

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des hydrocarbures, des énergies renouvelables et science

de la terre et de l'univers

Département des hydrocarbures

MEMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Option: Production

Présenté Par :

HAMMOUI Lynda, NOUAR Khaoula et LAROUSI Somya

-THEME-

Etude comparative des Designs et des performances des
trois techniques de perforations sur le puits MD-414

Président : Sid Rouhou hadj Mohammed.

Encadreur : Khelifa cherrif

Examineurs: Bel Miloude Fatima zohra.

2015/2016

REMERCIEMENT


Ce modeste travail, n'aurait guère pu être mené à terme sans la direction stimulante que monsieur, KHELMIS CHERRIF, encadreur consultant, a bien voulu donner à ce mémoire et rapport de stage.

Nous ne saurions, non plus, manquer de dire que ce stage précieux et fructueux nous a été l'appui du personnel du service Engineering, sans oublier notre encadreur Monsieur le chef de service MEBOUB YUCEF, et Madame RABIA et son service ABD EL KADER SOUNA et notamment Mrs SAMI, BOUZID, JAMEL, YUCEF SMAIL et Melle KHIATI MOUNA au niveau de la direction Engineering de Production de la Direction régionale de la Sonatrach de Hassi Massa.

Nous tenons à remercier vivement tout le personnel des différents services à ANADARKO notamment Monsieur SMAIL HACINI Ingénieur de puits et Abd Malak et Mr.

Nos dettes sont encore importantes vis-à-vis des responsables de département perforation au niveau de Schlumberger Mr. M. Idris.

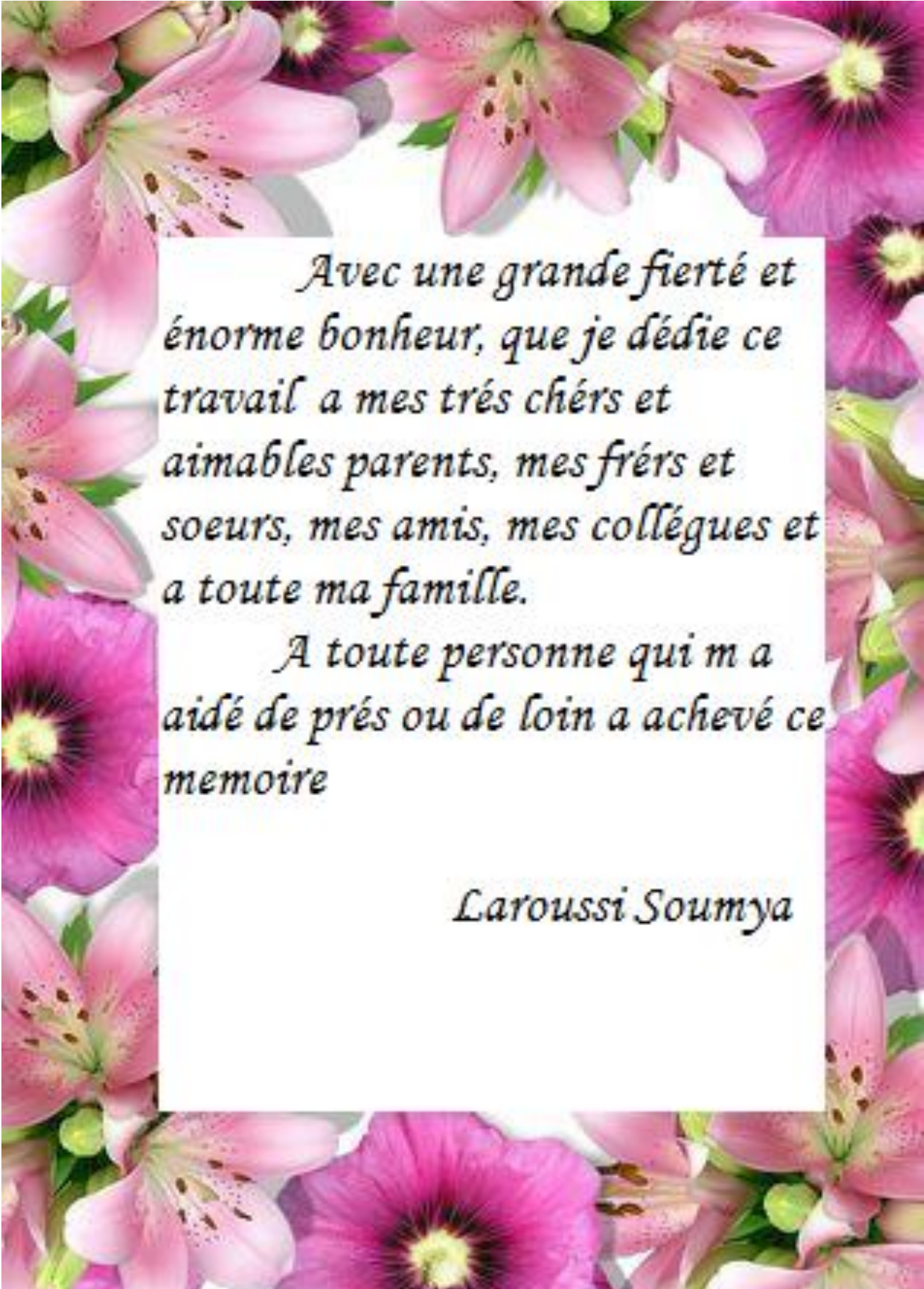
Nous remercions également tout les enseignants et notre département Mr. Zarouki.



Avec un énorme plaisir, un coeur grand et une immense joie, que je dédie mon travail a mes très chers, respectueux et magnifiques parents qui m'ont soutenus tout au long de ma vie ainsi a mes soeurs, mon frère et a tous mes amis et membres de famille.

A toute personne qui m'a aidé et encouragé au long de mes études.

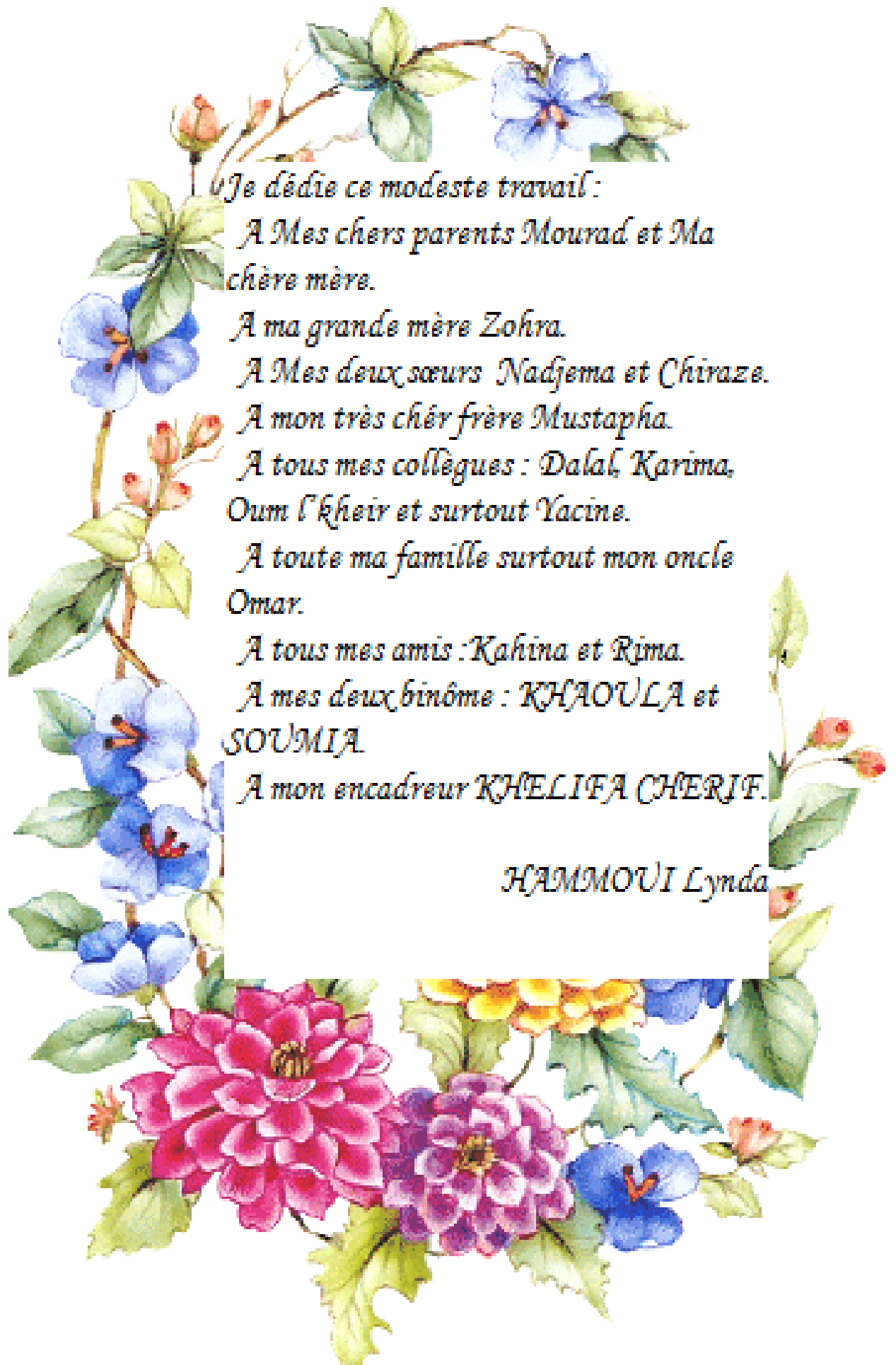
Nouar Khaoula



*Avec une grande fierté et
énorme bonheur, que je dédie ce
travail a mes très chérs et
aimables parents, mes frères et
soeurs, mes amis, mes collègues et
a toute ma famille.*

*A toute personne qui m a
aidé de prés ou de loin a achevé ce
memoire*

Laroussi Soumya



Je dédie ce modeste travail :

*A Mes chers parents Mourad et Ma
chère mère.*

A ma grande mère Zohra.

A Mes deux sœurs Nadjema et Chiraze.

A mon très chér frère Mustapha.

*A tous mes collègues : Dalal, Karima,
Oum l'kheir et surtout Yacine.*

*A toute ma famille surtout mon oncle
Omar.*

A tous mes amis : Kahina et Rima.

*A mes deux binôme : KHAOULA et
SOUMIA*

A mon encadreur KHELIFA CHERIF.

HAMMOUI Lynda

Résumé :

Durant le forage des puits pétroliers, lorsque on atteint la couche productrice on doit choisir le type de la liaison couche trou, pour réaliser cette liaison il est nécessaire d'effectuer une opération de perforation qui nécessite aussi le bon choix des types de charge à utiliser , et ce dernier a été le but de notre mémoire, ou on a compter sur un logiciel qui permet de faire se choix sur des différentes charges, et qui nous permet de faire l'analyse et le design de perforation avant de la réaliser sur terrain, pour voir la charge la plus performante et la plus rentables , pour cela on a fait une étude sur un puits de HMD ou on a comparer entres trois méthode de perforations chaque méthode a ces propres caractéristiques et ces charges et lors de l'utilisation de se logiciel on a pris quatre charges :une de « la méthode conventionnelle » qui s'appelle l'hyper jet, et l'autre de la méthode « Big hole » appelé Clean Pack et deux charges de la méthode « Deep perforation » nommés Omega et Nova, et on a trouver dans cette étude que les deux charges de la dernières méthode sont les plus rentables par rapport aux deux autres , et que Nova est aussi plus rentable que Omega car elle n'a pas besoin d un grand nombre de jours de production pour qu'elle livre après traitement, pour couvrir le coût de l'opération par se que son gain net réalisé suite au traitement est très important.

ملخص :

خلال حفر آبار النفط عندما نصل إلى الطبقة المنتجة يجب اختيار نوع ثقب الطبقة الرابطة لتحقيق هذا لا بد من إجراء عملية تنقيب التي تتطلب أيضا الاختيار المناسب لأنواع عديدة من المفجرات لكن يجب حسن اختيار نوع المفجر. و هذا ما كان الغرض من مذكرتنا، فاعتمدنا على برنامج هو الذي يقوم بلا اختيار المناسب لمفجرات مختلفة، ويسمح لنا بتحليل وتصميم العملية قبل تحقيقها على أرض الواقع، لمعرفة المفجر المناسب لاستعماله، قمنا بدراسة عن بئر في حقل حاسي مسعود أين تمت المقارنة بين ثلاث طرق و حاولنا معرفة الطريقة الأكثر كفاءة والأكثر ربحية و اخذنا برنامج خاص بشلومبرجير اسمه SPAN لأربعة أنواع من المفجرات: استعمالنا "الطريقة العادية" بمفجر خاص بها تحت اسم hyper jet. و طريقة "الحفرة الكبيرة" التي استعمالنا فيها المفجر تحت اسم Clean Pack و طريقة "الحفرة العميقة" التي تسمى مفجراتها ب أوميغا ونوفا، ونجد في هذه الدراسة أن المفجرين المتعلقين بالطريقة الأخيرة هي أكثر ربح مقارنة مع اثنين آخرين، و Nova هو أيضا أكثر ربح لأن Omega بحاجة إلى عدد كبير من الأيام لتعويض الخسائر و لتغطية تكلفة العملية.

Abstract:

During the drilling of wells when we attain productive layer, we must choose the type of connection between Formation-Well. to realize this connection it is necessary to execute a perforating operation which also based at the right choice of the types of Shaped charge to be used and that's the objective of our memory, which based at a study of the well MD-414, for this we used SPAN software at different Shaped charges, and this will allows us to analyze and made the design of perforation before even realizing it in the field, to choose the most efficient shaped charge, we compared between three methods of perforations, each method has its own characteristics of the Shaped charges, while using this software we took four types of Shaped charges: one of "conventional method" called "hyper jet" and the other one of the "big hole" method which called "Clean Pack" and two Shaped charge of "Deep Perforation" method that are called "Omega" and "Nova", us result we find that the last two charges of deep perforation method are most efficient compared to the other two, finally us compared between Nova and omega, we find that Nova is more better because it's doesn't take too long to cover the cost of the operation.

Nomenclature

La nomenclature :	L'unité :
BH : Big hole	-
HJ : Hyper jet	-
PJO : Power jet Omega	-
PJN: Power jet Nova	-
S : Skin.	-
Kh : la transmissibilité.	-
q : le débit	m ³ /day
B : Facteur volumétrique de formation FVF	m ³ /Sm ³
μ : la viscosité.	Cp
r _w : rayon du puits.	m
r _s : rayon de la zone endommagée.	m
ΔPs : pertes de charges dus au skin.	-
r _e : rayon de drainage.	m
Sp : skin dus au perforation.	-
Rp: Rayon de pénétration.	m
X _f : la longueur de la fracture	m
K : perméabilité de la zone vierge	md
Ks : perméabilité de la zone endommagée	md
Ip : la longueur de la pénétration.	in
Pb : pression de bulle.	Kgf/ cm ²

\bar{P}_r : Pression moyenne du reservoir.	bar
P_{wfs} : Pression de fond aux abords du puits.	bar
P_{wf} : Pression de fond dynamique.	bar
P_{UR} : Pression à l'entrer de la restriction	bar
P_{DR} : Pression à la sortie de la restriction.	bar
P_{USV} : Pression à l'entrer de la vanne sécurité.	bar
P_{DSV} : Pression à la sortie de la vanne sécurité.	bar
P_{wh} : Pression de tête de puits.	bar
P_{DSC} : Pression à la sortie de la Duse.	bar
P_{SEP} : Pression de séparateur.	bar
P_u : Pression en amont (Upstream pressure)	bar
P_d : Pression en aval (Downstream pressure)	bar
K_{moy} : Perméabilité moyenne	md
Φ : Porosité.	%
S_w : Saturation en eau.	%
PLT: Production Logging Tool.	-
Q_w : Débit d'eau	m^3/h
Q_g : Débit de gaz	m^3/h
Q_o : Débit d'huile	m^3/h
GOR: Gas oil Ratio	%
OD: Outer diameter (diamètre extérieure).	in
EH: Entrance Hole (diameter du trou).	in
PR:Rapport de Productivité.	%
Spf : Shot density (la densité de tir)	-
K_c :Crushed zone (zone broyé)	md
AOF : Absulate Open Flow	cm^2/m

PI: productivity Index	bbl/day/psi
UCS: Rock strength	bar
Bbl :barril	-

Sommaire :

Liste des tableaux

Liste des figures

Nomenclature

Introduction générale01

Chapitre I : Généralité sur perforation

Introduction.....03

I.1. Définition de la perforation.....03

I.2. Composition de la charge creuse03

I.3.Types de canons.....05

I.4. Paramètres relatifs aux perforations06

I.5 Les méthodes de perforation07

Chapitre II : Effet du Skin

Introduction.....10

II.1.Définition du Skin10

II.2.Différentes origines du skin.....11

Chapitre III : Performance du puits

Introduction15

III.1.Les pertes de charge rencontrées lors de la production15

III.2 les composants de l'analyse nodale	17
III.3 L'analyse nodale effectuée sur le puits à étudier	19

Chapitre IV : Partie pratique

IV .1.Présentation du champ	20
IV .2.Représentation du puits	21
IV .3.Etude diagraphique	22
IV .4.Analyse des résultats de l'opération effectuée	24
IV .5.Conception de la perforation.....	25
IV .6. Résultats du design.....	32
IV .7.Tableau récapitulatif	39
IV .8. Etude Economique	40
IV .9.Résultats de l'étude.....	41
IV .10. Interprétation.....	42
Conclusion et recommandation.....	43

Annexes

Bibliographie

Liste des tableaux :

Tab IV .1. La stratigraphie de la couche productrice.....	21
Tab IV .2.Caractéristiques pétro-physiques moyennes la couche productrice à perforer.....	23
Tab IV .3. Contribution de chaque zone dans le débit total.....	24
Tab IV .4 : Résultats du jaugeage avant la perforation.....	24
Tab IV .5 : Résultats de jaugeage après perforation.....	24
Tab IV .6 : Données nécessaires pour le design de SPAN.....	25
Tab IV .7 : les différentes pénétrations dans la formation pour les quatre types de canons.....	30
Tab IV .8 : Les canons choisis avec les caractéristiques API des charges.....	31
Tab IV .9: Pénétration et endommagement dus aux charges	31
Tab IV .10 : Productivité et skin pour chaque type de charges.....	31
Tab IV .11 : Tableau montre les valeurs représenté dans les graphes.....	38
Tab IV .12 : Représente les résultats finals obtenus par SPAN.....	39
Tab IV .13 : Coûts des opérations.....	40
Tab IV .14 : Résultats techniques et économiques de l'étude.....	41

