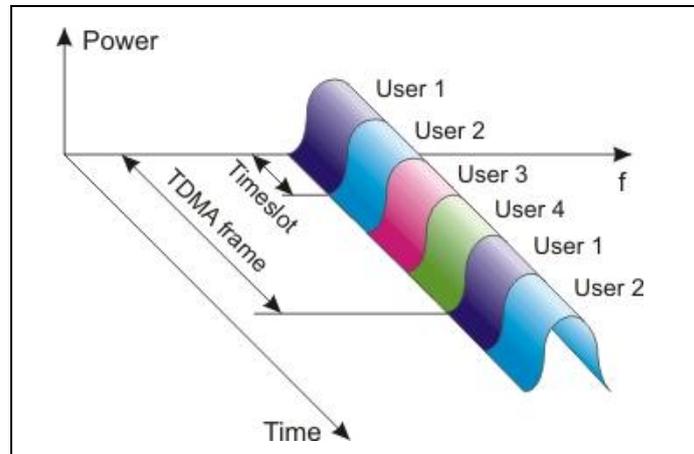


Figure 2.15: TDMA

C'est une technologie de transmission, adoptée par EPNETSAT pour la solution Vsat, elle est basée sur le multiplexage temporel qui permet de transmettre plusieurs signaux sur un seul canal, dont le principe est de découper le temps disponible entre plusieurs abonnés. Par ce moyen une fréquence peut être utilisée par plusieurs abonnés simultanément.

5.1. Composants de la Solution Vsat d'EPNETSAT :

i. Vsat (Very Small Aperture Terminal)

Désigne une technique de communication par satellite bidirectionnelle qui utilise des antennes paraboliques dont le diamètre est inférieur à 3 mètres.

LaVSAT [4] est constitué de trois parties principales à savoir:

- ⇒ Le hub: il s'agit du cœur du réseau. Le hub dispose d'une antenne ayant un diamètre compris entre 7 m et 9 m ayant le même principe de fonctionnement qu'une station terrienne.
- ⇒ Le satellite: c'est un relais hertzien.
- ⇒ Les stations distantes (ou remotes) en anglais.

La plupart des antennes VSAT ont un diamètre compris entre 0,75 m et 1,2 m. Cette technique de communication nécessite donc peu de moyens au sol. VSAT peut donc être utile pour relier un petit site aux réseaux de communication, que ce soit pour la téléphonie ou pour l'accès à Internet. (Voir figure 2.16).



Figure 2.16: Vsat

ii .LNB (Low Noise Block converter)

Une antenne associée dans un boîtier à un convertisseur de signaux radio de la bande de fréquence micro-ondes vers la bande de fréquence plus basse(en MGH), dont laquelle le récepteur satellitaire soit capable de capter le signal. (Voir figure 2.17)



Figure 2.17: LNB

iii. Amplificateur

C'est un module qui permet de renforcer le signal de certaine fréquence radio, on l'appelle aussi un amplificateur électrique radio.

iv.RF (radio frequency)

Service de radio sans fil et de téléphonie cellulaire, une unité qui contient deux convertisseurs servant à adapter le signal lors de la réception et l'émission relativement basses fréquences / hautes fréquences. (Voir la figure 2.18)

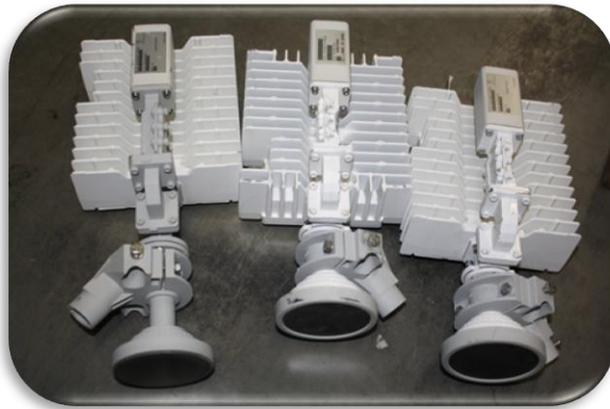


Figure 2.18 : RF

v. SKYWAN 2000

C'est un modem (Modulateur/Démodulateur) basé sur la technologie TDMA. (Voir la figure 2.19)



Figure 2.19: SKYWAN

vi. FAD SKYWAN

Un équipement module dédié pour la téléphonie qui fonctionne avec le protocole Frame Relay, il est associé au modem skywan 2000. (Voir la figure 2.20)

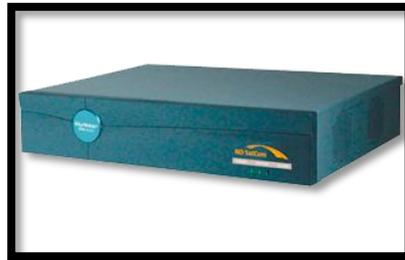


Figure 2.20 : FAD SKYWAN

6. Simulation de données du chantier vers le Roc (Remote Operation center) :

A l'aide des capteurs, les données sont captées ensuite transmises dans la cabine mudlogging sous forme de signaux électrique, un système appelant système d'acquisition de données reçoit ces dernières pour les convertir en signaux digitaux que l'ordinateur peut lire et traiter.

Les données sont reçues ensuite enregistrées et retransmises via une chaîne de transmission pour arriver au centre d'opérations à distance. La figure (2.21) montre l'enchaînement des équipements dont les données se transmisses.

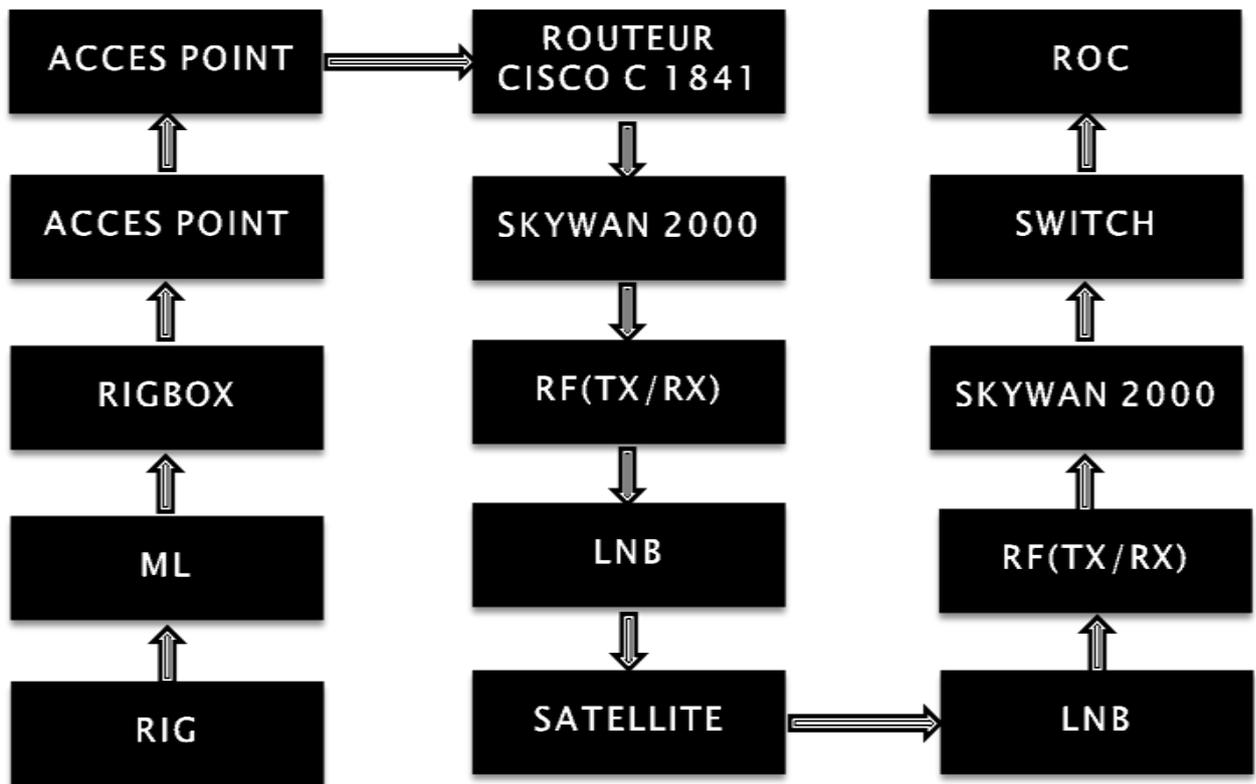


Figure 2.21: simulation de données du chantier vers le ROC

7. Simulation d'un Appel Téléphonique du chantier vers le ROC :

Pour faire un appel téléphonique du chantier vers le ROC l'enchaînement des équipements se déroule dans le même sens que le précédent, or que la simulation d'un appel téléphonique se fait avec la présence d'un équipement nommé FAD .Ce dernier est spécialisé pour la téléphonie. (Voir la figure 2.22)