Listes des Figures :

Fig. I.1 : la composition de la charge creuse.....	03
Fig. I.2 : développement du jet.....	04
Fig. I.3 : différentes techniques de tir.....	05
Fig. I.4 : Schéma de différents paramètres liés aux perforations.....	06
Fig. I.5 : Ecartement d'une charge par rapport à un tubage.....	06
Fig. I.6 : La différence de la profondeur de pénétration créée par la charge standard et la Charge de Deep Perforation.....	09
Fig. I.7 : Deux trous ont été réalisés avec deux charges d'explosifs (BH,DP).....	09
Fig. II.1 : les pertes de charges dus au skin.....	10
Fig. II.2 : L'endommagement au niveau des perforations	12
Fig. II.3 : Effet de l'écoulement convergent.....	12
Fig. II.4 : Effet de l'écoulement poly-phasique.....	12
Fig. III.1 : Les pertes de charge au cours de production.....	15
Fig. III.2 : Les différentes positions possibles des nœuds.....	16
Fig. III.3 : Définition du nœud.....	17
Fig. III.4 : schéma présentatif du point de fonctionnement.....	17
Fig. III.5 : Inflow se représente au niveau du réservoir	18
Fig. III.6 :Outflow se représente au niveau de tubing.....	18
Fig. III.7 : La courbe d'IPR et VLP obtenu par « PipeSim2015 ».....	19
Fig. IV .1 : Situation géologique de Hassi Messaoud.....	20
Fig. IV .2 Situation du puits MD-414 dans le champ HMD.....	22
Fig. IV .3 : Les données de bases du SPAN.....	28

Fig. IV .4 : Fenêtre « zone/formation » du logiciel SPAN.....	29
Fig. IV .5 : Fenêtre « gun système » de SPAN.....	29
Fig. IV .6 : Présentation de la pénétration pour les deux systèmes « BH » et « HJ ».....	32
Fig. IV .7 : Présentation de la pénétration pour les deux systèmes « PJO » et « PJN ».....	33
Fig. IV .8. A, B et C : variation du Skin total en fonction des densités de tir, la zone endommagée et Perméabilité anisotropiques respectivement.....	35
Fig. IV .9. A, B et C : variation de la productivité en fonction des densités de tir, Perméabilité anisotropies et la zone endommagée respectivement.....	37
Fig. IV .10 : La relation entre rock strength et la pénétration est inversement proportionnelle.....	38

TRODUCTION GENERALE :

La durée de vie d'un puits dépend des années d'exploration, des mois de planification du puits, et des semaines de forage et les résultats d'une complétion optimal, cette dernière constitue l'interface entre le réservoir et la production de surface. Et comprend les étapes prises pour transformer un puits foré en un puits producteur, qui exige sa propre complétion tout dépend des caractéristiques de la couche productrice atteinte.

Vu les caractéristiques de la roche réservoir tel que la consolidation et la compaction qui sont pas toujours bonnes, des problèmes d'éboulement, d'effondrement des parois de puits et de venue de sable sont générés, presque tous les puits forés sont cuvelés pour éviter ces problèmes, et aussi pour réaliser des opérations de stimulation, de nettoyage de fond de puits et d'éviter les percés d'eau et de gaz.

Dans ces puits cuvelés, on doit effectuer une opération de perforation pour créer un passage aux fluides de réservoir, et mettre le puits en production. Il est alors indispensable d'établir un programme de perforation, commençant par une étude diagraphique pour bien préciser les intervalles à intérêt, puis on choisit la méthode et les dispositifs de perforation convenables aux conditions de puits.

Le choix des techniques de perforation se pose principalement sur les caractéristiques du puits (cuvelage, ciment, etc...), et les caractéristiques du réservoir. Généralement, ce choix était effectué sans tenir compte de tous les paramètres (réservoir..), ce qui menait à d'énormes problèmes (bouchage des perforations...) dont le besoin des opérations de stimulation.

Actuellement, il existe des logiciels qui aident à établir des programmes de perforation en tenant compte de tous les paramètres qui peuvent influencer sur la performance des perforations.

L'objectif et la méthodologie de l'étude :

1/ voir la performance de la nouvelle méthode de perforation utiliser par Schlumberger « Perforation Deep » par rapport aux deux méthodes « conventionnel » et « Big hole »

2-Optimiser le choix des techniques de perforation afin d'améliorer la productivité.

Vu l'apparition des outils d'Analyse et de Design qui se diffère d'une société de service à une autre, nous avons jugé l'utilité du logiciel SPAN dans le cadre de cette étude qui est un logiciel crée par Schlumberger, pour mettre en évidence son énorme intérêt afin d'établir un programme de perforation le plus performant possible.

Pour cela on a suivi ce plan de travail:

- Dans le premier chapitre on a mis en évidence les fondamentaux des perforations, citer le déroulement de l'opération de perforation et ces différentes techniques.
- Dans le deuxième chapitre on a déterminé les différents types d'endommagement et tous les effets du skin qui peuvent se présenter aux abords du puits.
- Suivi par le troisième chapitre qui explique la performance des puits par l'analyse nodale.
- Dans le quatrième chapitre on est passé à l'étude sur le puits MD414, situé

dans la zone 13 à Hassi Messaoud, cette étude comporte:

- Représentation du champ
- Une représentation du puits MD414.
- Déroulement et résultats de la perforation effectuée dans le puits avec :
 - une méthode conventionnelle ;
 - la méthode Big hole
 - la méthode Deep
- Une conception effectuée par le SPAN ;
- Etude économique ;
- Résultat final de l'étude ;
- Interprétation.

CHAPITRE I :

Introduction

Dans les puits cuvèles il est nécessaire de réaliser une opération de perforation, il existe plusieurs méthodes pour la réaliser, parmi ces méthodes il y'a la méthode des explosifs, qui est basé généralement sur le travaille au câble (wireline électrique), ce type consiste a descendre des canaux à charges explosifs (les charges creuses), qui se diffères d'une société à une autre du coté analyse et design et d'une méthode à une autre du coté géométrie et performance des charges .

I.1.Définition de la perforation

La perforation est l'opération qui permet d'établir une communication des fluides entre le fond du puits (producteur ou injecteur) et la formation, par la création des trous dans le casing qui passent à travers le ciment jusqu'à la formation.

I.2.Composition de la charge creuse

L'amorce : est un petit explosif secondaire de sensibilité plus élevée, qui assure le déclenchement correct de la charge par le cordeau détonant.

Le cordeau détonant: est aussi un explosif Secondaire contenu dans une gaine externe flexible protectrice. Il est relie aussi au **détonateur**, qui transmet la détonation à chaque charge creuse.

Le boîtier (l'enveloppe): a pour but de soutenir et garder la pression de détonation de la charge.

Le cône: l'effondrement du cône sous la pression de détonation est l'action critique de la formation du jet.

L'explosif: est choisi sur la base de la température désirée de la charge et l'aptitude de l'explosive d'être mécaniquement pressé dans la forme conique de la charge creuse. Plus la mixture de l'explosif est uniforme et homogène, plus la formation du jet sera meilleure et la pénétration sera profonde.

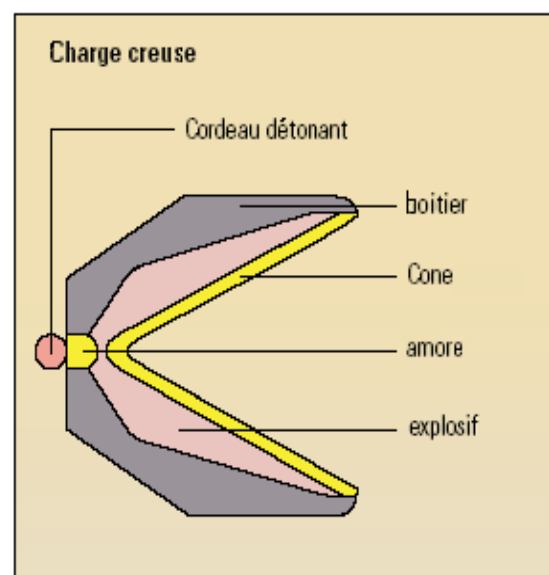


Figure I.1 : LA COMPOSITION DE LA CHARGE CREUSE

La détonation de la charge creuse et son impact sur la cible est créé au moins d'une fraction de seconde, la figure (I.2) illustre les séquences du déroulement de ce phénomène :

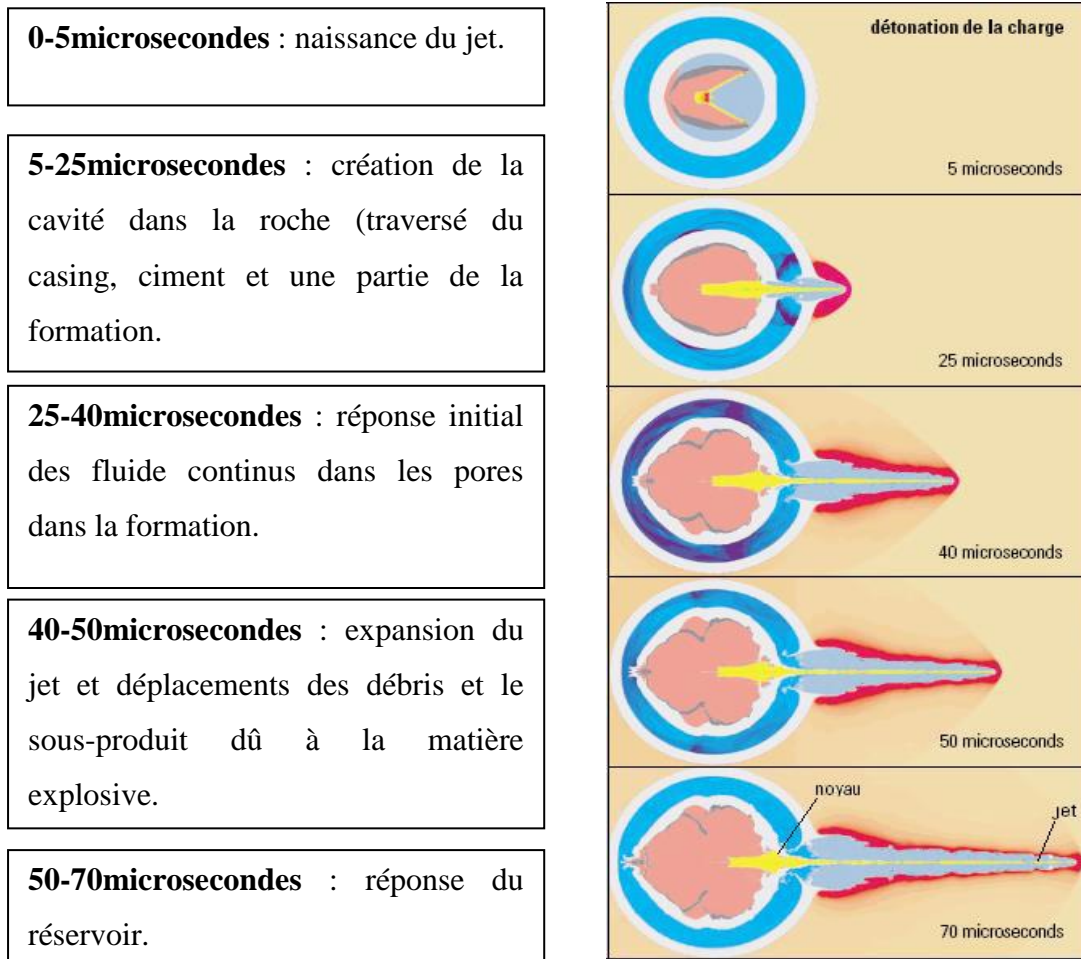


Figure I.2 : DEVLOPPEMENT DU JET

Finalement, le phénomène conduit à la formation de deux projectiles bien différents par leur nature, leur vitesse et leurs effets:

a) Le jet, alimenté par les parois internes du revêtement, formé d'une masse gazeuse de très grandes vitesses.

La tête du jet a une vitesse de 4.4 miles/sec (7 Km/sec), ce gradient de vitesse étire le jet de sorte qu'il pénètre le casing, le ciment et une partie de la formation jusqu'à ce que l'énergie soit totalement dépensée.

L'impact est extrêmement élevé 3 millions psi (20 GPa) sur le casing et 300 000 psi (2 GPa) sur la formation.

C'est ce jet qui provoque les remarquables effets de perforation caractéristiques des charges creuses.

b) Le noyau, il résulte de l'effondrement des parois internes du revêtement non désagrégées mais soudées suivant l'axe de la cavité en une sorte de projectile qui suit la trajectoire du jet avec une vitesse considérablement plus faible 0.6 miles/sec (1Km/sec), et dont les effets sont néfaste.

I.3. Types de canons :

Il y a 3 types de canons perforateurs :

A) Canons transporters par cable “wire line conveyed guns”:

Ces types de canons sont généralement descendus dans le puits avant l’installation de la colonne de production.

B) Support de charges pour tubing descendu par câble “through-tubing Hollow Carrier Guns ”:

Ces canons sont une version plus petite que les canons de casing qui peuvent être descendus dans les tubings .la dimension des charges est donc plus petite, d’où des performances inferieures à celles des autres canons.

C) Canons descendus à l’aide de tubings “Tubing Conveyed Perforating TCP”:

Les canons TCP sont une variante des canons de casing qui sont descendus à l’aide de tubings permettant d’installer une longueur de canon beaucoup plus importante..dans les opérations de complétion ils peuvent être descendus et suspendus à la bonne profondeur avant l’installation de la colonne de production ou être descendus au travers du tubing à l’aide d’une unité de coiled tubing.

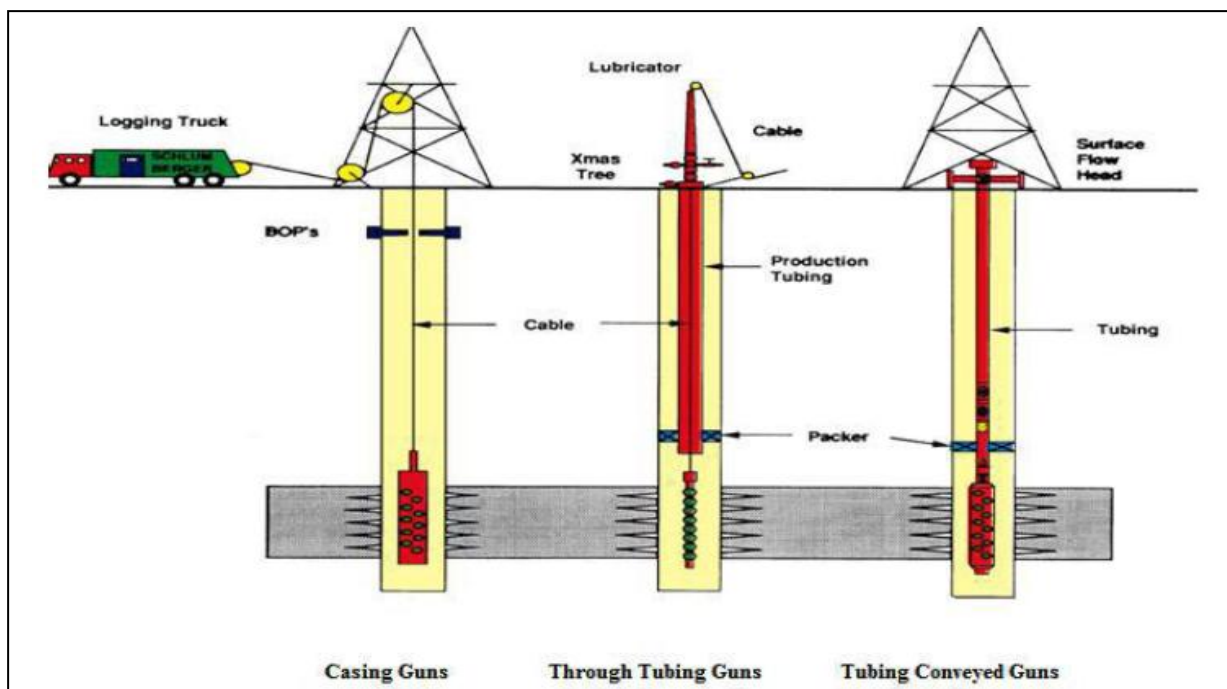


Figure I.3 : DIFFERENTES TECHNIQUES DE TIR

I.4. Paramètres relatifs aux perforations :

Chaque opération de perforation se caractérise par différents paramètres, qui influent sur la performance de l'opération.

Ces paramètres sont illustrés sur la figure :

Densité de tir (Shot Density) :

C'est le nombre de charge par unité de longueur, Shots Per Foot (SPF), Les plus courantes se situent entre 1 et 4 SPF mais, avec certains dispositifs elles peuvent atteindre 12 voire même un peu plus.

Espacement (Spacing) :

L'espacement est la distance longitudinale séparant deux charges successives sur un canon. Il est donc directement en fonction de la densité de tir.

Écartement (Clearance) :

Il indique la distance existant entre une charge et la paroi intérieure du casing dans la direction du tir. Son effet peut être important.

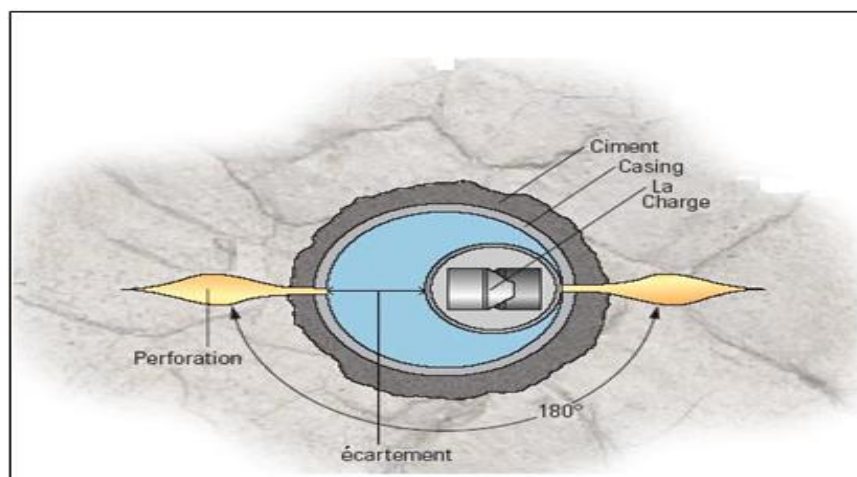


Fig. I.5: ECARTEMENT D'UNE CHARGE PAR RAPPORT A UN TUBAGE.

Diamètre d'entrée (Entry Hole) :

C'est le diamètre du trou effectué par une perforation et mesuré à l'entrée de sa cible.

Angle entre deux charges (Phasing) :

Ce facteur indique l'angle de décalage des charges entre elles, selon quelles sont disposées dans une ou plusieurs directions.

On le représente par un ou plusieurs angles tels que : 0° , 90° ou 180° .

La dénomination $135^\circ/45^\circ$ indique un angle entre deux charges de 135° dans le plan horizontal et un angle de 45° dans un plan vertical.

Pénétration (Perforation Length) :

C'est la longueur de la cavité réalisée par une perforation.

Rendement de perforation (Core Flow Efficiency) :

CFE c'est le rendement d'une perforation réelle par rapport à celui d'une perforation « idéale » effectuée mécaniquement.

Rendement de la productivité :

C'est le rendement de la productivité effective d'un intervalle perforé à la productivité théorique du même intervalle « en trou ouvert ».

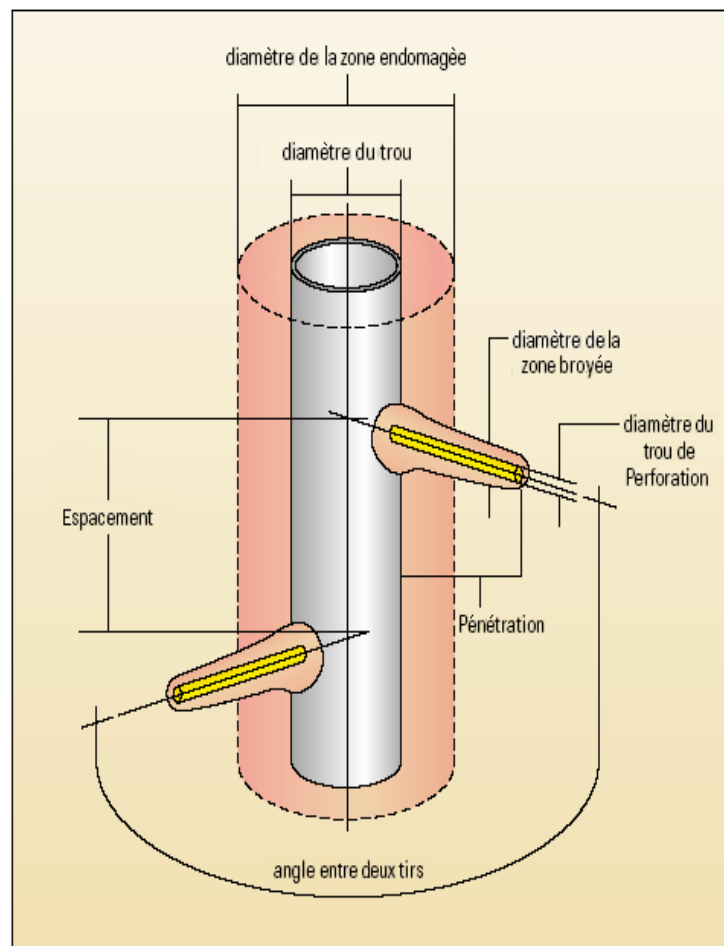


Figure I.4 : SCHEMA DE DIFFERENTS PARAMETRES LIES AUX PERFORATION.

Remarque : Des différences importantes peuvent exister entre les charges, dues à un certain nombre de facteurs .On relèvera en particuliers :

L'explosif : Quantité, nature.

La configuration de la charge : Géométrie, positionnements du cône, encombrement.

Le cône lui-même : Angle, épaisseur, nature.

I.5 Les méthodes de perforation :

1/ Méthode conventionnelle :

Consiste à créer un canal dans la formation pour réaliser un contact entre la couche productrice et le puits par des charges explosives de différents types : hyper jet et Ultra jet.

Avantages :

- Utilisable dans :
 - les zones à mauvaise cimentation.
 - les formations non consolidés.
 - les zones à percé d'eau/gaz.
 - Cette technique ne coute pas chère.

Inconvénients :

Produit une faible pénétration qui ne permet pas de dépasser la zone endommagée.

2/ Big hole :

C'est une méthode qui concentre son énergie sur la création d'un grand diamètre et une pénétration peu profonde.

Avantage :

- ✓ Utilisée dans les complétions à gravel pack.
- ✓ Préférable dans le cas d'un puits injecteur ou le diamètre du trou permet plus d'injectivité.

Inconvénients :

- ✓ N'est pas évidente dans les complétions naturelles.
- ✓ produit l'impact de la force maximale à la paroi du casing et peut causer des dommages (et l'affaiblissement) à la formation adjacente au trou d'entrée.

3/ Deep perforation :

Nouvelle technique de perforation permet d'atteindre la zone vierge de la formation tout en dépassant la zone endommagé par de tunnels profondes créés par les charges OMEGA et une charge plus développé extra deep qui s'appelle «NOVA ».

Avantages :

- ✓ Les deux charges Omega et Nova ont produit des pénétrations de 0.36 in et 0.38 in respectivement.

- ✓ Favorable pour les opérations de Re-perforations pour avoir des pénétrations plus profondes que les précédentes
- ✓ Convenable pour les puits prés Frac dont les formations sont plus compactes.

Inconvénients :

- Exclusion de ce type de charge dans les puits à mauvaise cimentation.
- Mise à l'écart de ces charges dans les puits de formation friables.
- Très chère.

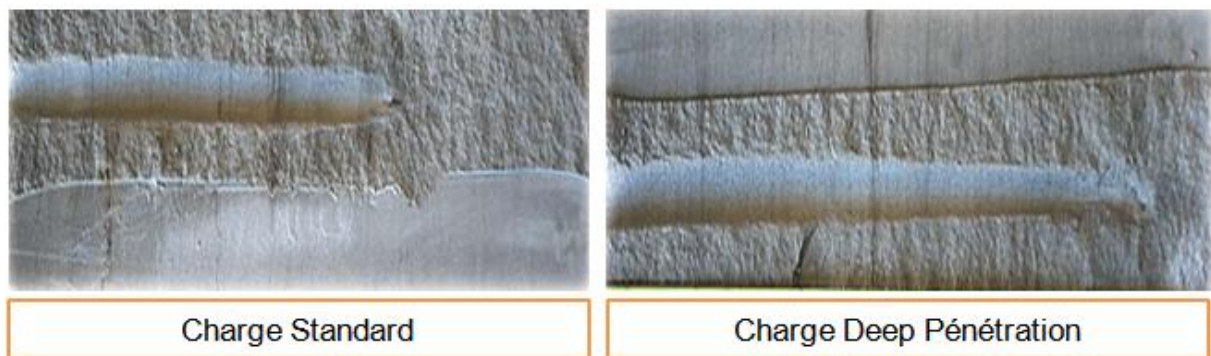
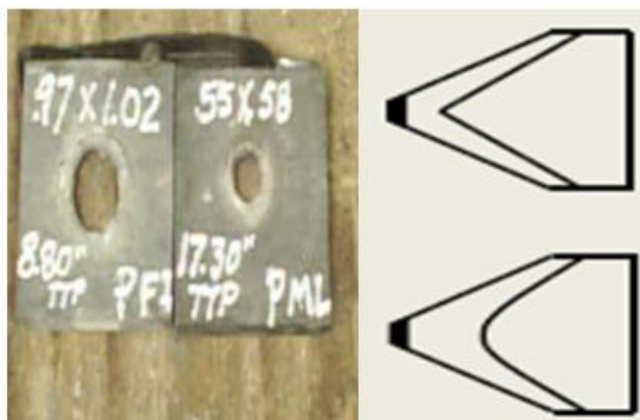


figure I.6: LA DIFFERENCE DE LA PROFONDEUR DE PENETRATION CREE PAR LA CHARGE STANDARD ET LA CHARGE DEEP.



DP - pénétration profonde, avec un plus petit trou d'entrée

BH (Big Hole) - un plus grand trou (ca 2x) mais une pénétration peu profonde.

Figure I.7: DEUX TROUS ONT ETE REALISES AVEC DEUX CHARGES D'EXPLOSIFS (BH, DP).

CHAPITRE II :

INTRODUCTION

La Perforation est la seule façon d'établir des tunnels conducteurs qui relient les gisements de pétrole ou de gaz aux puits de forage. Cette activité explosive élevée peut créer des effets négatifs, comme endommager les alentours de tunnels de perforation. Ces dommages et les différents paramètres relatifs au perforation, (comme la longueur de pénétration, le diamètre du trou de pénétration, le nombre de densité e tir (Shot density), et l'angle entre les trous (phasing), ont un impact direct sur la chute de pression près d'un puits et, par conséquent, sur la production. L'objectif principal de perforation est d'optimiser ces paramètres et de minimiser les dommages induits. Et pour diminuer les effets de ces derniers, il faut mètre en évidence le Skin qui est un facteur utilisé comme une mesure des anomalies de l'écoulement aux abords du puits. En effet il caractérise toute déviation par rapport à l'état idéal d'un puits vertical en open hole dans une formation homogène non endommagée

II.1.Définition du Skin

Le skin est un facteur sans dimension déterminé par les essais de puits. Il représente les pertes de charge aux abords de puits par rapport aux pertes de charge totale, c'est-à-dire le degré d'endommagement total d'un puits d'où inclus l'endommagement de la formation (skin effect) et les autres types d'endommagements mécanique (pseudo skin effect), qui provoque une perte de charge supplémentaire.

$$S = \frac{Kh}{141.2qB\mu} \Delta P_{skin} \dots \dots \dots (II.1).$$

la perte de charge due a l'effet de skin est aussi la différence entre la $P_{wf,ideal}$ et $P_{wf,reelle}$.

$$\Delta P_s = P_{wf,ideal} - P_{wf,reelle} \dots \dots \dots (II.2).$$

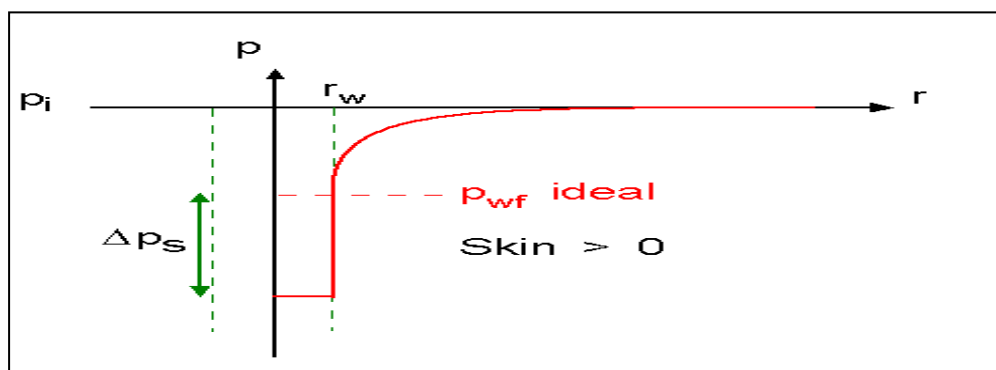


Figure II.1: LES PERTES DE CHARGES DUS AU SKIN

II.2. Différentes origines du skin :

Le skin, mesuré lors des essais de puits, est considéré comme la somme du skin dû au colmatage de la formation et des pseudo- skins. Il résulte en fait de plusieurs facteurs, tel que :

$$S = S_c + S_p + S_e + S_d + S_m + S_{frac} \dots \dots \dots (II.3).$$

- ✓ S : skin total ;
- ✓ S_c : dû au colmatage proprement dit de la formation.

Skin mécanique (pseudo- skin), englobe :

- ✓ S_p : dû aux perforations elles-mêmes ;
- ✓ S_e : dû à l'effet d'étranglement lorsque la couche n'est pas perforée sur toute sa hauteur (pénétration partielle) ;
- ✓ S_d : dû à l'effet de déviation ;
- ✓ S_m : dû à l'effet de turbulence (écart à la loi de Darcy) ;
- ✓ S_{frac} : dû à l'effet de fracturation hydraulique.

1/ Endommagement dû à la formation :

L'endommagement est la cause principale d'abaissement de la productivité des puits, il est caractérisé par deux importants paramètres, sa composition et sa localisation.

Dans le domaine pétrolier on retrouve plusieurs types d'endommagements (Dépôts de sels, Dépôts d'Asphaltène, Dépôts des sulfates, Gonflement des argiles, Migration des fines).

2/Skin mécanique (pseudo skin) :

Pas tous les valeurs positives du skin obtenu par les essais de puits sont dus aux colmatages au niveau de la formation, il y a d'autres contributions qui ne sont pas liées à la formation mais peuvent être résultat de la complétion ou de la configuration du puits.

Ces facteurs sont appelés "pseudo-skin" qui sont généralement des facteurs mécanique, résultant des obstructions à l'écoulement de fluide. Leurs valeurs doivent être soustraite de la valeur de skin total estimé par les essais de puits pour obtenir le skin réel de la formation.

➤ Endommagement dû aux perforations :

La plus part des opérations de perforations sont en over-balance ce qui conduit à la formation d'un filtrat de cake dans les tunnels de perforations causant ainsi un skin et une baisse de pression aux abords des puits, dit le colmatage des perforations

S_p : Effet de perforation, dû la pénétration des charge et à leur densité de tir.

$$S_p = \frac{1-R_p}{R_p} \left(Ln \frac{r_e}{r_w} - 0.75 \right) \dots \dots \dots (II.4)$$

r_e : Rayon de drainage.

r_w : Rayon du puits.

R_p : Rayon de pénétration.

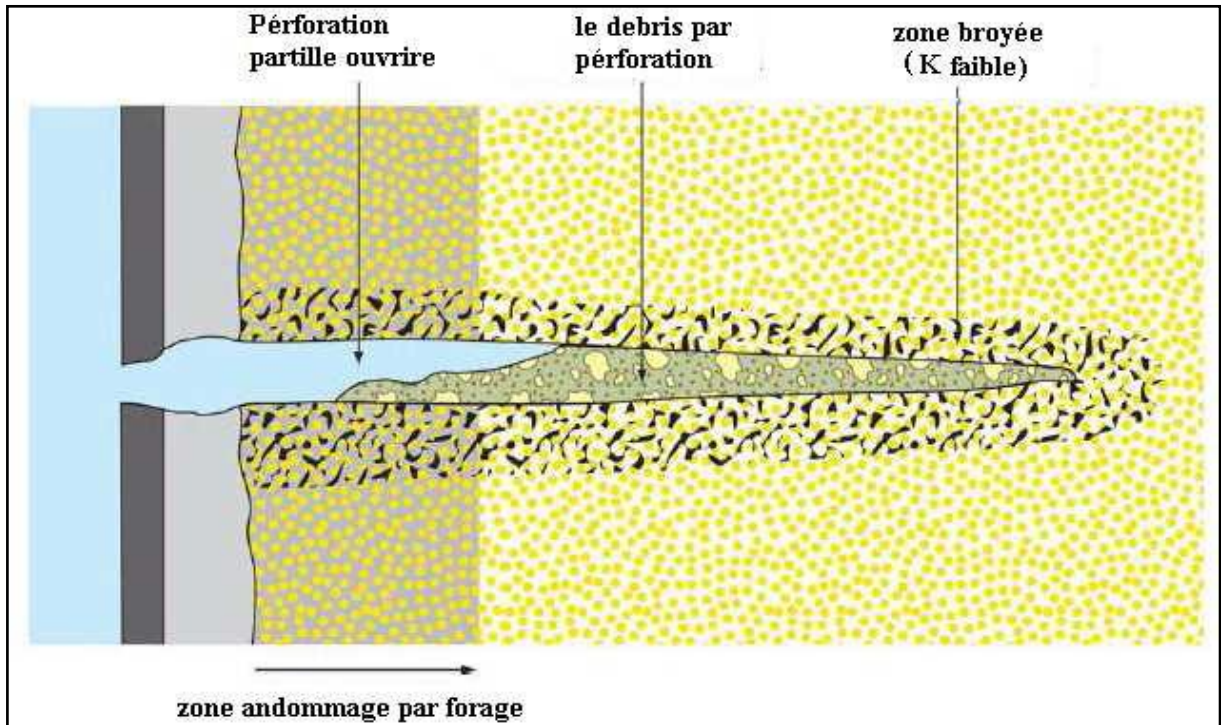


Fig. II.2: L'ENDOMMAGEMENT AU NIVEAU DES PERFORATIONS

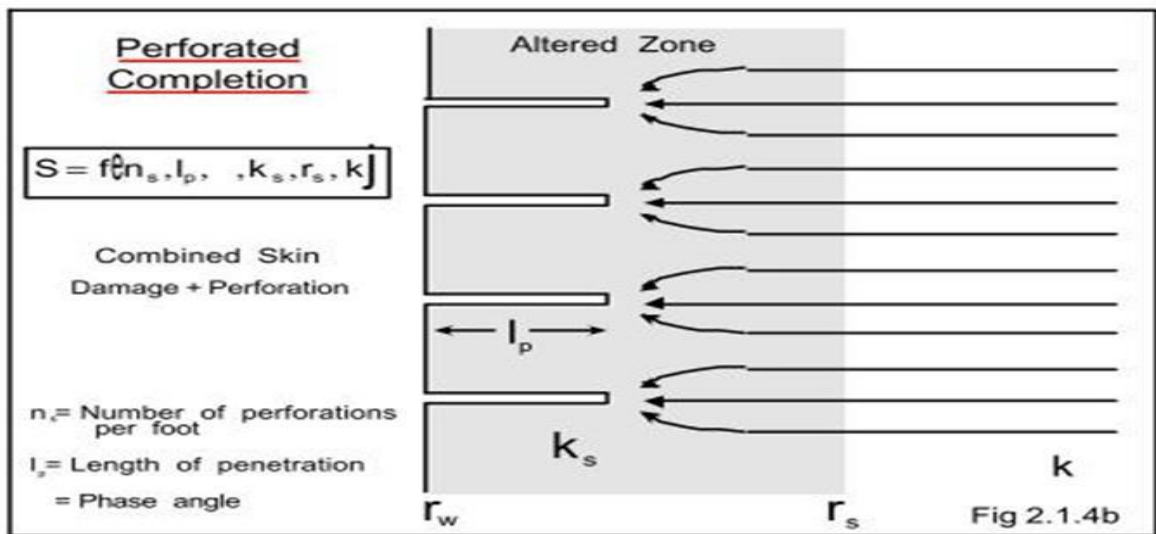


Fig. II.3 : EFFET DE L'ECOULEMENT CONVERGENTE

➤ *Skin de pénétration partielle :*

La pénétration partielle se caractérise par le fait qu'un puits produit sur une hauteur de formation inférieure à la hauteur totale exploitable. Ceci sera le cas lorsque l'on voudra se prémunir contre des venues d'eau ou de gaz prématurées, ou que l'on se trouvera en présence d'une barrière argileuse.