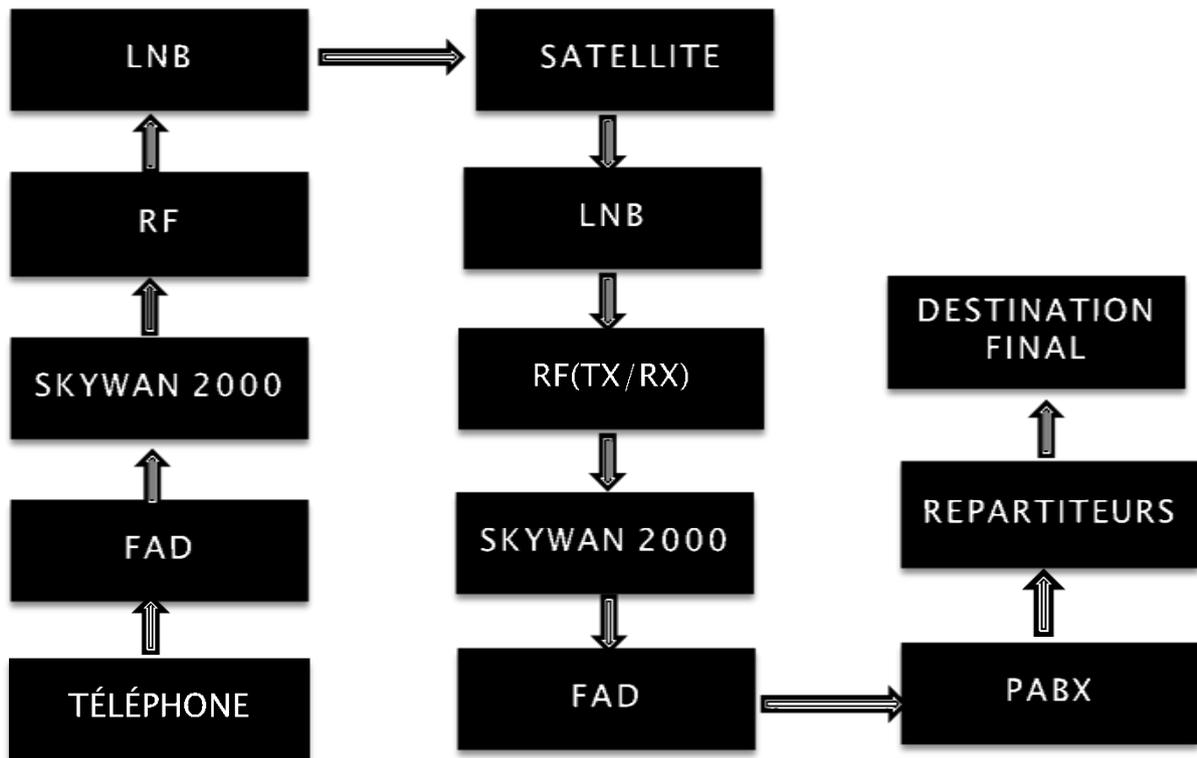


Figure 2.22: simulation d'un appel téléphonique du chantier vers le ROC.

8. Discussion :

L'enregistrement et le stockage des données se fait en première position au niveau des équipements matériels (capteurs, rig box), ensuite elles vont se transmettre vers le ROC via une antenne nommée Vsat. L'enregistrement et le stockage des données permet de les mémoriser au cas où il y a une défaillance de manipulation. Par ailleurs, une fois arrivées au niveau du ROC, ces données vont être traitées à l'aide des équipements logiciels et applications web ce que nous allons voir dans le chapitre qui suit.

1. Préambule :

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'ensemble des applications clés permettant l'implémentation des objectifs du RTOM afin de fournir un service conforme au cahier de charge signé entre SONATRACH et SCHLUMBERGER.

2. Le Standard Wits: *WELLSITE INFORMATION TRANSFER SPECIFICATION [5]*

C'est un format de communication conventionnel dans le domaine pétrolier, utilisé pour le transfert de données à partir du site de forage.

Le format WITS de données se compose d'un ensemble d'enregistrement qui correspond chacun à une activité et un type bien précis d'opérations à savoir des données de forage ou bien de cimentation du puits ou déviation etc.

3. Les Différents types d'enregistrement :

- **Record # 1 : General Time-Based**

Données de forage à temps réguliers

- **Record # 2 : Drilling Depth Based**

Paramètres de profondeur à temps réguliers

- **Record # 3 : Drilling Connections**

Le temps de connexion de tiges

- **Record # 4 : Hydraulics**

Enregistrement hydraulics.

- **Record # 5: Tripping/Casing Run Time-Based**

Temps de connexion de casing

- **Record # 6 : Tripping/Casing Connection-based**

Temps de connexion de casing

- **Record # 7 : Survey / Directional**
Inclinaison du puits (mesure déviation)
- **Record # 8 : MWD Formation Evaluation**
Mesure de paramètres du GR-Résistivités
- **Record # 9 : MWD Mechanical**
Deviation
- **Record # 10 : Pressure Evaluation**
Mesure de pression
- **Record # 11 : Mud Tank Volumes**

Volumes de bacs à boue.
- **Record # 12: Chromatograph Gases Cycle-based**
Courbe de gaz, calcimétrie
- **Record # 13 : Chromatograph Gases Depth-based**
Chromatographe par intervalles de profondeur.
- **Record # 14 : Lagged continuous mud properties**
Propriétés de la boue, densité
- **Record # 15 : Cuttings / Lithology**
Déblais de Roche pour reconstituer la lithologie
- **Record # 16 : Hydrocarbon Show**
Courbe hydraulics
- **Record # 17 : Cementing**
Paramètres de ciment
- **Record # 18 : Drill Stem testing**
Test de formation

Chaque enregistrement contient un ensemble de paramètres qui sont les données correspondantes à des capteurs installés sur l'appareil de forage ou bien des paramètres calculés à partir d'autres paramètres captés.

3.1 Paramètres d'enregistrement :

Les paramètres sont des données venantes d'un capteur. Par exemple le paramètre 16 correspond à la position du bloc de l'appareil permettant de savoir à quel niveau l'outil de forage est positionné.

Le tableau suivant illustre les différents paramètres.