Brons et Marting ont prouvé que la déviation d'écoulement radial dû à la restriction dans l'entrée des fluides mène à une chute de pression additionnelle près du puits, ce qui peut être interprété comme un pseudo-skin.

Le skin de pénétration partielle SPP dépend de plusieurs éléments :

- La fraction de la hauteur du réservoir qui a été perforée.
- L'anisotropie de perméabilité du réservoir.
- Le rapport entre la hauteur utile et le rayon du puits.
- La position des perforations.

➤ *Skin de déviation (skin d'inclinaison) :*

Certains puits sont forés avec un angle d'inclinaison pour des raisons :

- De drainage (fortes inclinaison).
- Géologiques (perpendiculairement au pendage des couches)
- Techniques dans le cas des side tracks (faibles inclinaisons).

L'inclinaison du puits améliore les écoulements aux abords du puits. Elle contribue à un skin négatif.

Trois paramètres ont une influence :

- L'inclinaison du puits par rapport à la normale au pendage (α angle d'inclinaison).
- L'anisotropie de perméabilité : kV/kH .
- Le rapport entre la hauteur utile et le rayon du puits.

➤ **Skin dû à l'écoulement polyphasique :** Cet effet prend de l'ampleur quand on est en présence de gaz (pression inférieure à celle de point de bulle ou en percée de gaz d'injection), en présence de production d'eau (percée, coning, ... etc.) ou en écoulement tri-phasique qui est le cas le plus compliqué.

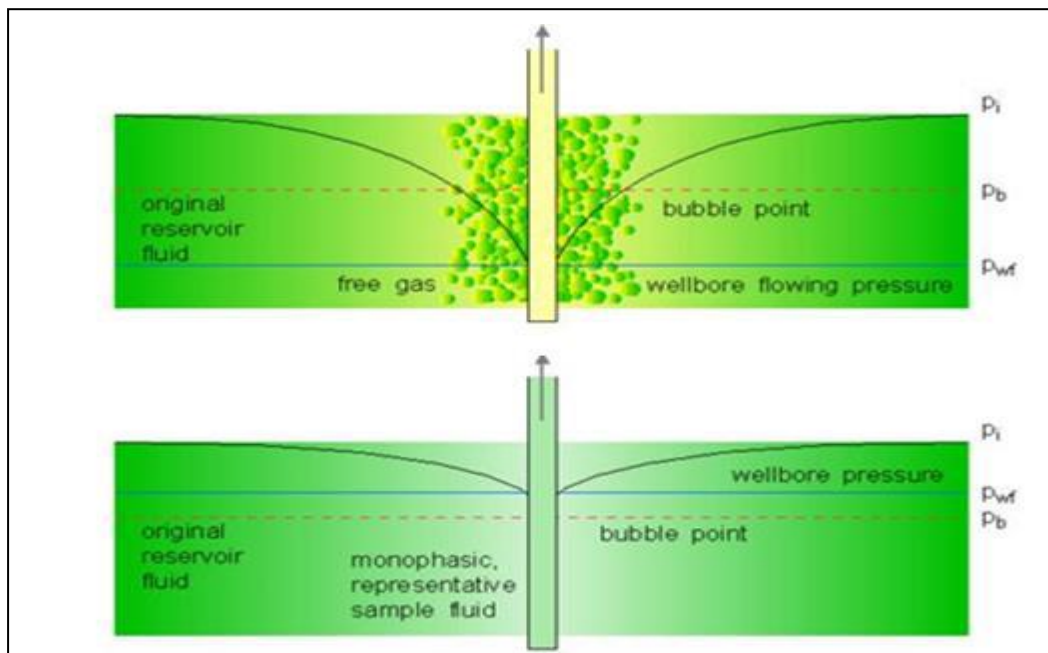


Fig. II.4 : EFFET DE L'ECOULEMENT POLY-PHASIQUE

➤ *Skin dû à la fracturation hydraulique :*

La fracturation hydraulique est le seul moyen de stimulation par le quel on peut ramener le skin à des valeurs négatives jusqu'à -5.

Le skin géométrique autour de puits fracturé est donné par la corrélation suivante :

$$S_{frac} = 0.81 - \ln \frac{x_f}{2} \dots \dots \dots (II.5).$$

Le rayon effectif à l'écoulement pour ce type de fracture est égal à $X_f/2$.

CHAPITRE III :

Introduction :

L'application de l'analyse nodale pour la première fois sur un système de puits producteurs fut initiée par **Gilbert** en 1954, dans laquelle il décrit l'interaction entre les différents éléments constituant les systèmes de production à savoir : le réservoir, le puits, la Duse de la tête de puits.

Définition d'analyse nodal :

L'analyse nodale est une technique qui permet la prédiction de la productivité du réservoir et l'optimisation des complétions des puits ainsi que leur réseau de collecte et ceci dans le but de faire produire le gisement exploité, le plus longtemps possible à son plus haut potentiel.

III.1. Les pertes de charge rencontrées lors de la production :

Lors de la production, plusieurs types de pertes de charges freinent l'écoulement du fluide du réservoir jusqu'à la surface, diminuant ainsi la production et participant à la chute de pression. La figure ci-dessous représente les différentes pertes de charges qui peuvent avoir lieu dans tout le système de production.

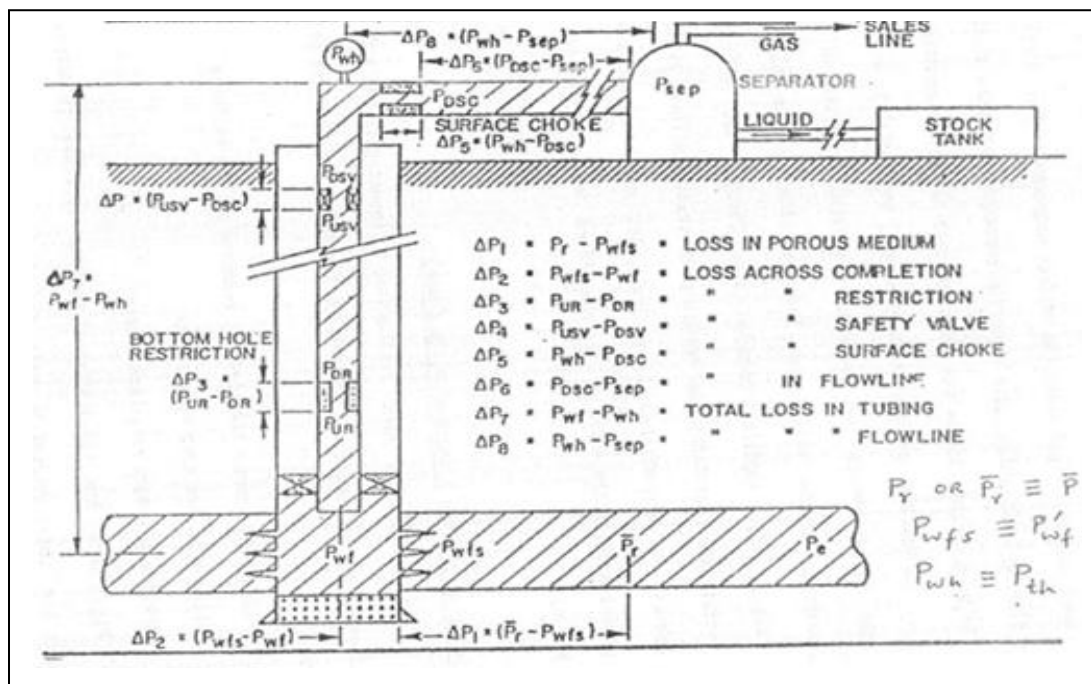


Fig. III.1 : Les pertes de charge au cours de production.

Les pertes de charge à partir du réservoir vers la surface :

$$\Delta P_1 = \bar{P}_r - P_{wfs} \quad : \text{Perte dans le milieu poreux.}$$

$$\Delta P_2 = P_{wfs} - P_{wf} \quad : \text{Perte le long de complétion.}$$

$\Delta P_3 = P_{UR} - P_{DR}$: Perte le long des restrictions.

$\Delta P_4 = P_{USV} - P_{DSV}$: Perte le long des vannes de sécurité.

$\Delta P_5 = P_{wh} - P_{DSC}$: Perte dans la de duse de surface.

$\Delta P_6 = P_{DSC} - P_{SEP}$: Perte dans les conduites de surface.

$\Delta P_7 = P_{Wf} - P_{Wh}$: Perte totale dans le tubing.

$\Delta P_8 = P_{Wh} - P_{SEP}$: Perte totale dans les collectes.

Afin de simplifier le système, des nœuds (Nodal Points) y sont placés au niveau des points sensibles (Comme dans la figure ci-dessous). Le système devient donc subdivisé des deux parties.

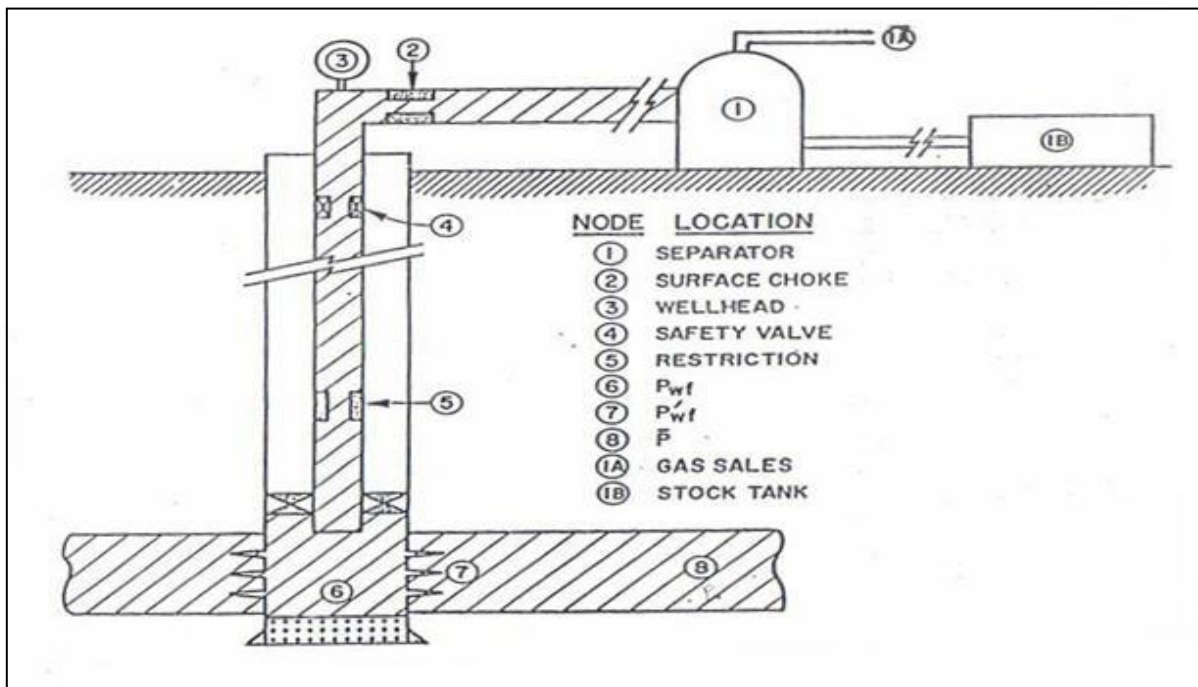


Fig. III.2 : Les différentes positions possibles des nœuds

Avec le point nodal, le système peut être subdivisé comme suit :

1. L'écoulement dans le milieu poreux
2. l'écoulement dans le tubing vertical ou dirigé.
3. L'écoulement dans une conduite horizontale ou inclinée, en surface.

On utilise, le plus fréquemment, comme point nodal, le point au fond du puits.

la définition du nœud est illustré dans l'image suivante :

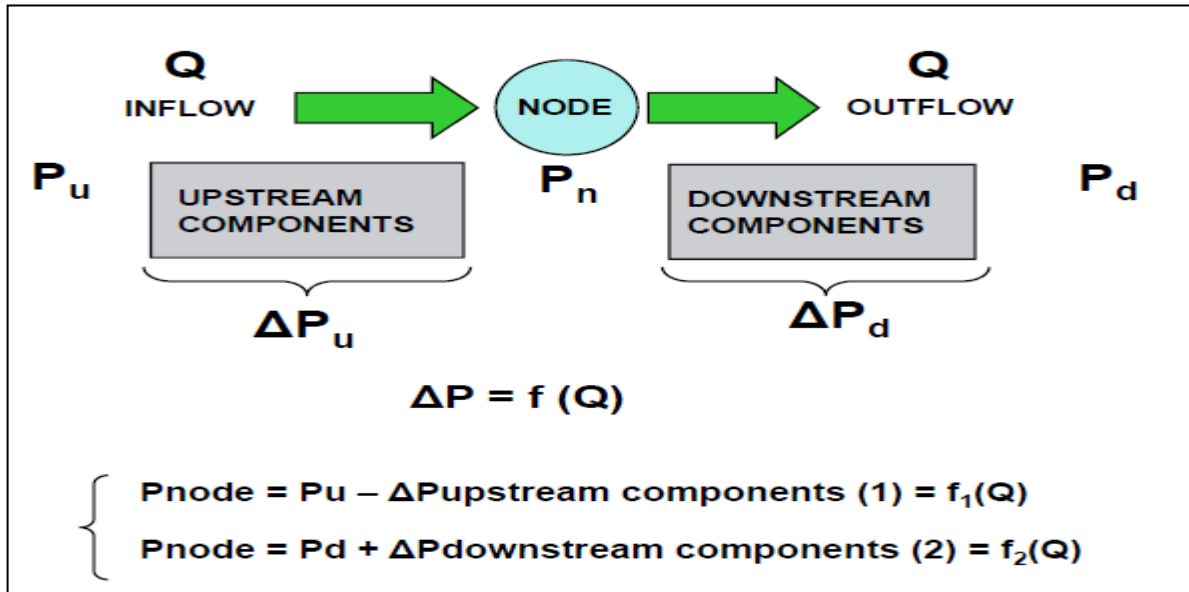


Fig. III.3: définition globale du nœud

Dans l'analyse nodale on contrôle le point de fonctionnement du puits qui est le résultat d'intersection entre l'IPR et VLP:

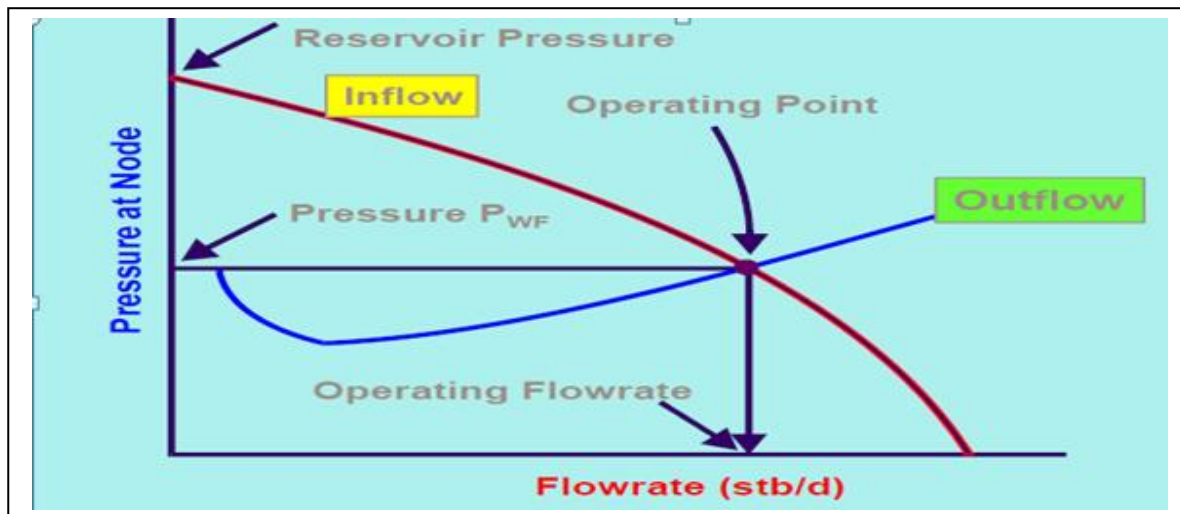


fig. III.4: schéma présentatif du point de fonctionnement

III.2 les composants de l'analyse nodale :

Le système nodal consiste donc à étudier l'écoulement en amont du nœud (la courbe de performance du réservoir (*inflow*)), et l'écoulement en aval du nœud (la courbe de performance du tubing (*outflow*)).

Les performances de l'inflow sont contrôlées par les caractéristiques du réservoir, comme la pression de gisement, la composition des fluides et leurs propriétés. Les performances de

l'outflow d'un puits sont liées directement à l'équipement de fond et les caractéristiques des conduites comme le diamètre et la rugosité :

III.2.1 INFLOW PERFORMANCE RELATIONSHIP (IPR):

L'IPR (Inflow Performance Relationship) montre donc la relation entre la pression de fond dynamique et le débit de production provenant du réservoir.

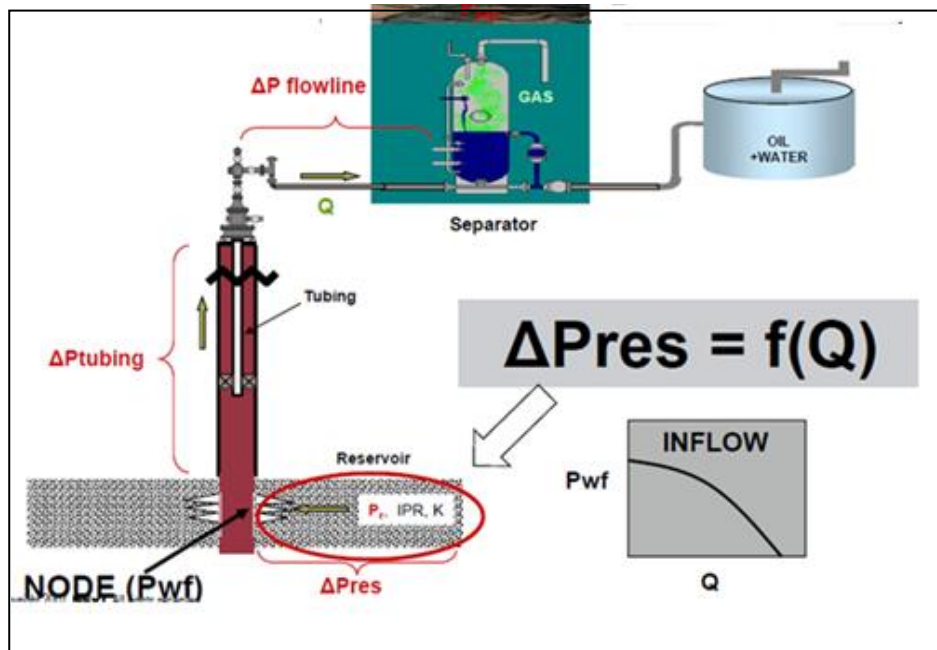


Fig. III.5: Inflow se représente au niveau du réservoir.

III.2.2. TUBING PERFORMANCE CURVES (TPC):

La performance Outflow décrit la relation entre le débit en surface et la chute de pression dans le tubing.

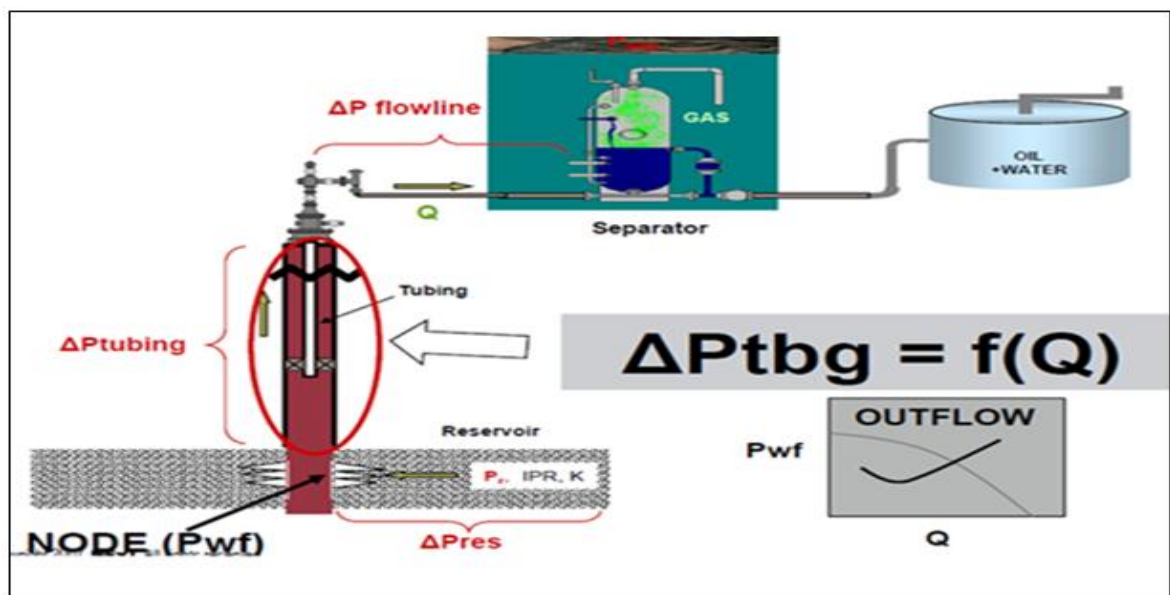


Fig. III.6: Outflow se représente au niveau de tubing.

III.3 L'analyse nodale effectuée sur le puits à étudier :

Pour notre cas d'étude on a analysé le puits candidats par un logiciel de simulation de la société Schlumberger nommé « PipeSim2015 », qui nous a permet de créer un modèle sur ce puits après l'opération de perforation.

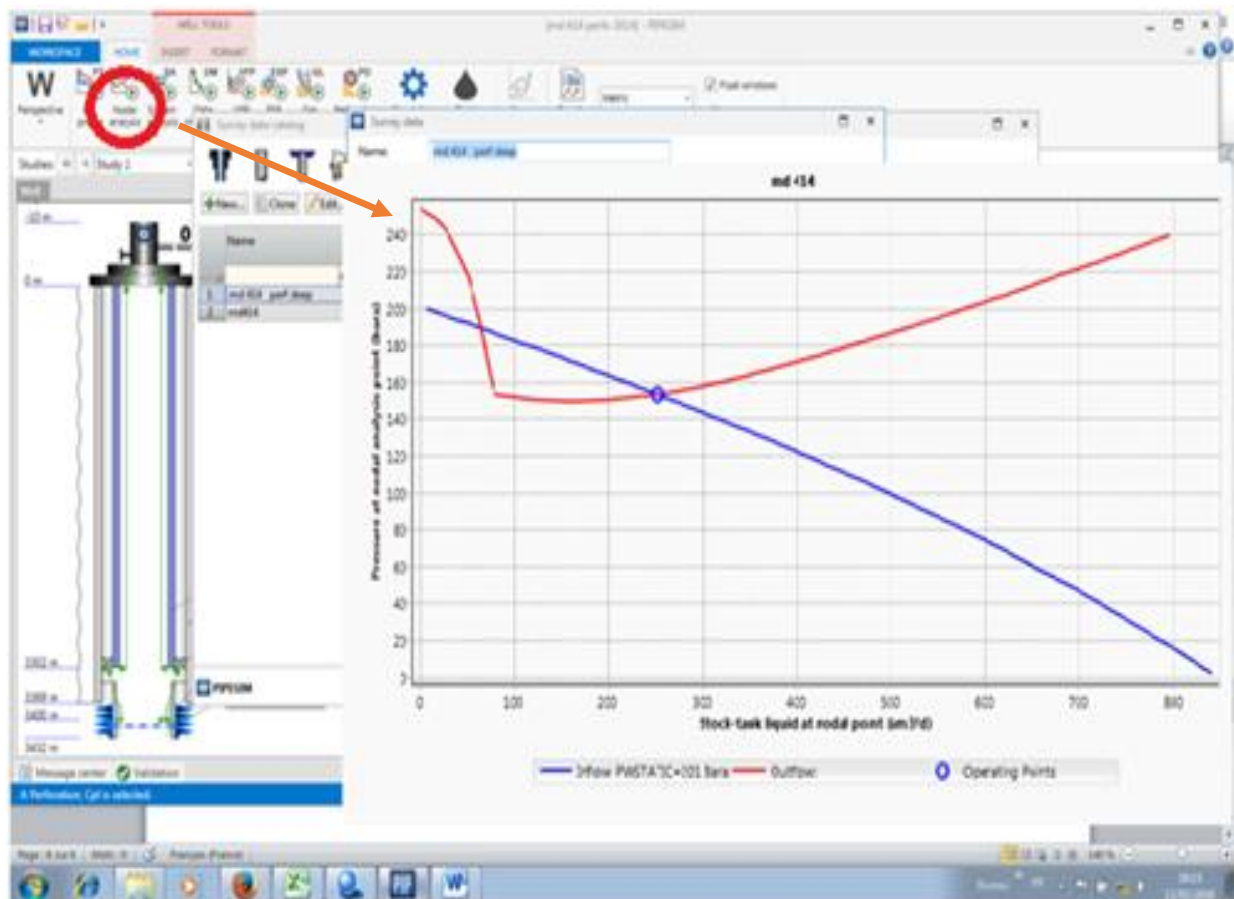


Fig. III.7 : La courbe d'IPR et VLP obtenu par « PipeSim2015 ».

Après avoir réaliser le modèle du puits avec le Pipe Sim 2015 en intégrant les perforation Deep on a obtenus un débit 252 m³/j « 10.5 m³/h », ce qui est identique au débit produit réellement .

CHAPITRE IV :

IV .1.Présentation du champ :

Le champ de HASSI MESSAOUD est situé à 700Km au Sud Est d’Alger, à 350Km de la frontière tunisienne et à 80 Km à l’Est de Ouargla ; Il a une superficie de 2000Km², à une altitude de 142m. Il est établi que le champ de Hassi Messaoud est un vaste dôme anticlinal érodé sur sa face Surélevé, ceci fait que nous ne pouvons pas trouver les mêmes séries stratigraphiques tout au long du champ, alors Les séries stratigraphiques rencontrés sont les suivantes :



Fig. IV .1 : Situation géologique de Hassi Messaoud.

Réservoirs		Drains	Epaisseur	Réserves
R1	Ri	D5	42 m	13 % de réserves
	Ra	D4	0 à 40 m	68 % de réserves
		D3	22 m	
		D2	25 m	
		ID	29 m	
		D1	34 m	
R2	R2ab	35 m	19 % réserves	
	R2c	40 m	Généralement aquifère	
R3			370 m	Aquifère

Tab IV .1 : La stratigraphie de la couche productrice.

Dans cette partie, on va présenter notre étude complète pour faire un programme de perforation rentable et performant avec une nouvelle technique convenable à notre cas ; par la suite, on va voir une comparaison entre les différents charges sur le même puits, pour mettre en évidence l'utilité de la nouvelle technologie Deep perforation et l'utilité de ce programme « Span ».

IV .2.Représentation du puits :

Le puits MD414 est un puits de développement il a été foré en 13/05/1987 comme producteur d'huile dans les réservoirs cambriens et particulièrement le drain R1 (dans Ra) et exactement dans D1 comme objectif.

Les coordonnées du puits :

X : 822 899.96

Y : 129 550.72

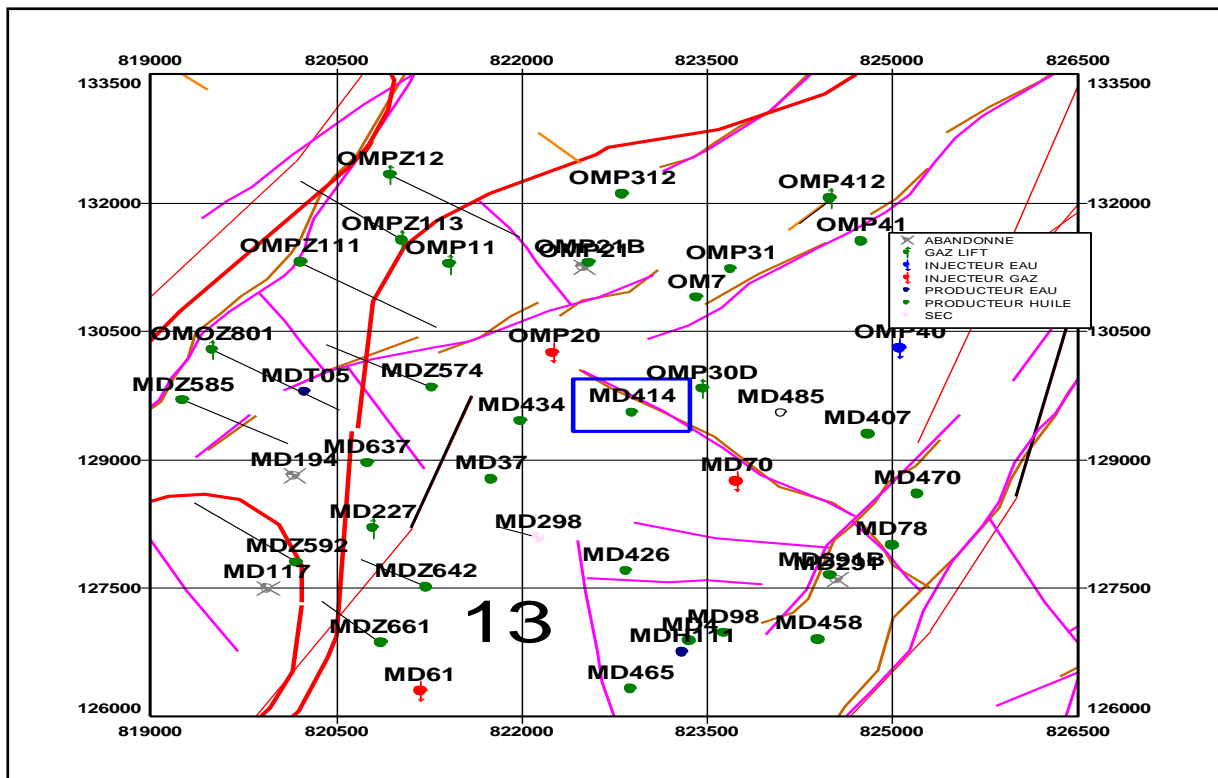


Fig. IV .2 : Situation du puits MD-414 dans le champ HMD

Complétion :

- Liner : 4"1/2
- Tubing : 4"1/2
- Top Liner : 3225.6 m (CE)
- Sabot 7" : 3363 m (CE)
- Fond actuel : 3438 m (CE)

Le schéma de la complétion est représenté dans l'annexe

IV .3.Etude diagraphique :

Le 15/04/2014, les diagraphies suivantes ont été effectuées dans le puits afin de préciser les zones productrices d'huile avec des bonnes caractéristiques (perméabilité, porosité effective, etc...) :

- GR/résistivité.
- CSNG /porosité neutron

- PLT.

Les mesures effectuées sont enregistrées sous formes des tableaux et données numériques. (Voir annexe).

D'après les enregistrements qu'on a, Les intervalles candidats pour la perforation sont :

- 3417 m – 3420 m (03 m dans le D1)
- 3400 m – 3404 m (04 m dans le D1)
- 3390 m – 3395 m (05 m dans le D1)

IV .3.1.Déterminer la Perméabilité, la porosité et la saturation en eau résiduelle :

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

l'intervalle total de la couche productrice :	3390-3420 (m)
$k_{moy}(md)$	8
$\emptyset(\%)$	0.698
S_w	0.20

Tab IV .2.Caractéristiques pétro-physiques moyennes la couche productrice à perforer.

IV .3.2.Déterminer la composition de la formation :

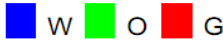




- a. grés quartzitique.
- b. Eau ;
- c. Huile

IV .3.3.Localiser les entrées des fluides :

L'interprétation du PLT réalisée a montré que la totalité de l'huile provient du drain Ra (3390m-3420m).

Cette interprétation nous indique aussi la contribution de chaque zone par phase :

Contributions by phase

Zones m	Qw res. m3/hr	Qo res. m3/hr	Qg res. m3/hr	
3390.0-3394.6	0.00	5.77	13.30	
3401.5-3405.1	0.00	4.49	15.48	
3406.1-3415.0	0.00	1.21	5.13	
3417.5-3418.7	0.00	3.18	0.00	

Tab IV .3. Contribution de chaque zone dans le débit total.

IV .3.4.Conclusion :

D’après l’interprétation, on a trouvé que les intervalles choisis ont :

- ✓ Une moyenne perméabilité et porosité ;
- ✓ Une faible saturation en eau ;
- ✓ Une présence d’huile ;
- ✓ Un faible GOR.

D’après des diagraphies réalisées confirment le choix des intervalles choisis.

IV .4.Analyse des résultats de l’opération effectuée :

Le **13/09/2014**, le puits MD414 a été perforé par la société de service Schlumberger avec les charges Nova, canon 27/8 in, ce choix a été conditionné seulement par le diamètre interne du liner (3.92 in), et la restriction de la complétion.

IV .4.1.Analyse des résultats de l’opération :

- Avant perforation :

Date	$Q_{huile} (m^3/h)$	$Q_{gaz} (m^3/h)$	GOR	$P_{Tête} (kg/cm^2)$	$T_{huile} (C^{\circ})$	$Q_{eau} (m^3/h)$
<u>27/12/2013</u>	5.36	7532.38	1404	3.7272	22	0

Tab IV .4 : Résultats du jaugeage avant la perforation

- Après perforation :

Date	$Q_{huile} (m^3/h)$	$Q_{gaz} (m^3/h)$	GOR	$P_{Tête} (kg/cm^2)$	$T_{huile} (C^{\circ})$	$Q_{eau} (m^3/h)$
<u>20/09/2014</u>	10.55	1702.01	161	45.3	36	0

Tab IV .5 : Résultats de jaugeage après perforation.

D'après les tableaux (IV .4 et Tab IV .5), on remarque :

- Le puits a pu démarrer tout seul grâce a des raisons qui seront citées ci-après .
- Une augmentation de 5.19 m3/h du débit d'huile produite ;
- Une diminution remarquable du GOR, ce qui confirme le bon choix des intervalles perforés (on a évité la zone à gaz) ;
- Le puits ne produit pas de l'eau.