Item	Description	Long Mnemonic	Short Mnemonic	Typ	Length	Metric Units	FPS Units
1	<u>Well Identifier</u>	WELLID	WID	A	16	----	----
2	<u>Sidetrack/Hole Sect. No.</u>	STKNUM	SKNO	S	2	----	----
3	<u>Record Identifier</u>	RECID	RID	S	2	----	----
4	<u>Sequence Identifier</u>	SEQID	SQID	L	4	----	----
5	<u>Date</u>	DATE	DATE	L	4	----	----
6	<u>Time</u>	TIME	TIME	L	4	----	----
7	<u>Activity Code</u>	ACTCOD	ACTC	S	2	----	----
8	<u>Depth Bit (meas)</u>	DEPTBITM	DBTM	F	4	M	F
9	<u>Depth Bit (vert)</u>	DEPTBITV	DBTV	F	4	M	F
10	<u>Depth Hole (meas)</u>	DEPTMEAS	DMEA	F	4	M	F
11	<u>Depth Hole (vert)</u>	DEPTVERT	DVER	F	4	M	F
12	<u>Block position</u>	BLKPOS	BPOS	F	4	M	F
13	<u>Rate of Penetration</u>	ROPA	ROPA	F	4	M/HR	F/HR
14	<u>Hookload (avg)</u>	HKLA	HKLA	F	4	KDN	KLB
15	<u>Hookload (max)</u>	HKLX	HKLX	F	4	KDN	KLB
16	<u>Weight-on-Bit (surf,avg)</u>	WOBA	WOBA	F	4	KDN	KLB
17	<u>Weight-on-Bit (surf,max)</u>	WOBX	WOBX	F	4	KDN	KLB

18	<u>Rotary Torque (surf, avg)</u>	TORQA	TQA	F	4	KNM	KFLB
19	<u>Rotary Torque (surf, max)</u>	TORQX	TQX	F	4	KNM	KFLB
20	<u>Rotary Speed (surf,avg)</u>	RPMA	RPMA	S	2	RPM	RPM
21	<u>Stand pipe Pressure (avg)</u>	SPPA	SPPA	F	4	KPA	PSI
22	<u>Casing (Choke) Pressure</u>	CHKP	CHKP	F	4	KPA	PSI
23	<u>Pump Stroke Rate #1</u>	SPM1	SPM1	S	2	SPM	SPM
24	<u>Pump Stroke Rate #2</u>	SPM2	SPM2	S	2	SPM	SPM
25	<u>Pump Stroke Rate #3</u>	SPM3	SPM3	S	2	SPM	SPM
26	<u>Tank Volume (active)</u>	TVOLACT	TVA	F	4	M3	BBL
27	<u>Tank Volume Change (act)</u>	TVOLCACT	TVCA	F	4	M3	BBL
28	<u>Mud Flow Out %</u>	MFOP	MFOP	S	2	%	%
29	<u>Mud Flow Out (avg)</u>	MFOA	MFOA	F	4	L/M	GPM
30	<u>Mud Flow In (avg)</u>	MFIA	MFIA	F	4	L/M	GPM
31	<u>Mud Density Out (avg)</u>	MDOA	MDOA	F	4	KGM3	PPG
32	<u>Mud Density In (avg)</u>	MDIA	MDIA	F	4	KGM3	PPG
33	<u>Mud Temperature Out (avg)</u>	MTOA	MTOA	F	4	DEGC	DEGF
34	<u>Mud Temperature In (avg)</u>	MTIA	MTIA	F	4	DEGC	DEGF
35	<u>Mud Conductivity Out (avg)</u>	MCOA	MCOA	F	4	MMHO	MMHO
36	<u>Mud Conductivity In (avg)</u>	MCIA	MCIA	F	4	MMHO	MMHO
37	<u>Pump Stroke Count (cum)</u>	STKC	STKC	L	4	----	----

4. Les applications du RTOM :

4.1 Wits Server: est un logiciel serveur permettant l'envoi des données en format wits [6] et à temps réel venant de la cabine mudlogging vers un le centre de surveillance à distance des opérations. (Voir la figure 3.1)

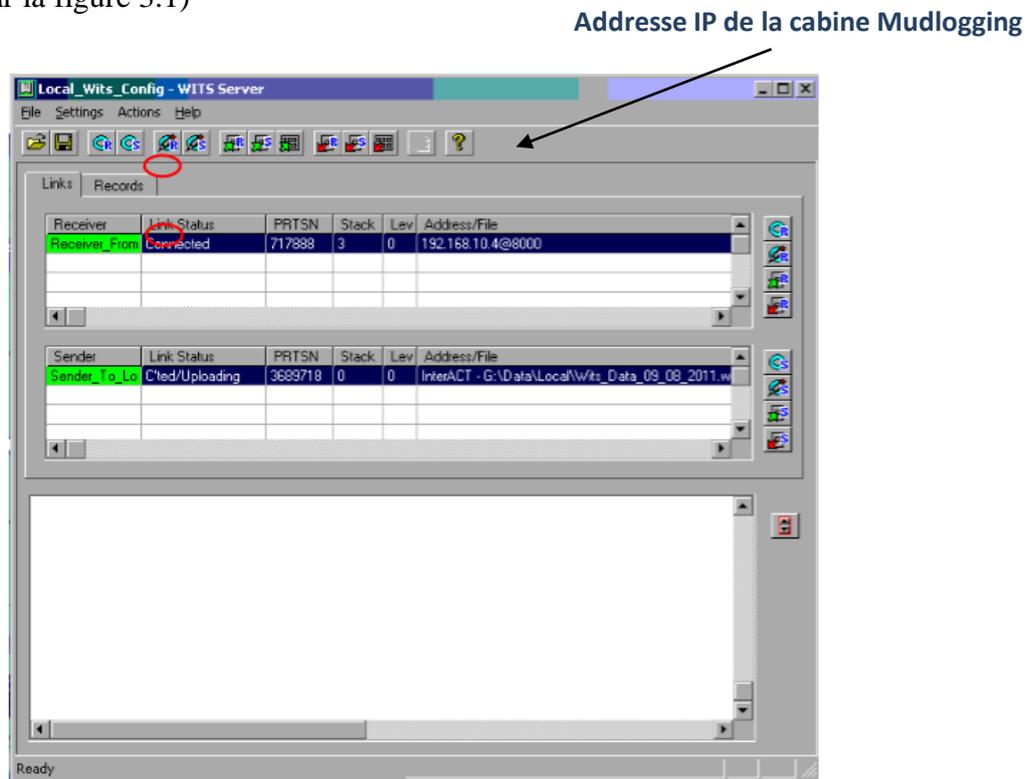


Figure 3.1: Wits Local configuré avec une cabine

4.2 InterAct:

Une application Web(voir la figure 3.2) Permettant la réception à temps réel des données venant du serveur Wits et aussi le stockage de ces données dans une base de données MS SQL Server 2008 en utilisant un algorithme très compliqué et confidentiel (Propriété intellectuelle de Schlumberger), le principe utilisé dans la base de données est complètement différent par rapport aux notions connus dans le domaine des SGDB relationnel.

InterAct offre aussi la Possibilité de visualiser le temps de ces données selon un format numérique ou bien sous forme des courbes, InterAct est considéré comme l'un des puissants logiciels du streaming à temps réel dans le domaine pétrolier.

InterACT Schlumberger

Collaborate
Anytime, Anywhere.

InterACT Collaboration, Connectivity & Information System

InterACT Server Login

Username

Password

LOGIN

Request an InterACT account
Lost Username or Password

© 2000-2015 Schlumberger Limited. All rights reserved. Customer Service: Telephone: 5533, Fax: Or [Email Us](#)
[InterACT T&Cs](#) | [Code of Conduct](#) | [SLB privacy statement](#) | [Help configuring IE](#) | [IE6 is no longer supported](#) | [Configuration Test](#)

Home Dashboard Visualization Organizations Wells Bookmarks History More... Search InterACT... Imechouma | My Account | Sign Out

InterACT Schlumberger

Top Search Results

Previous Download Live Content

#	Category	Name	Creation Date	Description	Interval	Type	Size	Activity	Path
1.	Real Time Data	ENF36_MWD_07_07_2015-1.wits Real-time Data	07-Jul-15 10:04			wits	129 bytes	Drilling	Top > Sonatrach > Berkine > RKFP1 > 8.5in Hole_ST1
2.	Real Time Data	ENF10_07_07_2015.wits Real-time Data	07-Jul-15 09:49			wits	2.46 MB	Drilling	Top > Sonatrach > Amquide Messaoud > BRA9 > 6in Hole
3.	Real Time Data	ENF08_07_07_2015.wits Real-time Data	07-Jul-15 08:00			wits	0 bytes	Drilling	Top > Sonatrach > ILLIZI > TRG01 > 6in Hole
4.	Real Time Data	ENF29_06_07_2015.wits Real-time Data	07-Jul-15 02:48			wits	5.98 MB	Drilling	Top > Sonatrach > Atlas S. E. Const. > OBKR1 > 16in Hole
5.	Real Time Data	ENF15_06_07_2015.wits Real-time Data	06-Jul-15 18:09			wits	9.97 MB	Drilling	Top > Sonatrach > Rhourde Nous > RNSEZ109 > 12.25in Hole
6.	Real Time Data	SWCS3_06_07_2015.wits Real-time Data	06-Jul-15 17:22			wits	0 bytes	Drilling	Top > Sonatrach > Berkine > OEC51 > 26in Hole