IV .5.Conception de la perforation :

IV .5.1.Données :

Client	Intervalles perforés existants				
Compagnie	Sonatrach				
Le nom du puits	MD414				
Le nom du champs	HMD				
Le Type du puits (Prod, Inj?)	Producteur				
Les informations sur casing	Inner Most	2nd Inner Casing	3rd Inner	4th Inner	Unités
Open Hole Bit Size	6				In
Diamètre extérieur	4.5				In
le poid du Casing	13.5				lb/ft
Grade	P110				
Le sommet du Liner MD/TVD	3225				M
Le fond du Liner MD/TVD	3434				M
Diamètre intérieur	3.92				Mm
Position	V				
Matériel dans l'annulaire	cément				Cément?
la densité du Matériel dans l'annulaire.	2.1				Ppg
Les paramètres au voisinage du puits :	Size 1	Size 2	Size 3	Size 4	Unités
La taille de Tubing	4.5				In
La profondeur de Tubing, MD/TVD	2198				M
Le fond du puits MD / TVD (BPTD)	3434				M
Le sommet du Packer MD /					M

TVD					
Le fond du Packer MD /TVD					M
fluide au voisinage du puits aux alentours du canon	water				n/a
La densité du fluide au voisinage du puits	1				g/cc
Le sommet des nouvelles perforations MD / TVD	3390				M
Le fond des nouvelles perforations MD /TVD	3420				M
L'épaisseur de la couche perforée	12				M
Type des Guns :	type 1	type 2	type 3	type 4	
Le Type de Gun	2 7/8	2 7/8pure	2 7/8pure	2 7/8pure	
Le type des Charges	Hyper jet	Clean Pack	Power jet Omega	Power jet Nova	
La densité de tir	6	6	6	6	
Les paramètres de la formation et du réservoir :	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Unités :
Le nom de la Formation	cambrien				
Le type du fluide en place	huile				
La densité du fluide en place	0.8				kg/m3
La pression du bulle	193				Kgf/cm ²
Gas Oil Ratio (GOR)	161				Sm3/Sm3
Salinité d'eau	0.05				g/l
Densité d'eau	1.01				g/cc
Facteur volumique de formation	1.6				m3/Sm3
La viscosité du fluide en place	0.203				Cp
Le type de la roche	sandstone				
porosité	0.0698				%
Perméabilité Horizontale	8				mD
Perméabilité Verticale	7				mD
La densité du Formation	2.65				g/cm3
La zone d'invasion du filtrat de boue	R= 5				Inches
Température au fond du puits	118				degC
La pression du Réservoir	223				Bar
La compression de la roche(Rock strength, UCS)	1992.76				Bar
La superficie de Drainage	2.76× 10 ⁶				Hectare

Dietz shape factor / reservoir shape	31.62				
Le débit	10.55				m3/h
Données de Production	Zone 1	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Unités
Débit d'huile	10.55				m3/h
Débit de gaz	1702 .01				Msm3/h
Débit d'eau	0				m3W/d
La pression de tête	45.3				Kgf /m2
La temperature de tête	37				deg C
La pression de fond	177				bar
L'indice de productivité	0.227				bbl/d/psi

Tab IV .6 : Données nécessaires pour le design de SPAN

IV .5.2.Présentation du logiciel :

Le logiciel SPAN (Schlumberger Perforating Analysis software) est utilisé pour modéliser performance des perforations dans le réservoir, il permet aux utilisateurs d'optimiser l'efficacité de complétions, par la comparaison des différentes configurations des guns et charges dans de différentes conditions de réservoir, il guide l'utilisateur à la meilleure conception de la perforation.

Le programme SPAN génère des rapports de pénétration et d'analyse de productivité pour jusqu'à six système de perforation.

Les caractéristiques de pénétration des charges sont estimées par un nouveau modèle qui a été développée avec des essais rigoureux dans des laboratoires pour chaque types de charge dans différentes roche, et sous les conditions de fond plutôt que celui développé par les résultats des test sur le béton (API).

Dans le calcul de productivité, le skin de perforation est dérivé à partir des corrélations développées par des simulations et des expériences des laboratoires avec des installations améliorées de test de perforations.

Le SPAN peut aussi estimer la performance des perforations (pénétration et skin) le long du puits, ses résultats contiennent un rapport résumé de canon utilisé et un log de perforation qui fournit une présentation visuelle de la performance tout au long du puits.

Les données de bases du SPAN :

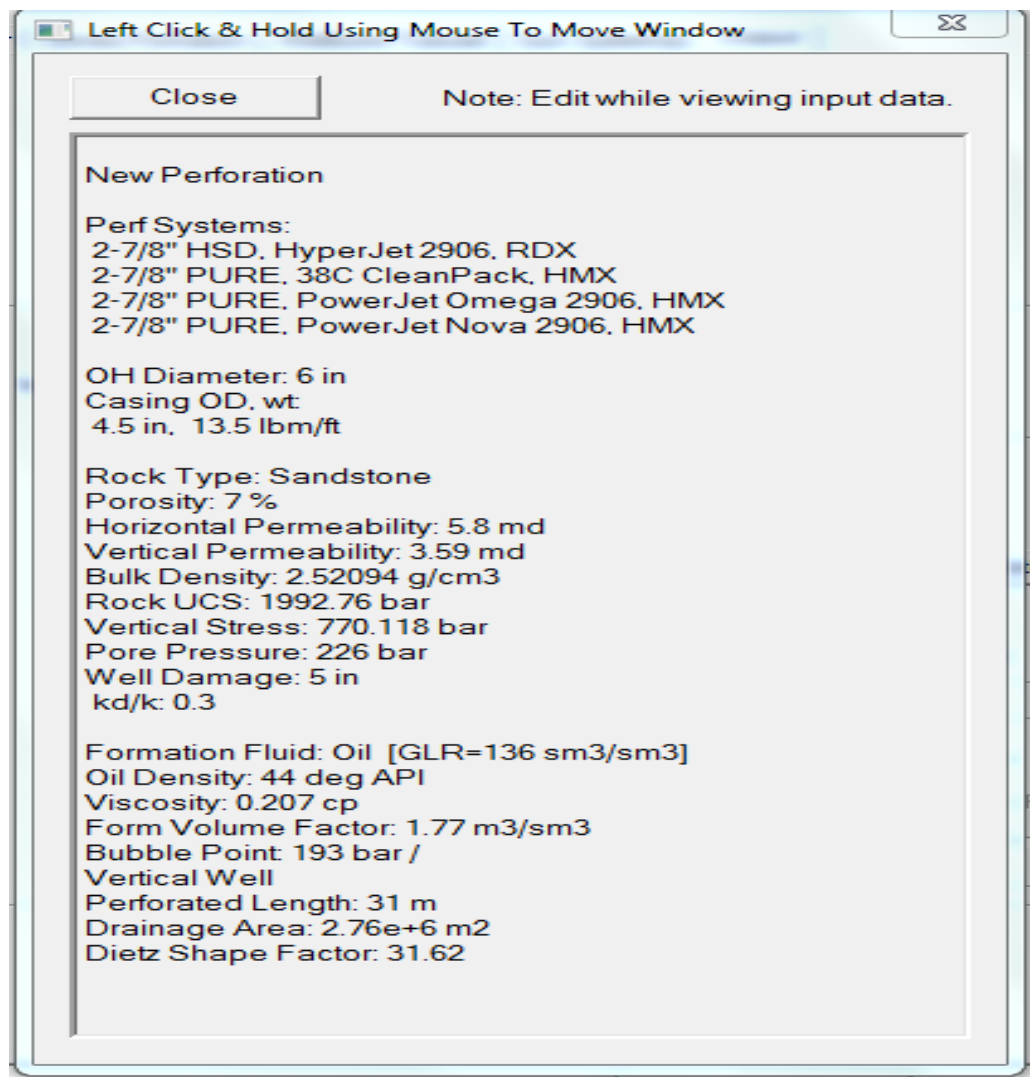


Fig. IV .3 : Les données de bases du SPAN.

IV .5.3.L'étude réaliser par SPAN :

On introduit ces données dans les fenêtres de SPAN. A titre d'exemple, on représente la fenêtre « zone/formation », dans laquelle on introduit les profondeurs des zones à perforer et les caractéristiques de la formation.

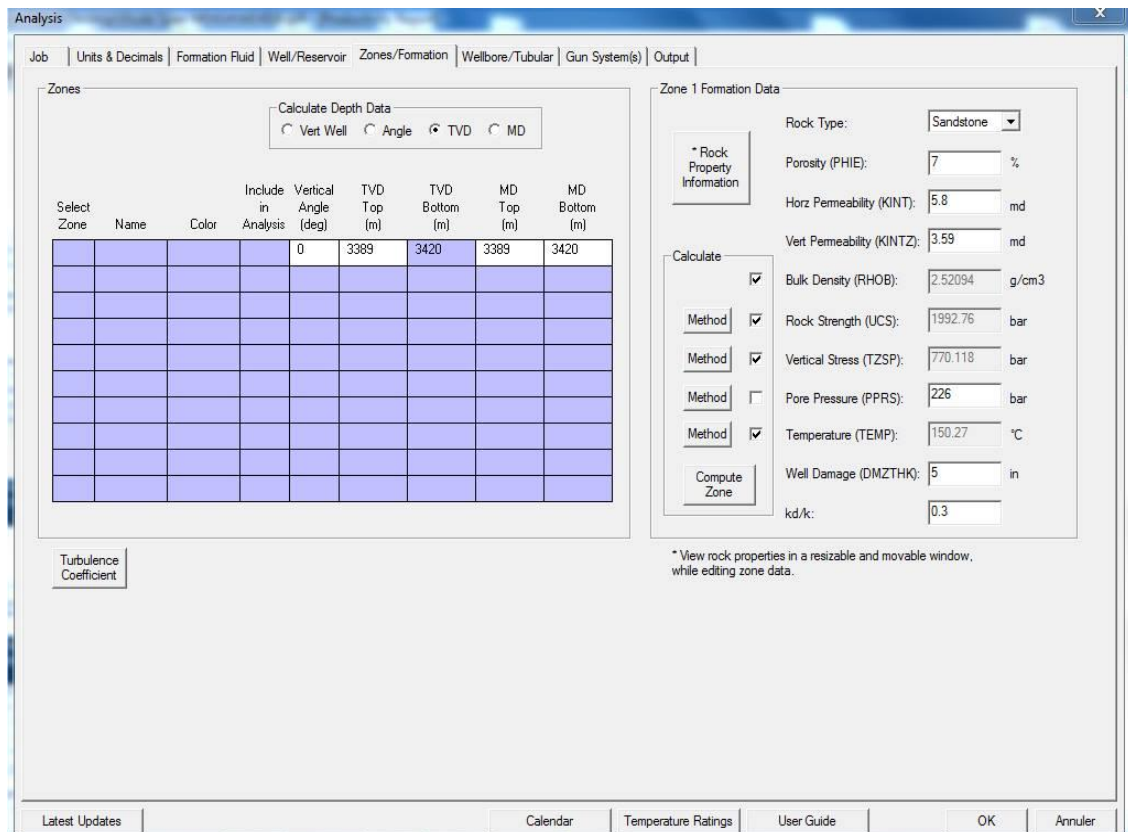


Fig. IV .4 : Fenêtre « zone/formation » du logiciel SPAN.

Puis, on sélectionne quatre systèmes (canon+ charges) dans la fenêtre « gun system(s) » :

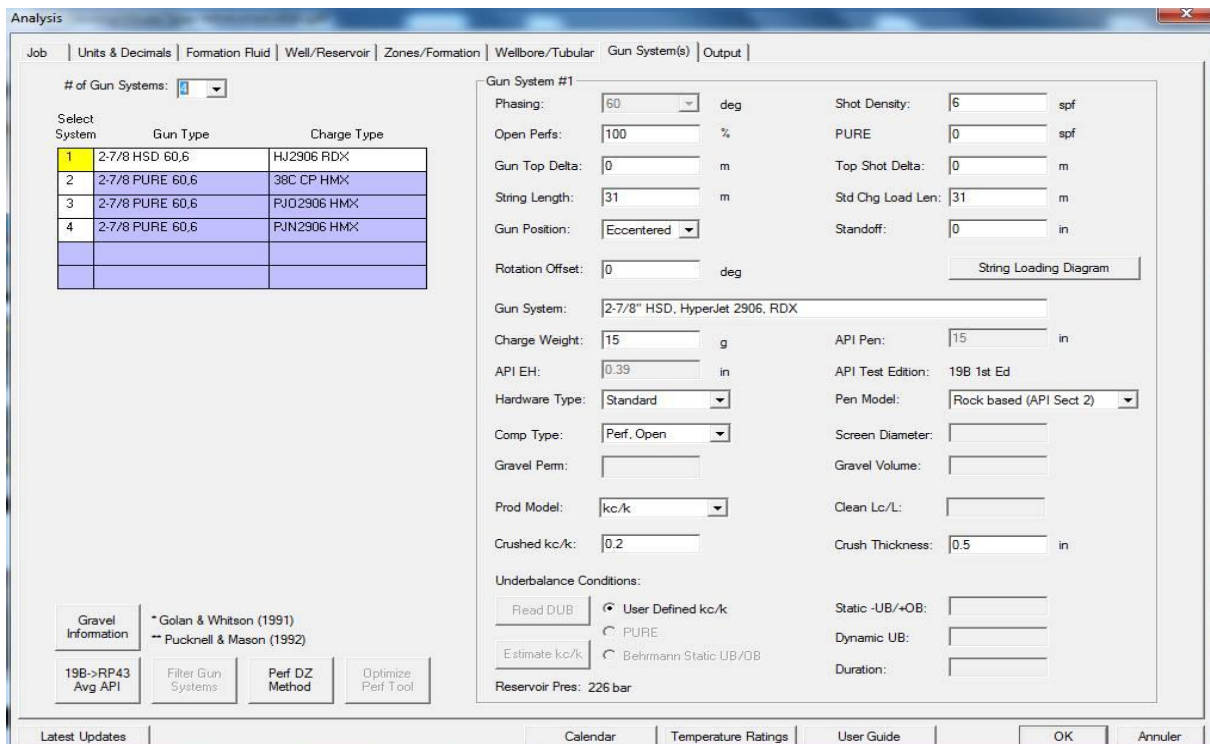


Fig. IV .5 : Fenêtre « gun système » de SPAN.

Les quatre systèmes choisis sont :

2-7/8"HSD, Hyper jet2906 RDX, 15.0 g, OD 2.802 in (conventionnelle)

2-7/8" PURE.38C Clean Pack HMX, 15.0 g, OD 2.802 in (Big hole)

2-7/8" PURE, Power Jet Omega 2906, HMX, 16.0 g, OD 2.802 in (Deep)

2-7/8" PURE, Power Jet Nova 2906, HMX, 16.9 g, OD 2.802 in, avec des charges pure, (extra Deep).

Puis, dans la fenêtre « output », on choisit ces types des rapports et des courbes à afficher :

- Rapport de pénétration ;
- Rapport de productivité ;
- Courbes de PR.

Les résultats affichés par SPAN sont représentés par la suite.

IV .5.4.Résultats de la simulation :

A-Les Rapports de pénétrations :

❖ Système de perforation :

Perf #	Phasing Angle (deg)	Shot Density (spf)	PURE Density (spf)	Gun Position	Stand Off (in)	Total Pen Average (in)	Form Pen Average (in)	Form Dia Average (in)	EH Dia Average (in)	AOF (cm2/m)
1	60	6.00	0.00	Eccentered	0	3.93 *	2.89 *	0.44	0.36	13.16
2	60	6.00	0.00	Eccentered	0	2.57 ^	1.53 ^	0.20	0.67	45.36
3	60	6.00	0.00	Eccentered	0	5.63 *	4.59 *	0.40	0.33	11.03
4	60	6.00	0.00	Eccentered	0	6.57 *	5.53 *	0.44	0.36	13.13

Tab IV .7 : les différentes pénétrations dans la formation pour les quatre types de canons

Ce tableau représente les différentes pénétrations dans la formation pour les quatre types de canons, une meilleure pénétration est donnée par les charges NOVA et OMEGA qui sont de l'ordre de 4,59 et 5,53 respectivement, par rapport au BIG HOLE et au conventionnelle (hyper

jet) , cependant, le BH nous donne un EH(diamètre d entré) supérieur plus de 50% par rapport aux autres systèmes .

❖ Type des canons :

#	Name	Chg Wt (g)	Gun OD (in)	API Pen (in)	API EH (in)	Comment
1	2-7/8" HSD, HyperJet 2906, RDX	15.0	2.802	15.00	0.39	19B 1st Ed
2	2-7/8" PURE, 38C CleanPack, HMX	15.0	2.802	6.60	0.70	Based on 19B 1st Ed
3	2-7/8" PURE, PowerJet Omega 2906, HMX	16.0	2.802	36.00	0.34	Based on 19B 1st Ed
4	2-7/8" PURE, PowerJet Nova 2906, HMX	16.9	2.802	30.70	0.38	19B 1st Ed

Tab IV .8 : Les canons choisis avec les caractéristiques API des charges.

Les valeurs des pénétrations API sont supérieurs a celles dans la formation (API pénétration est calcule a partir des essais laboratoires).

B-Les Rapport de productivité :

Perf #	Loaded Length (m)	Phasing Angle (deg)	Shot Density /Open Perfs (spf/%)	Eff Shot Density (spf)	PURE Density (spf)	Crush Zone kc/k	Crush Zone (in)	Form Pen Avg (in)	Form Dia Avg (in)	EH Dia Avg (in)
1	31.0	60	6.00/100	6.00	0.00	0.20	0.50	2.89 *	0.44	0.36
2	31.0	60	6.00/100	6.00	0.00	1.00	0.50	1.53 ^	0.20	0.67
3	31.0	60	6.00/100	6.00	0.00	1.00	0.50	4.59 *	0.40	0.33
4	31.0	60	6.00/100	6.00	0.00	1.00	0.50	5.53 *	0.44	0.36

* Rock-based Model: Based on lab experiments in rocks with UCS up to 18k psi under downhole conditions
 ^ Concrete-based Model: Based on traditional API Section 1 results converted to downhole conditions

Perf #	Eff Skin	Darcy Skin	Perf Skin	Crush Zone Skin	Devi-ation Skin	Partially Open Skin	Non-Darcy Coeff (1/m3/day)	Non-Darcy Skin	PR	PI * (m3/day /bar)	Flow * Rate (m3/day)
1	17.31	16.83	16.83	3.30	0.00	0.00	9.789e-3	0.4825	0.34	1.78	87.2
2	13.52	12.76	12.76	0.00	0.00	0.00	0.01311	0.7607	0.40	2.10	102.7
3	3.69	3.54	3.54	0.00	0.00	0.00	1.431e-3	0.148	0.71	3.73	183.0
4	1.39	1.25	1.25	0.00	0.00	0.00	1.161e-3	0.1476	0.87	4.59	225.0
OH	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.81e-4	0.04113	1.00	5.29	259.1
OHdmg	2.39	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	8.511e-4	0.09812	0.79	4.16	204.1

Tab IV .9 et 10: Pénétration et endommagement dus aux charges- Productivité et skin pour chaque type de charges.

Les valeurs de la zone endommagé « Kc/K »représentées dans « le tableau 9 » sont de l’ordre de « 1 » pour les systèmes « NOVA », «OMEGA» ET « BH » ce qui montre l’absence total de l’endommagement des perforations contrairement au système conventionnel « Hyper Jet » qui représente un sévère endommagement avec une valeur de « 0.2 ».

Les valeurs qui sont représenté dans «le tableau 10 » , sont des valeurs du skin ou sa valeur est très importante pour les 2 systèmes « HJ » et « BH » avec un faible débit de production.Un meilleur débit est donné par « OMEGA » et «NOVA» qui se rapproche du débit en trou ouvert « open hole » .

N.B : IP est calculé dans les conditions de fond avec une pression dynamique de 174 bars.

IV .6. Résultats du design :

Schéma de pénétration :

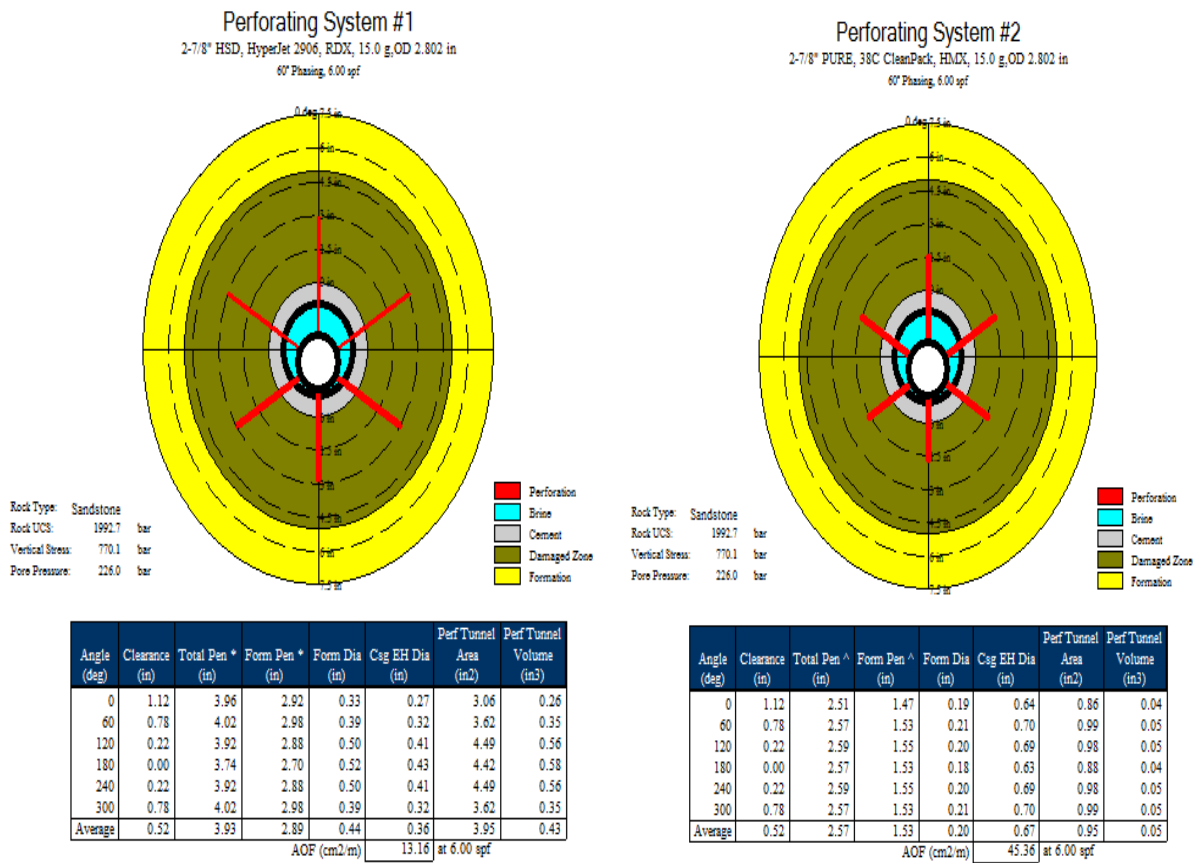


Fig. IV .6 : Présentation de la pénétration pour les deux systèmes « BH » et « HJ »

La Figure. IV .6 : montre les pénétrations des systèmes BH et HJ, ou les perforations n’ont pas atteint la formation vierge à cause des faibles pénétrations.

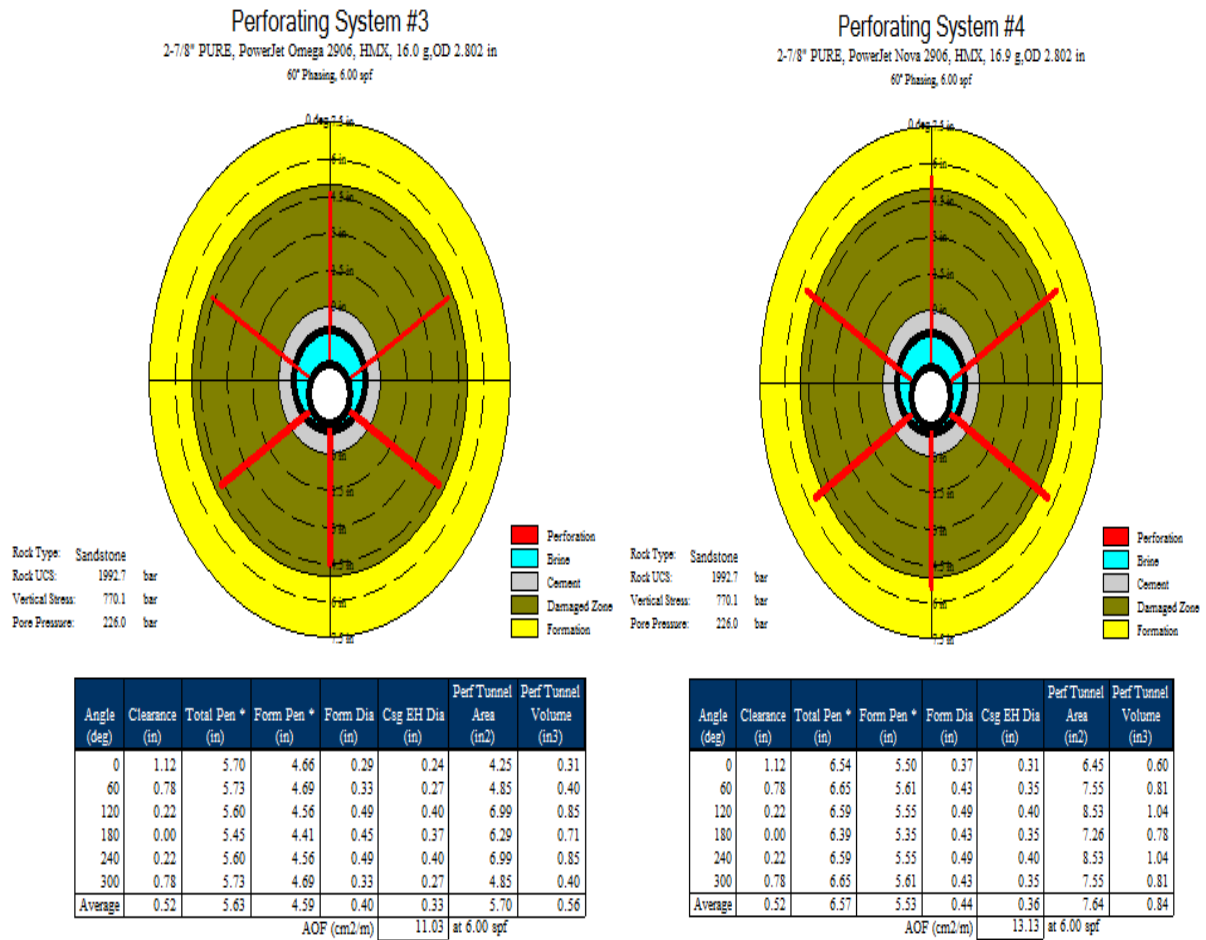


Fig. IV .7 : Présentation de la pénétration pour les deux systèmes « PJO » et «PJN »

La Figure IV .7 : Montre le schéma de pénétrations de PJO et PJN ou les perfs dépassent la zone endommagée

IV .6.1.Les Courbes :

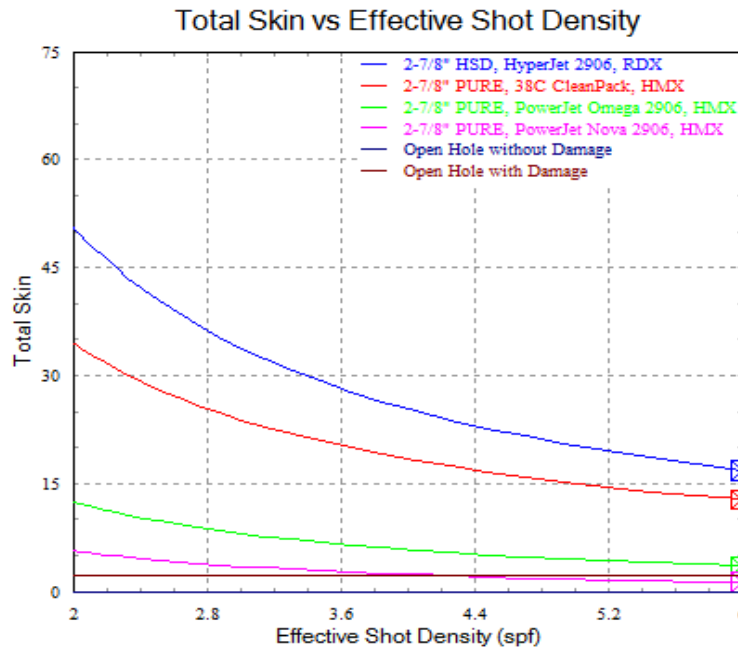
Influence des paramètres :

A-skin :

A) :

Company: SH

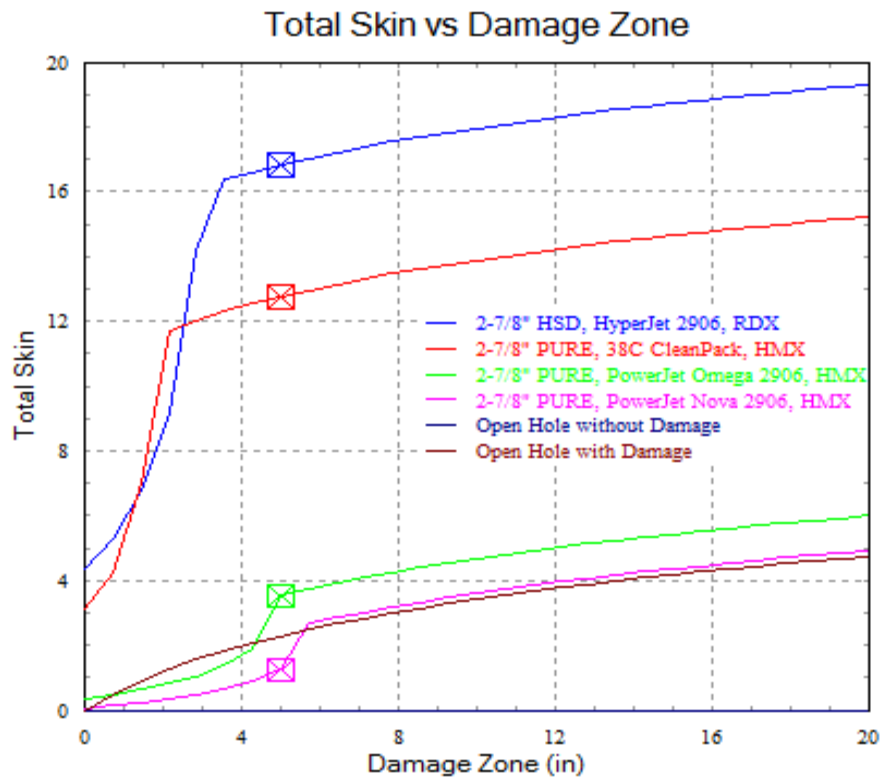
Well: MD414



B) :

Company: SH

Well: MD414



C) :

Company: SH

Well: MD414

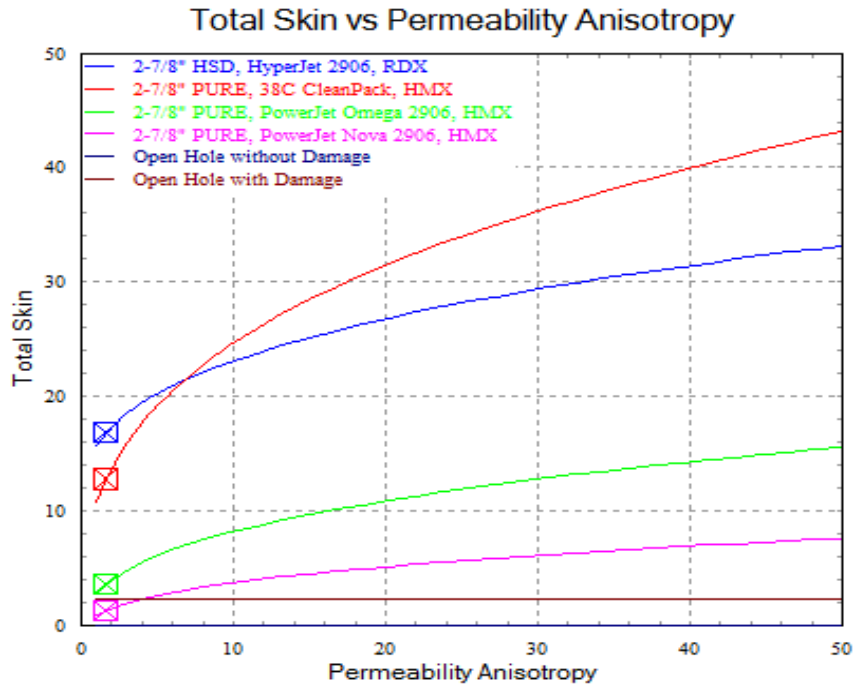


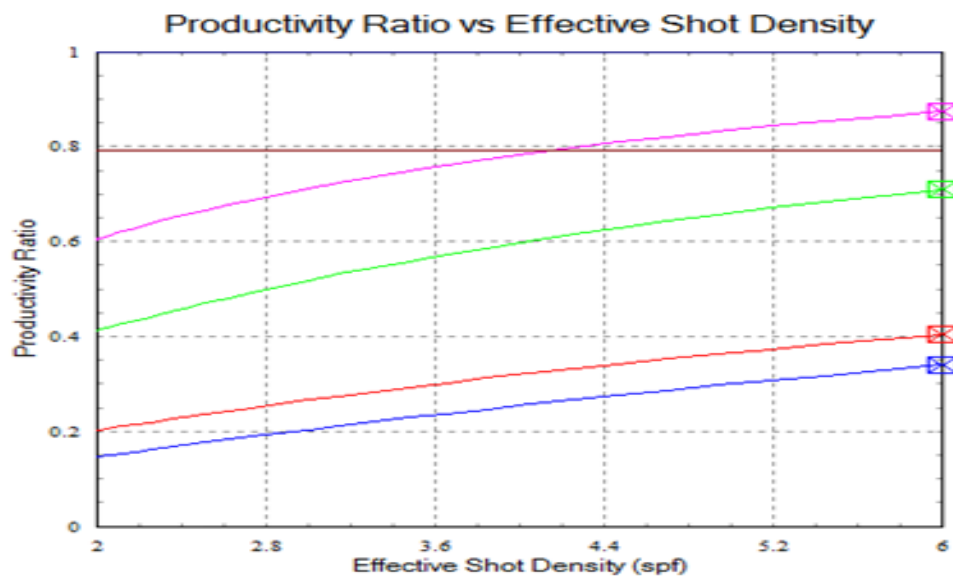
Fig. IV .8. A, B et C : variation du Skin total en fonction des densités de tir, la zone endommagée et Perméabilité Anisotropique respectivement.

Les Graphes skin représentent L’augmentation de la zone endommagé et la perméabilité Anisotropique engendre l accentuation du total skin .contrairement à la densité de tir (shot density) qui fait diminuer le skin.