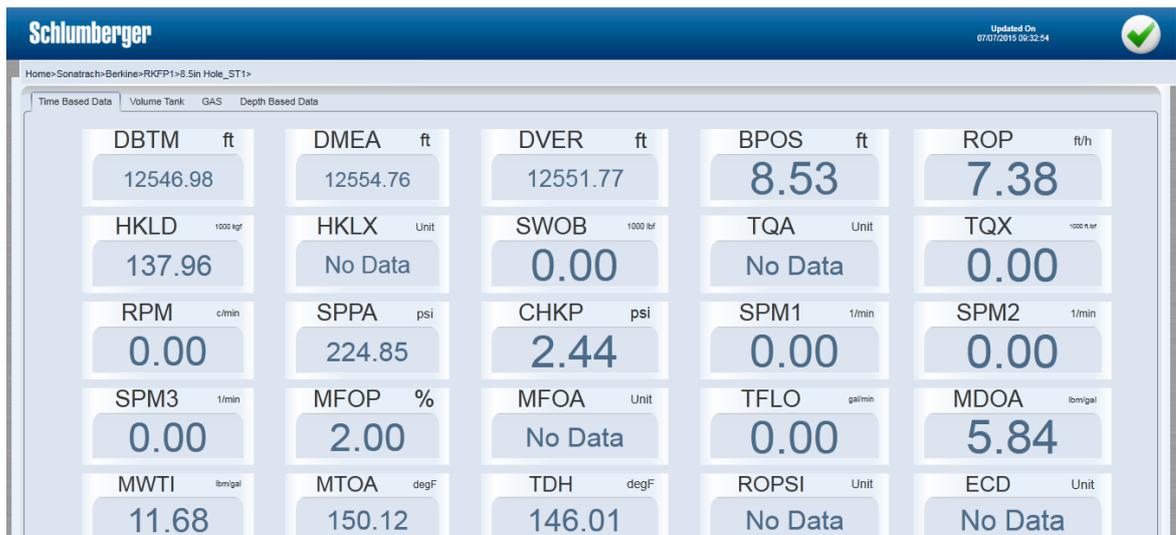


Figure 3.2: InterAct

5. Footprints : est une application Web de l'E-Ticketing, basée sur la notion du Ticket.

Un Ticket est un ensemble de champs contenant des valeurs numériques ou alphabétiques.

- ⇒ Un Ticket est identifié par un numéro.
- ⇒ Un ticket exprime un besoin dans le RTOM pour assurer une communication partager et synchroniser dans un milieu collaboratif.
- ⇒ Dans le RTOM il y a plusieurs types de Ticket selon les besoins, à titre d'exemple dans le cas d'une coupure de transmission de données du chantier vers le centre de monitoring , l'ingénieur suivant les opérations de forage (Front Office) ouvre un Ticket Data Loss qui est un Ticket exprimant le chantier qui a subi la coupure, le temps de la coupure et l'intervalle de la coupure pour que l'équipe Back Office puisse régler le problème.
- ⇒ Footprints Permet d'implémenter et générer des besoins automatique tel l'envoi d'email sous des conditions bien définie.
- ⇒ Footprints permet de générer des rapports et des statistiques à savoir les types des Tickets
- ⇒ Footprints est considéré comme le cœur de la communication du RTOM, il permet de suivre les opérations de forage et enregistrer les événements de forage et aussi les passations des consignes et le support Helpdesk.

L'image (3.3) illustre l'interface d'un espace de travail RTOM.

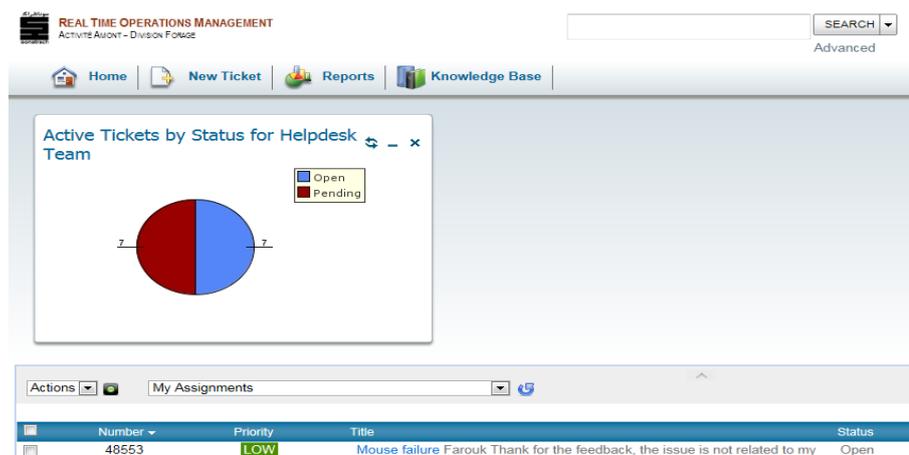


Figure 3.3: Interface d'un espace de travail RTOM

6. PTK PerformToolkit :

C'est un logiciel orienté métier de forage, propriété de Schlumberger permettant la visualisation des données en lisant des informations depuis la base de données InterAct via un outil qui s'appelle OspreyConnect, PTK[7] offre aussi la possibilité de faire des calculs d'ingénierie de forage et hydraulique, en plus de ça il permet de générer des rapports et des statistiques relatives aux opérations qui seront par la suite communiqués au client. la figure (3.4) illustre une vue sur l'interface du PTK .

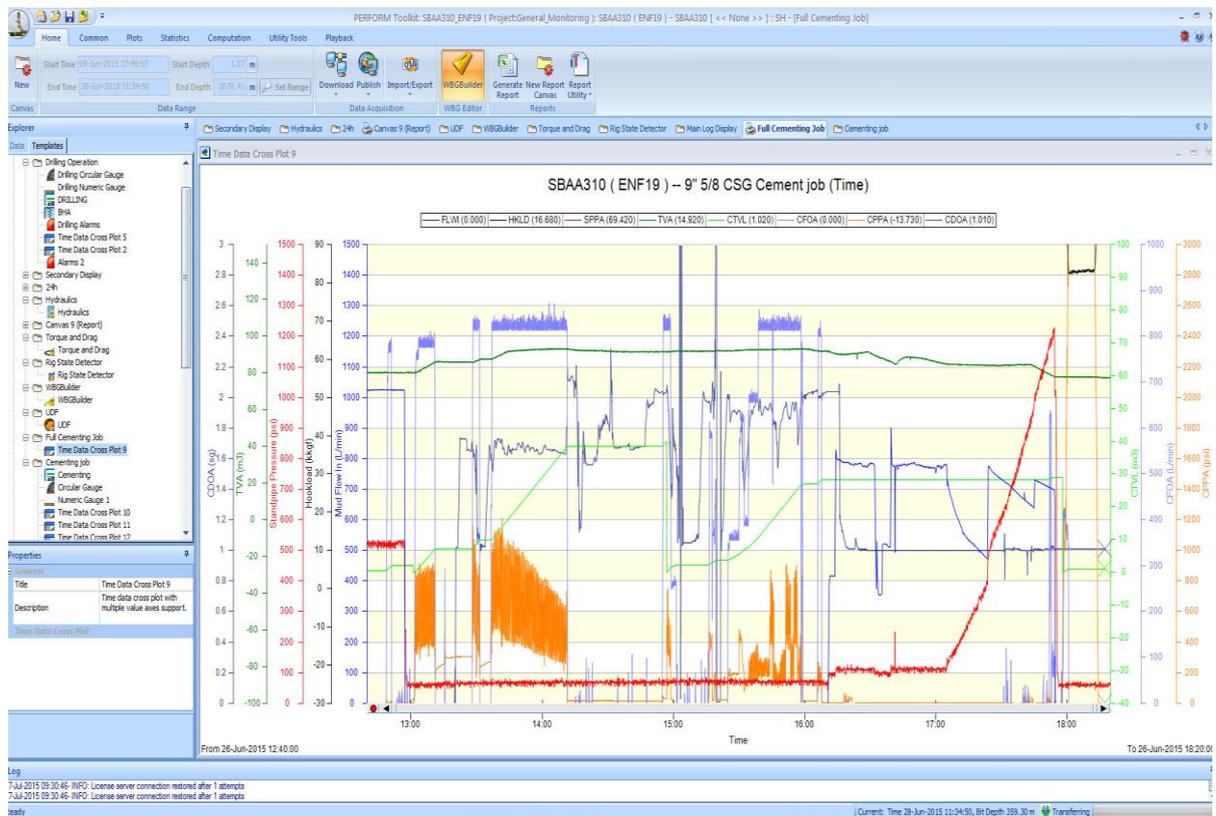


Figure 3.4 : Une vue sur l'interface PTK

7. Dashboard (SSRS SQL Server Reporting Server):

C'est un system de reporting Web Business Intelligent, permettant la génération et la visualisation des données d'une base de données à temps réel , il offre la possibilité de faire des recherches filtres, le Dashboard représente un atout très important pour RTOM puisque il sert à moyen de référence dans les réunions pour SONATRACH en même temps il participe à la communication entre les différentes équipes du RTOM .

Le Dashboard est utilisé par TOP Management du SONATRACH pour prendre des décisions à temps réel.

L'image (3.5) illustre l'interface de Dashboard.

SQL Server Reporting Services Home | My Subscriptions | Help

Home

Folder Settings Details View

Other Reports Well Interventions 1- Daily Activity Reports - DDO 2- Non Drilling Jobs Planner

3- Daily Cementing Jobs 4- Data_Issues_Report 5- Drilling Operations Report 6- Drilling Operations Report 24hours

7- NDJ Jobs History 8- Rig Connectivity Status Daily Activity Reports Per RIG - DDO Daily Wells Update

Rig_Connectivity_Status_Per_Pole Speed Analysis Report

Home > 8- Rig Connectivity Status Home | My Subscriptions | Help

Real Time Operations Management Activity Amount Division Forage Direction Des Operations Forage

Rigs Connectivity Status Schlumberger

The Report is still under Construction - Your Feedback is more than Welcome 7/7/2015 9:30:02 AM

84 RTOM Assigned Rigs

No Data Issues	43	Streaming Rigs	57
No Real Time Data	2	To Be Connected	19
Data Quality Issues	12	Disconnected	7
Spudded No Streaming	4		

Spud in the Next 3 days Development Well Background ExceedSpud Date

POD	mr ID	N	Connectivity Status	Rig Name	Well Name	Phase	SPUD Date	Connection Date
POD01 (2309 3409)	384	01	No Data Issues	ENF29	OBKR1	26in Hole	14-Jun-15	19-Jun-15
	212	02	MudloggingUnit	TP158	FKNE1	6in Hole	13-Oct-14	17-Oct-14
	180	03	No Data Issues	TP206	BDH1	8.5in Hole	18-Jul-14	23-Jul-14
	295	05	No Data Issues	ENF08	OGT1	8.5in Hole	13-Jan-15	20-Jan-15
	356	06	MLU Released	NDIL283	HTF21	6in Hole	02-May-15	07-May-15
	364	07	EPNetSat	TP208	SMB1	26in Hole	05-Jul-15	10-Jul-15
	226	01	No Data Issues	TP180	TRA1	12.25in Hole	13-Nov-14	19-Nov-14
POD02 (2309 3408)	372	02	No Data Issues	ENF18	HUSW1	16in Hole	31-May-15	05-Jun-15
	375	03	No Data Issues	SPEC151	HBT1	16in Hole	24-Jun-15	29-Jun-15
	324	04	MLU Released	SPEC118	HTMSO1	Rig Move	04-Mar-15	09-Mar-15

POD	ID	N	Connectivity Status	Rig Name
POD04 (2309 3412)	270	01	No Data Issues	TP137
	393	02	Rig Move	SWCS3
	344	03	No Data Issues	TP220
	341	04	MudloggingUnit	TP221
	321	05	MudloggingUnit	TP194
POD05 (2309 3411)	396	06	Rig Move	TP203
	395	07	Rig Move	SWCS2
	369	01	No Data Issues	ENF15
	318	02	No Data Issues	ENF37
	317	03	No Data Issues	ENF13

Figure 3.5 : Dashboard

8. Discussion :

A l'aide des logiciels et des applications web, les deux équipes front office et back office arrivent à suivre les opérations de forage à distance et à temps réel, ce qui leur permettent ainsi d'intervenir lors d'un problème. Ainsi, prenons l'exemple d'une perte de donnée. A cet effet nous avons proposé une solution qui permet d'améliorer la qualité de service. Cependant, il arrive que l'opérateur soit occupé à une autre tâche qui l'isole de l'information. Dans le chapitre suivant nous apporterons une solution.

1. Préambule :

Après avoir compris les Flux d'information et de la communication au sein du RTOM, nous allons présenter une solution qui permet d'améliorer la qualité de Service de l'équipe BackOffice assurant le support de l'infrastructure.

2. Problématique :

Comme nous l'avons déjà vu et abordé dans les précédents chapitres, les deux équipes front office et backoffice communiquent via un protocole implémenté sur l'application web footprints. Les tickets selon leur classification permettent d'alerter les ingénieurs. Cette alerte va permettre une réaction sur la difficulté constatée, encore que faut-il envisager une application ?

3. Solution proposée :

Pour remédier, nous avons développé une application sous Java Netbeans qui nous permet de notifier avec une fenêtre graphique qui s'affiche à la création d'un Ticket en faisant aussi un son pour attirer l'attention de l'ingénieur du Back Office et par conséquent il va agir à temps réel aussi.

Pour cela nous allons expliquer le principe de ce programme ainsi que le résultat obtenu en l'exécutant.

4. Les outils utilisés dans la solution :

4.1 Langage de programmation Java :

Le langage Java [8] est un langage de programmation informatique orienté objet créé par James Gosling et Patrick Naughton, employés de Sun Microsystems, avec le soutien de Bill Joy (cofondateur de Sun Microsystems en 1982), présenté officiellement le 23 mai 1995 au SunWorld.

La société Sun a été ensuite rachetée en 2009 par la société Oracle qui détient et maintient désormais Java.

La particularité et l'objectif central de Java est que les logiciels écrits dans ce langage doivent être très facilement portables sur plusieurs systèmes d'exploitation tels que UNIX, Windows, Mac OS ou GNU/Linux, avec peu ou pas de modifications. Pour cela, divers plateformes et

Framework associés visent à guider, sinon garantir, cette portabilité des applications développées en Java.

4.2 Java NetBeans :

NetBeans [8] est à l'origine un EDI Environnement du développement intégré, Java. NetBeans fut développé à l'origine par une équipe d'étudiants à Prague, racheté ensuite par Sun Microsystems. Quelque part en 2002, Sun a décidé de rendre NetBeans open-source. Mais NetBeans n'est pas uniquement un EDI Java. C'est également une plateforme, vous permettant d'écrire vos propres applications Swing. Sa conception est complètement modulaire : Tout est module, même la plateforme. Ce qui fait de NetBeans une boîte à outils facilement-améliorable.

La License de NetBeans permet de l'utiliser gratuitement à des fins commerciales ou non. Elle permet de développer tous types d'applications basées sur la plateforme NetBeans. Les modules que vous pourriez écrire peuvent être open-source comme ils peuvent être closed-source, Ils peuvent être gratuits, comme ils peuvent être payants.

4.3 Le langage SQL :

Le SQL [9] (Structured Query Language) est un langage permettant de communiquer avec une base de données. Ce langage informatique est notamment très utilisé par les développeurs logiciels pour communiquer avec les données d'un site web (voir la figure 1.4).

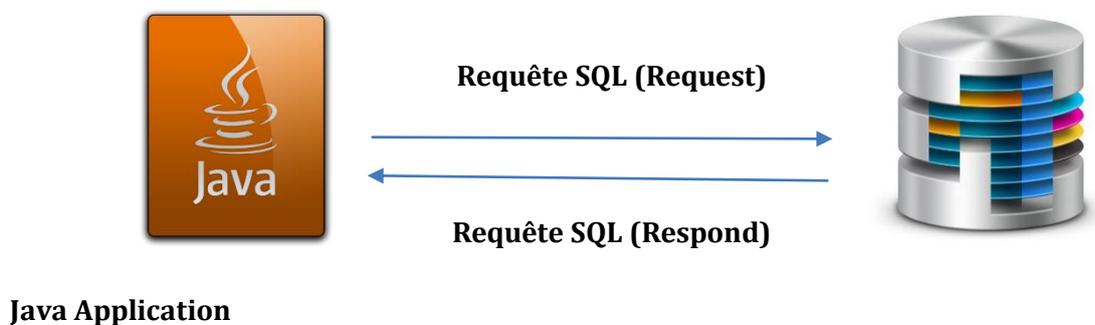


Figure 4.1 : une requête SQL

5. Les Différents Type Des Tickets existants:

Dans notre cas nous allons étudier les cas suivants :

⇒ **Data Loss Ticket / Ticket de la perte de données**

C'est un ticket qui signifie qu'un ingénieur de front office n'est pas capable de voir les données (venant des capteurs) correspondants à une opération sur le chantier. Le Ticket (voir la figure 4.2) prend le statut ouvert au niveau de l'application web footprints.



Figure 4.2: Ticket de la perte de données

⇒ **Data Recovery Ticket / Ticket de la récupération de données** (voir la figure 4.3)

C'est un ticket qui s'ouvre automatiquement juste après le Ticket de la perte de données et qui sera assigné à l'ingénieur de recouvrement des données du Back Office.



Figure 4.3: Ticket de la récupération de données

⇒ **Create New Well Connection Ticket / Ticket de la création d'une nouvelle connexion du puits :**

C'est un Ticket signifie que l'ose veut connecter un nouveau puits a l'RTOM, ce Ticket (voir la figure 4.4) s'envoie a deux ingénieurs du Back Office, l'un entre eux prend en charge l'envoi d'un Technicien pour connecter la Blue box au chantier, l'autre crée le nécessaire pour ce puits au niveau InterAct et footprints.

18445 Add the new well TP214-TH2 into FootPrints. We need it for the handover. [more...]

Figure 4.4: Ticket de la création d'une nouvelle connexion du puits

⇒ **Create New Section Ticket / Ticket de la création d'une nouvelle section pour un puits :**

Ce ticket signifie que l'appareil de forage va passer d'une section vers une autre section qui est plus petite que la première. Pour cela l'ingénieur forage informe les ingénieurs de back office via ce ticket (voir la figure 4.5) pour préparer le nécessaire au niveau InterAct.

Number	Priority	Title	Status
48471	MED	Create new Section in InterACT [TP169] - [ERAA1] - [12.2... To Do List : - Create a New Section in Interact - Create and activate New Witserver Session - Update the Visualization Link in the Daily [more...]	Open

Figure 4.5 : Ticket de la création d'une nouvelle section pour un puits

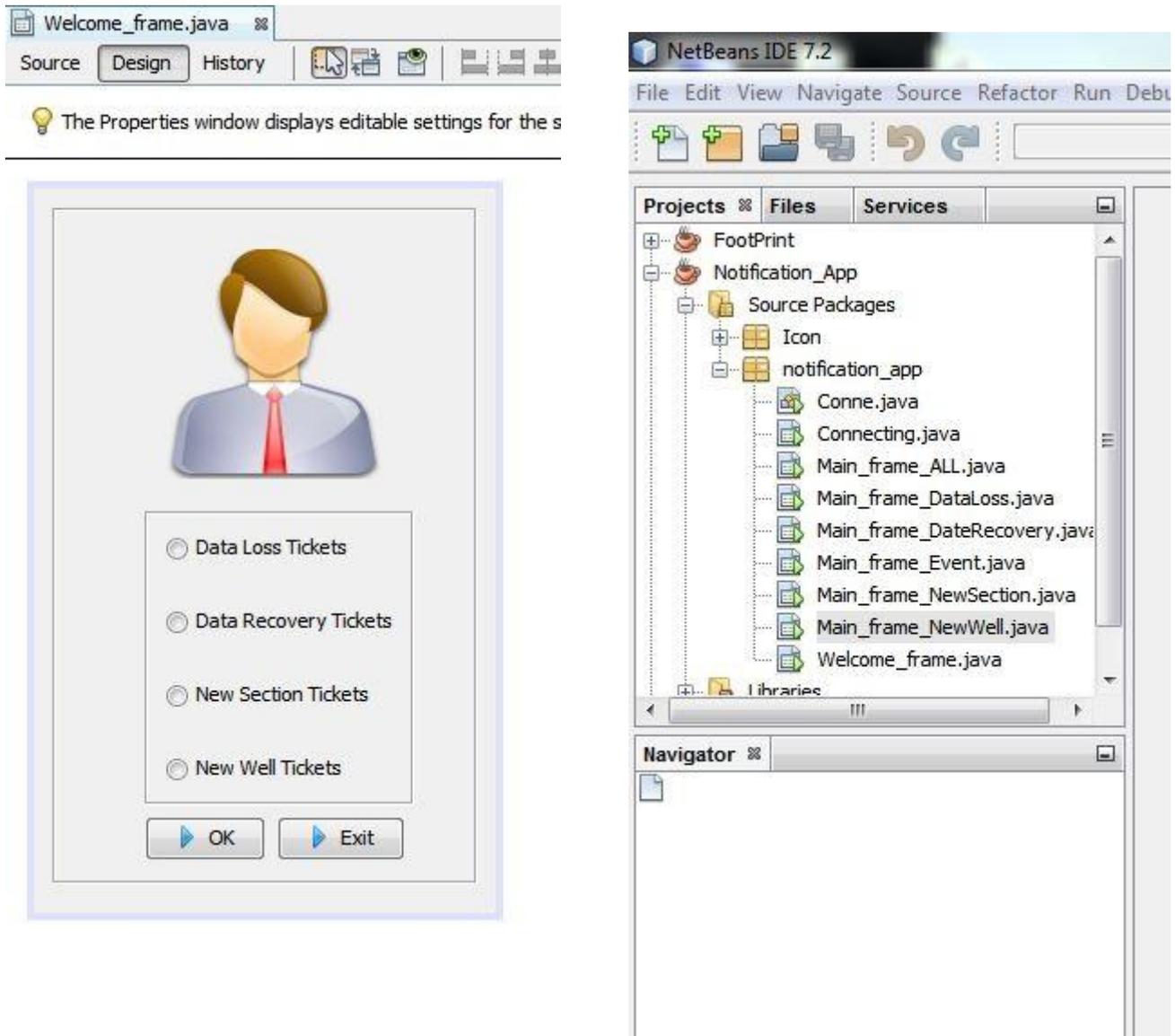
6. Application :

Dans cette application, nous allons expliquer les différentes étapes effectuées sous le java NetBeans ainsi que le résultat obtenue après avoir exécuter le programme.

6.1 Implémentation:

Après avoir implémenté notre application, nous avons eu le résultat suivant :

Interface principal



- 1) **Classe conn.java:** contient la class qui définit la connexion entre l'application et la base de données footprint.
- 2) **Main_frame_All.java :** cette class exécute toutes les requêtes SQL pour afficher toutes les notifications pour les types des tickets.
- 3) **Main_frame_DataLoss.java :** affiche seulement les data Loss tickets.
- 4) **Main_frame_DataRecovry.java :** affiche seulement les data Recovery tickets.
- 5) **Main_frame_NewSection.java :** affiche seulement New section tickets.

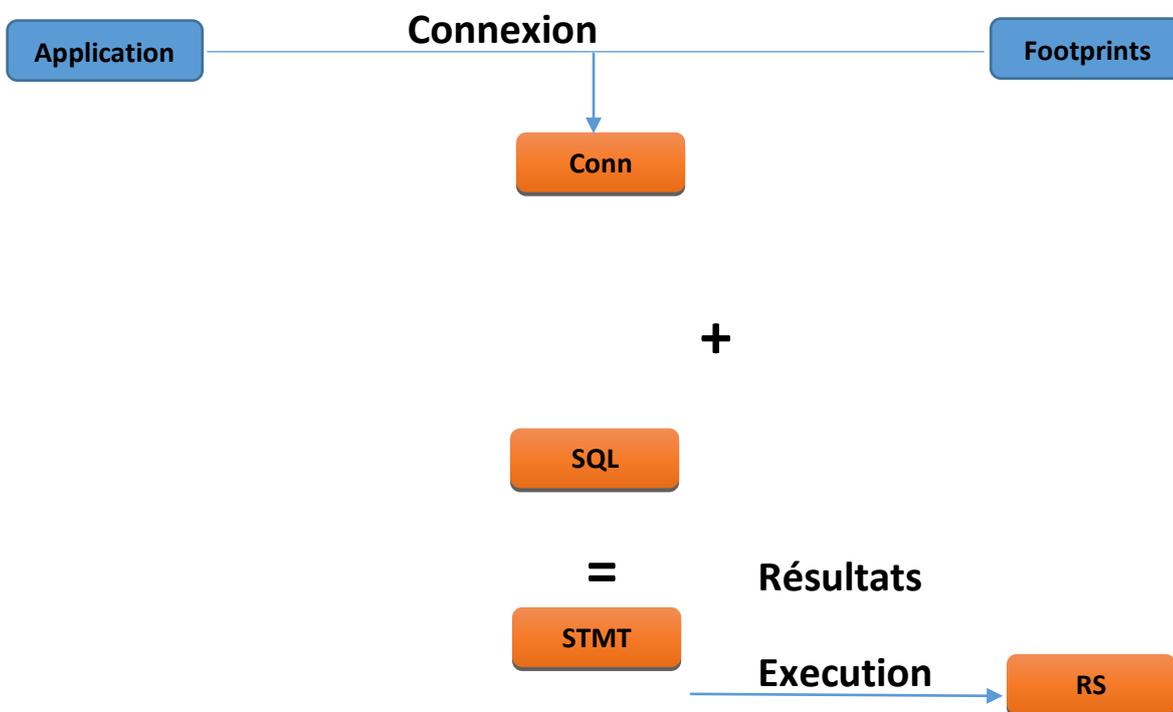
6) **Main_frame_Well.java**: affiche seulement new well tickets.

Les variables déclarées:

Conn : pour créer la connexion entre l'application et la base de données footprints.

STMT : pour préparer la requête SQL et passer par la variable connexion vers la base de données footprint.

RS : pour garder les résultats après l'exécution de la variable STMT.



```
String sql = "Select mrID , MASTER1.Rig_bName , MASTER1.Well_bName , "
+ " MASTER1.Category as Ticket_Demain , MASTER1.mrSTATUS "
+ " From MASTER1 where (MASTER1.mrSTATUS ='Open' ) and MASTER1.Category='No_bReal_bTime_bData' ";
```

Le résultat de l'exécution est un ensemble des tickets, chaque ticket a une seule et unique ID (case)(mrID).

❖ **La 1ère exécution :**

⇒ Pour chaque nouveau ticket l'application va déplacer ID de ticket dans un tableau, et afficher la notification pour chacun.

ID1	ID2	ID3	ID4	ID5
------------	------------	------------	------------	------------	-------	-------	-------	-------	-------

❖ **La 2eme exécution :**

- ⇒ Après 10 seconds l'application va s'exécuter une autre fois la requête SQL et vérifie les ID des résultats s'ils existent dans le tableau
- ⇒ Si ID existe déjà dans le tableau elle va l'ignorer.
- ⇒ Sinon elle va déplacer 1 ID dans le tableau et ensuite elle va afficher la notification.

NB :Le Même scénario pour les autres exécution

6.2.Application de notification à temps réel :

Pour tester notre application sur terrain, nous avons exécuté notre programme. En effet, en exécutant l'application, une fenêtre s'affiche (voir la figure 4.6) indiquant les différents Tickets. En fonction de la tache de l'ingénieur back office, on coche les tickets correspondants pour recevoir les notifications appropriées.

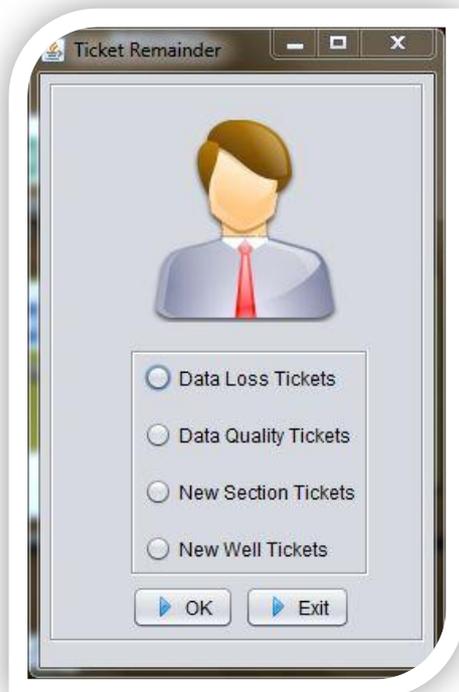


Figure 4.6: une fenêtre graphique

Les différents messages qui peuvent être affichés en sélectionnant « OK » sont présentés comme suit :

⇒ Pour le message Data Loss ou perte de données (voir figure 4.7).

Le message contient le numéro du ticket et le nom du rig ainsi que le nom du puits.

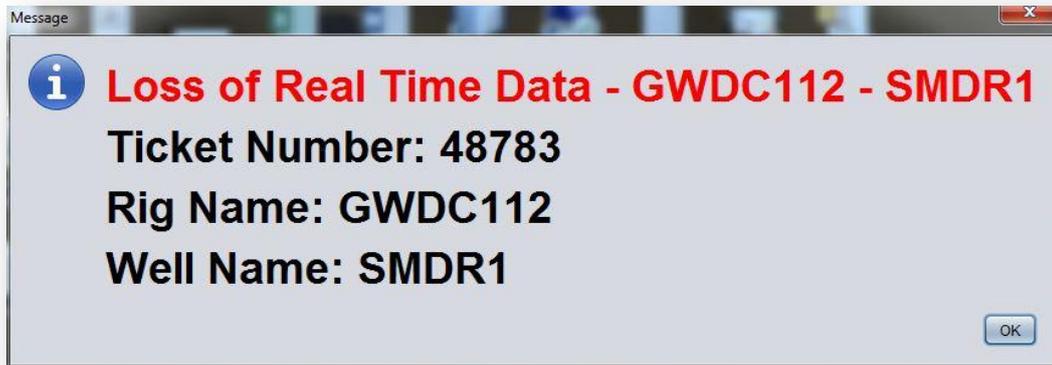


Figure 4.7: message de la perte de données

⇒ Pour le message Data Recovery Request ou la récupération de données (voir la figure 4.8).



Figure 4.8: message de la récupération de données

⇒ Pour le message create new section ou création d'une nouvelle section pour un puits (voir la figure 4.9).



Figure 4.9 : message de la création d'une nouvelle section du puits

⇒ Pour le message New Well Connexion ou création d'une nouvelle connexion du puits (voir la figure 4.10).

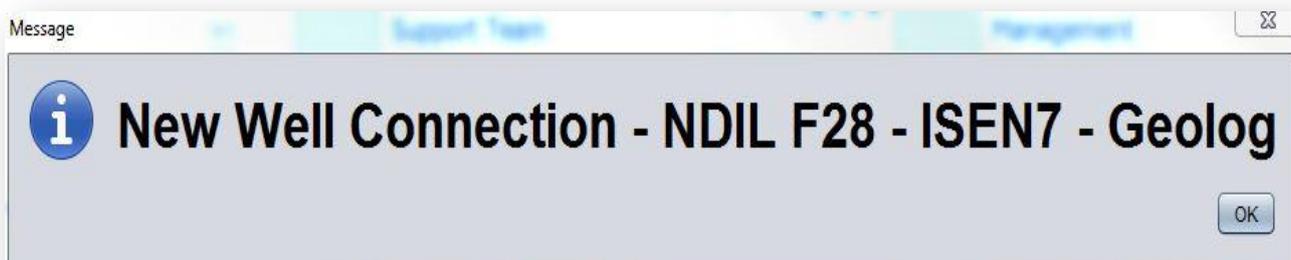


Figure 4.10 : message création d'une nouvelle connexion du puits

7. Discussion :

Le monitoring à temps réel nécessite une veille permanente, pour cela nous avons implémenté une solution permettant de notifier l'équipe du support back office, cette solution avait ajouté une valeur qui consiste à afficher une fenêtre graphique qui s'affiche à la création d'un Ticket en faisant aussi un son pour attirer l'attention de l'ingénieur du Back Office. Ce mouvement parlant ne laisse pas indifférent l'opérateur, comme si la fenêtre graphique ne suffit pas.

CONCLUSION :

Le suivi des opérations et la transmission de données entre chantier et centre d'opération se faisait avec plusieurs moyens tels que la radiophonie, les porteurs ...etc. Des problèmes sont rencontrés tel que la distance qui a causé un retard lors de la transmission, à cet effet une nouvelle méthode est mise en œuvre. Cette dernière sert à suivre les opérations et transmettre les données à temps réel, elle a apportée des améliorations permettant de préserver les données et d'améliorer la prise de décision à temps réel et les performances dans le domaine de forage des puits d'exploration.

La surveillance à temps réel nécessite une veille permanente, pour cela nous avons implémenté une solution permettant de notifier l'équipe du support back office, cette solution consiste à appliquer et mettre en œuvre les techniques utilisées par la solution RTOM et mettre en évidence l'apport de la solution dans le forage des puits d'exploration, afin de répondre aux exigences qui sont de plus en plus élevées. De plus, nous avons cherché à l'optimiser afin de diminuer les délais de transmission de données.

Grâce à l'outil RTOM qui permet de transmettre toutes les données ainsi que régler la majorité de problèmes rencontrés avec leurs solutions appropriées à temps réel, on peut réduire la chance d'affronter les mêmes problèmes d'avenir et avoir une vision d'avance pour trouver des solutions adéquates.

Le projet RTOM intitulé monitoring et optimisation des opérations de forage à temps réel, appliquant la solution VSat adoptée par la société EPNETSAT, cette dernière est basée sur la technologie TDMA qui présente une limite relative au partage du temps. D'où la nécessité d'une solution meilleure faisait l'objet de notre proposition d'une solution de troisième génération CDMA.

BIBLIOGRAPHIE:

- [1] AlunWhittaker; the basics mud logging; USA; 2010.
- [2] F.GOUICHICHE ; Rig Site Data Hub ; RTOM_BO_PRC_Template.Docx ; 24 Novembre 2014.
- [3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Accès_multiple_à_répartition_dans_le_temps ; consulté le 15 juin 2015.
- [4] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vsat>; consulté le 25 mai 2015.
- [5] Mohammed SOUNA; RTOM* Data Quality Troubleshooting Solution; 28 juin 2011
- [6] JIM Belaskie; Paul Bolchover; Xiaoman; PERFORM TOOLKIT 1.6 SP1 Tutorial; 30 juillet 2010.
- [7] [https://fr.wikipedia.org/wiki/java_\(language\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/java_(language)); consulté le 5 juillet 2015.
- [8] <https://fr.wikipedia.org/wiki/NetBeans>; consulté le 5 juillet 2015.
- [9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Structured_Query_language; consulté le 7 juillet 2015.

Résumé :

La télécommunication s'est imposée non seulement dans les entreprises spécialisées en Télécom mais aussi dans de différents domaines en l'occurrence le domaine pétrolier.

L'ancienne méthode de communication (la communication par radio, par porteur...etc.) et la transmission de données entre chantiers et bureaux de suivi des opérations s'avèrent aujourd'hui obsolète. D'où la nécessité d'une solution télécom basée sur la Vsat (Very Small Aperture Terminal) qui s'est avérée être une alternative indispensable.

Le Vsat a été choisi comme solution Télécom par l'opérateur pétrolier Sonatrach afin de remplacer l'ancienne méthode. A cet effet, cette nouvelle technique développée par la société EPNETSAT TELECOM a été utilisée par Sonatrach. Pour se faire, le projet RTOM (**Real Time Operations Management**) a été inauguré. Ce dernier est un projet élaboré par **Sonatrach-Schlumberger** qui consiste à contrôler et optimiser des opérations de forage à temps réel dans un centre de communication couvrant environ une centaine de puits. Le RTOM a été mis en application à partir de 2009 avec 42 puits contractuels qui ont été multipliés en juillet 2014.

Le RTOM se compose de deux équipes Schlumberger, FRONT OFFICE qui est une équipe d'ingénieurs dont les profils sont soit Mudlogger ou géologue assurant la surveillance des opérations 24/24h. L'autre équipe s'appelle BACK OFFICE qui est une équipe d'ingénieurs informaticiens assurant le support de l'infrastructure RTOM, les deux équipes travaillent sous l'encadrement d'un chef de projet SONATRACH et des ingénieurs de forage.

L'objectif de RTOM est de fournir un système approuvé pour la surveillance à distance, la modélisation et le contrôle des opérations de forage pour des fins d'optimisation, de sécurité et de réduction de risques et de coût. A cet effet, nous proposons une solution plus adéquate dans le but de minimiser le temps et d'améliorer la qualité de service.

Le suivi des opérations et la transmission de données entre chantier et centre d'opération se faisait avec plusieurs moyens tels que la radiophonie, les porteurs...etc. Des problèmes sont rencontrés tel que la distance qui a causé un retard lors de la transmission, à cet effet une nouvelle méthode est mise en œuvre. Cette dernière sert à suivre les opérations et transmettre les données à temps réel, elle a apportée des améliorations permettant de préserver les

données et d'améliorer la prise de décision à temps réel et les performances dans le domaine de forage des puits d'exploration.

La surveillance à temps réel nécessite une veille permanente, pour cela nous avons implémenté une solution permettant de notifier l'équipe du support back office, cette solution consiste à appliquer et mettre en œuvre les techniques utilisées par la solution RTOM et mettre en évidence l'apport de la solution dans le forage des puits d'exploration, afin de répondre aux exigences qui sont de plus en plus élevées. De plus, nous avons cherché à l'optimiser afin de diminuer les délais de transmission de données.

Grâce à l'outil RTOM qui permet de transmettre tous les données ainsi que régler la majorité de problèmes rencontrés avec leurs solutions appropriées à temps réel, on peut réduire la chance d'affronter les mêmes problèmes d'avenir et avoir une vision d'avance pour trouver des solutions adéquates.

Le projet RTOM intitulé monitoring et optimisation des opérations de forage à temps réel, appliquant la solution Vsat adoptée par la société EPNETSAT, cette dernière est basée sur la technologie TDMA qui présente une limite relative au partage du temps. D'où la nécessité d'une solution meilleure faisait l'objet de notre proposition d'une solution de troisième génération CDMA.