B-Productivité: A)

Company: SH

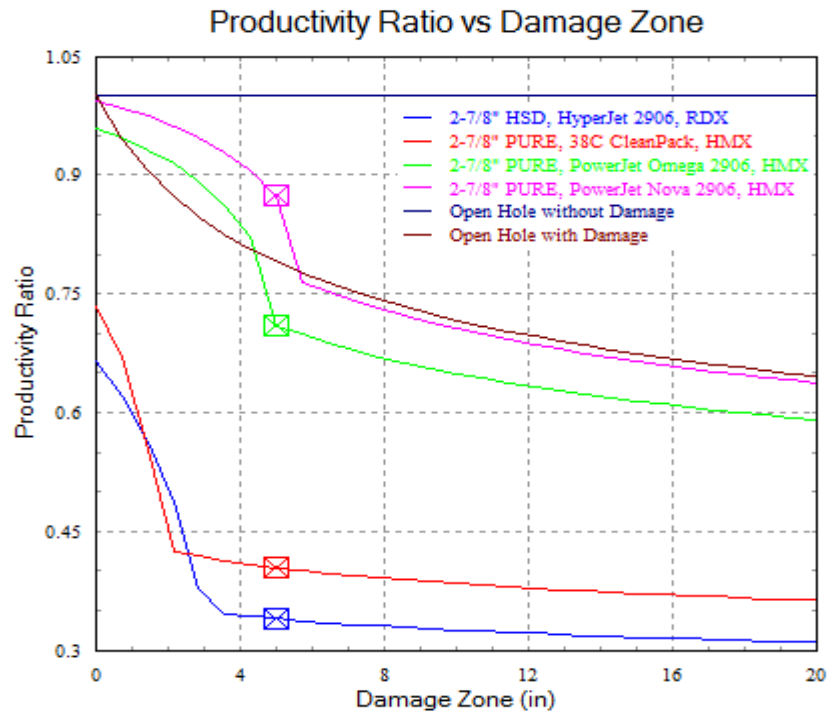
Well: MD414



Company: SH

Well: MD414

B) :



C) :

Company: SH

Well: MD414

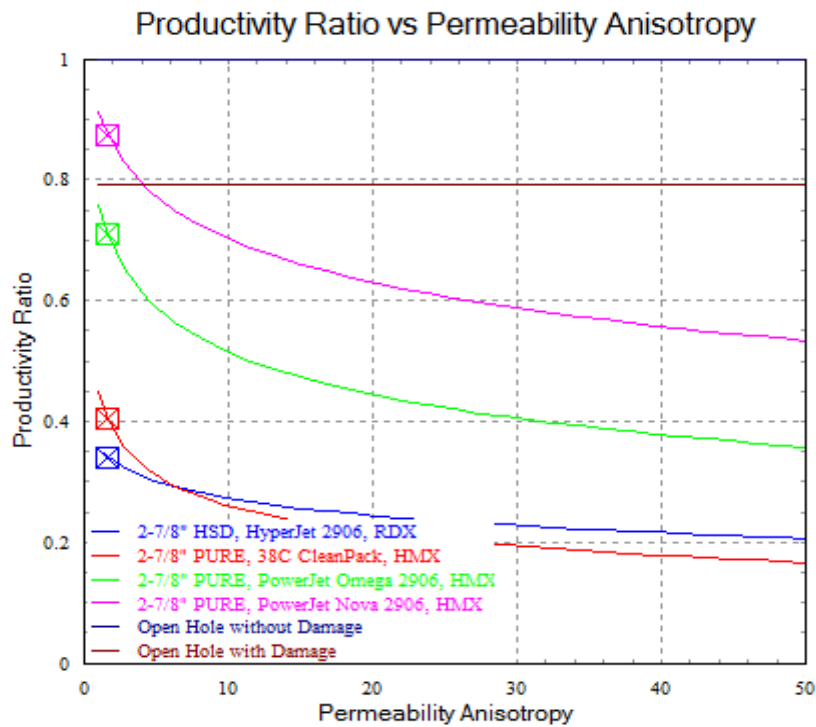


Fig. IV .9 : A, B et C : variation de la productivité en fonction des densités de tir, Perméabilité anisotropies et la zone endommagée respectivement.

L'accroissement de la productivité est lié à l'augmentation de la densité de tir. Et l'augmentation de la zone endommagée et K anisotropique est inversement proportionnelle à la productivité.

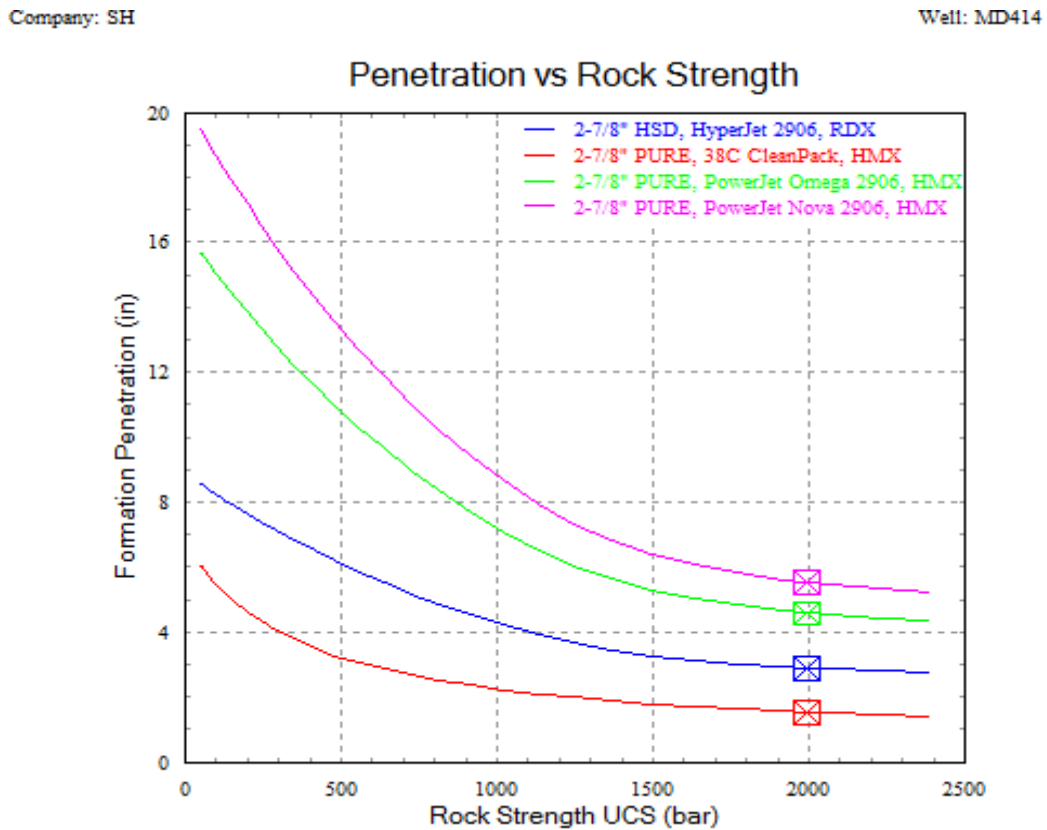


Fig. IV .10 : La relation entre rock strength et la pénétration est inversement proportionnelle.

IV .6.2. Un tableau qui englobe les résultats trouvés par les graphes :

Les Guns	Hyper jet	Clean pack	Omega	Nova
PR Vs spf (SPF=6)	PR=0.35	PR=0.4	PR=0.7	PR=0.85
PR Vs damage zone (épaisseur=5 in)	PR=0.3375	PR=0.375	PR=0.675	PR=0.825
PR Vs Perméabilité Anisotropique(K=1.62)	PR=0.325	PR=0.4	PR=0.725	PR=0.875

Formation penetration Vs UCS (UCS=1992.7 bar)	Pen=2 in	Pen=3 in	Pen=5 in	Pen=6 in
Skin Vs SPF Spf=6	S=18	S=13	S=5	S=1.5
Skin Vs damage zone Epaisseur=5in	S=17	S=13	S=3.5	S=1
Skin Vs Permeability Anisotropique (K=1.62)	S=17	S=13	S=4	S=1

Tab IV .11 : Tableau montre les valeurs représenté dans les graphes.

IV .7.Tableau récapitulatif :

Type de gun	skin	Pénétration dans la formation	Diamètre d'entrée	Le rapport Kc/K	Pénétration totale	Débit
Conventionnel 2-7/8" HSD, Hyper Jet 2906, RDX	16,83	2,89	0,36	0,2	2,93	87,2
Big hole 2-7/8" PURE, 38C Clean Pack, HMX	12,76	1,53	0,67	1	2,57	102,7
Deep 2-7/8" PURE, Power Jet						

Omega 2906, HMX	3,54	4,59	0,33	1	5,63	183
Extra Deep 2-7/8" PURE, Power Jet Nova 2906, HMX	1,25	5,53	0,36	1	6,57	225

Tab IV .12 : Représente les résultats finals obtenus par SPAN.

D'après les résultats illustres dans le tableau, les perforations Deep « PJN » et « PJO » donnent des meilleurs résultats en terme de pénétrations total et de débit.

Le système de perforation BH donne un diamètre deux fois plus que le Deep (NOVA et OMEGA), Mais une pénétration peu profonde.

IV .8. Etude Economique :

L'évaluation économique est nécessaire avant la réalisation de chaque opération de perforation, dans cette partie, on va déterminer la méthode de perforation la plus rentable.

IV .6.1. Coûts des opérations :

Opération :	Société :	Coût (\$) :
Hyper jet	Schlumberger	Pas rentables
Clean Pack	Schlumberger	Pas rentables
Omega	Schlumberger	32940
Nova	Schlumberger	59748,48

Tab IV .13 : Coûts des opérations.

IV .6.2. Gains :

Le gain = débit après opération – le débit avant l'opération

D'après le jaugeage avant la perforation, le puits a produit avec un débit de

5.36 m³/h.

- ✓ Hyper jet : le gain estimé=3.633.-5.36.= -1.727 m³/h (donne un Q plus faible)
- ✓ Clean Pack : le gain estimé=4.279-5.36=-1.081 m³/h (donne un Q plus faible)
- ✓ Omega : le gain estimé=7.265-5.36=2.265 m³/h
- ✓ Nova : le gain estimé=10.55-5.36=5.19 m³/h

IV .6.3.Payout de l'opération :

Le Payout d'une opération est égal au nombre de jours de production qu'un puits traité doit livrer après traitement, pour couvrir le coût de l'opération par le gain net réalisé suite au traitement.

Les prix de référence d'un baril de pétrole est : 45\$

On a aussi : - 1bbl = 0.159 m³.

a) Payout estimé pour la perforation avec Nova :

$$\text{Payout réel} = \frac{\text{réel coût (\$)}}{\text{Gain réel(bbl/jour) * Prix du bbl(\$ /bbl)}}$$

$$\text{Payout} = \frac{59748.48}{5.19 \times 24 \times 45 / 0.159} = 1.6949 \text{ jours} = 1 \text{ jr et } 17 \text{ heures.}$$

b) Payout estimé pour la perforation avec Omega :

$$\text{Payout} = \frac{\text{réel coût (\$)}}{\text{Gain réel(bbl/jour) * Prix du bbl(\$ /bbl)}}$$

$$\text{Payout} = \frac{32940}{2.265 \times 24 \times 45 / 0.159} = 2.141 \text{ jours} = 2 \text{ jrs et } 3 \text{ heures.}$$

IV .6.4.Conclusion :

Le puits récupère son cout d'investissement D'après les systèmes proposés par SPAN

- Un jour par le système proposé par le SPAN (Nova).
- Deux jours par le système proposé par SPAN (Omega).
- HJ et BH ont été non rentables.

IV .7.Résultat final de l'étude :

Méthode	I _{perf} (in)	Q(m ³ /h)	Gain (m ³ /h)	S _p	Coût (DA)	Payout
Hyper jet	2.93	87.2	-1.727	16,83	-	Pas rentable
Clean pack	2.57	102.7	-1.081	12,76	-	Pas rentable
Omega	5.63	183	5.19	3,54	32940	1jr et 17h
Nova	6.57	225	2.265	1,25	59748.48	2jrs et 3h

Tab IV .14 : Résultats techniques et économiques de l'étude.

IV .8.Interprétation :

- ✓ Après la perforation, la diminution de la quantité du gaz produit confirme le bon choix des intervalles perforés, donc on a évité les zones à gaz .
- ✓ Les pénétrations réelles (obtenues par SPAN) sont beaucoup plus petites que celles données par les normes API,
- ✓ La meilleure pénétration peut être obtenue par les charges Nova et Omega, alors que les tunnels de perforations réalisées par les charges HJ et BH n'ont même pas dépassé la zone endommagée, ce qui exprime leur colmatage ;
- ✓ Le meilleur débit était réalisé par Nova et Omega, par rapport au débit donné par HJ et BH ou ces derniers ont donnés un débit plus faible par rapport au débit avant perforation.
- ✓ Le skin provoqué par la perforation avec les charges Nova et Omega est trop faible par rapport à celui des charges Hyper jet et Clean pack.
- ✓ Le coût de la perforation par les charges Nova est plus élevé que celui d'Omega, mais Nova a pu récupérer le coût d'investissement plus vite que Omega.

Conclusion :

Dans notre étude on a montré la performance des différents types des perforations avec l'utilisation du logiciel SPAN.

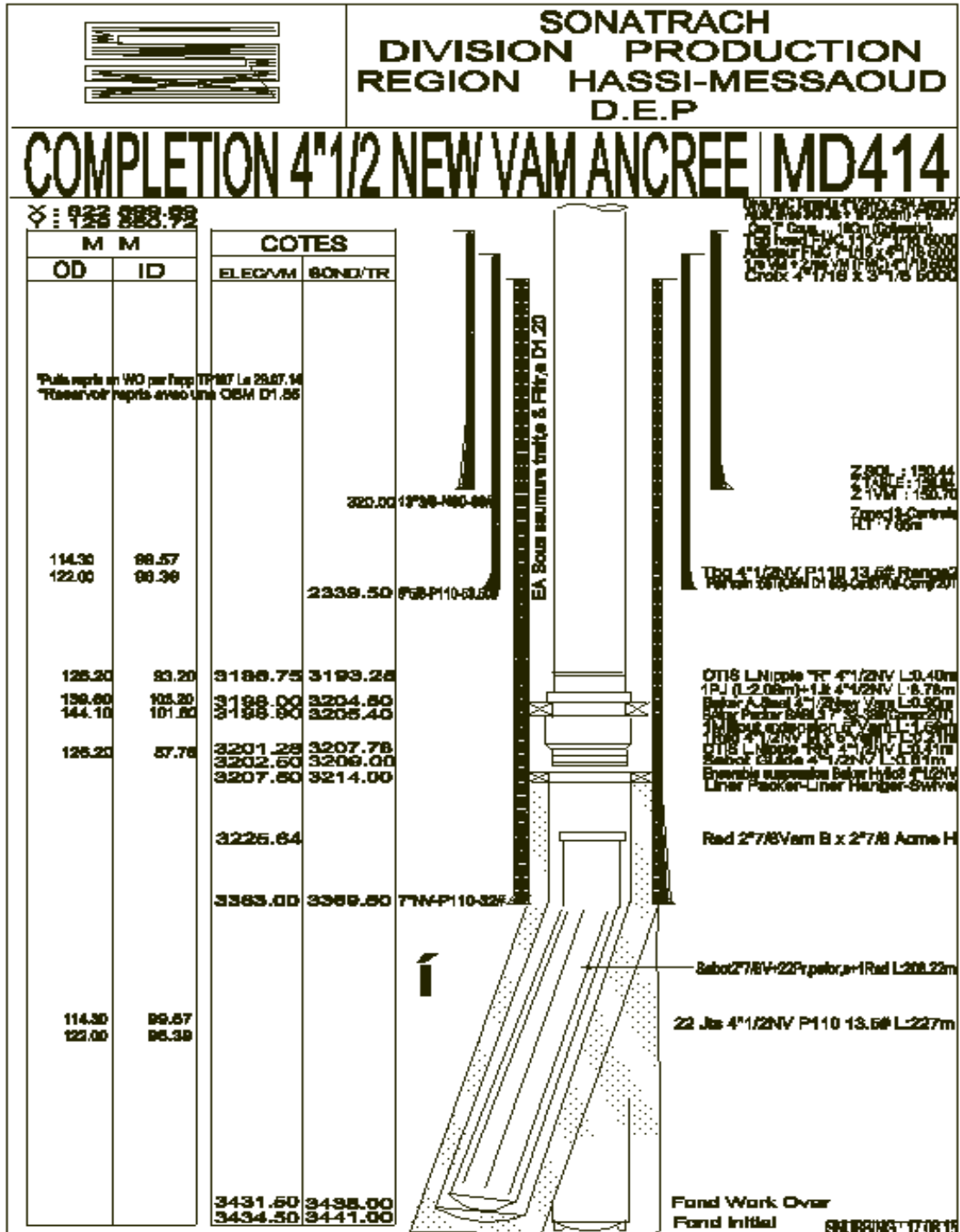
- ✓ La maîtrise des choix des techniques de perforation est nécessaire pour l'obtention des bons résultats techniques et économiques intéressants.
- ✓ Les résultats du design des différentes techniques de perforation sur le puits MD414 qui reprend aux conditions du puits et de réservoir et les contraintes de la roche est le système pure NOVA qui donne la meilleure performance avec un débit égale a 225 m³/j qui est presque égale au débit gaugé après perforations qui est de 10,55 m³/h (date).
- ✓ Le système BH est moins performant que la charge NOVA et OMEGA mais MEILLEUR que le HJ.
- ✓ Le skin provoqué par PJN et PJO est plus faible par rapport au BH et HJ.
- ✓ Les meilleures pénétrations sont obtenus par les charges NOVA et OMEGA contrairement aux perforations BH et HJ qui n'ont pas dépassés la zone endommagée.
- ✓ Avec les systèmes de perforation NOVA et OMEGA nous permet d'obtenir un débit proche du débit en trou ouvert sans endommagement grâce au bon nettoyage avec les pure charges.
- ✓ Le coût de la perforation par les charges Nova est plus élevé que celui d'Omega, mais Nova a pu récupérer le coût d'investissement plus vite que Omega.

Recommandation :


- ✓ L'utilisation du logiciel SPAN pour le design des perforations est recommandé afin d'éviter le mauvais choix de la technique de perforation vue que les résultats du design sont basés sur des expériences appliquées sous des conditions de fond.
- ✓ La perforation avec le système NOVA pure est recommandée d'après l'étude économique et pour ces meilleures performances en termes de bonne pénétration et de productivité avec un faible skin ou elle nous permet d'éliminer ou minimiser l'endommagement des perforations.

Annexe :

Fiche technique de la complétion de MD-414 :



Test PLT (Production Logging Tool):

	Job Information		MD414	
	Company: SONATRACH DP Field: HMD Well: MD414		Test: PLT Date: 22/02/2009 Survey: Survey # 1	
Survey date	22/02/2009	Interpretation date	18/03/2009	
Service company	HESP			
SURVEY	Survey # 1			
Surface rates		Gas	6015 m3/hr	
Oil	10.22 m3/hr	Water	0 m3/hr	
TOOLS				
String O.D.	1.6875 in	Capacitance	None	
Spinner blade O.D.	2.2 in			
Density	Nuclear tool			
INTERPRETATION	Interpretation # 1			
Density offset	0 g/cc			
Flow type	Liquid-Gas			
Flow model	Petalas and Aziz			
Vpcf mult.	1			
Vallp mult.	1			
Comments				
Emeraude v2.42.15		3/24/2009		Page 1/9



PVT

MD414

Company: SONATRACH DP
Field: HMD
Well: MD414

Test: PLT
Date: 22/02/2009
Survey: Survey # 1

FLUID TYPE Water - Oil+Gas

GAS

Specific gravity 0.7

N2 % 0

CO2 % 0

H2S % 0

Z Beggs and Brill

Mug Lee et al.

OIL

Gravity 45.375 °API

GOR 138.177 m3/m3

Pb Standing

Ra Standing

Bo Standing

co Vasquez and Beggs

Muo Beggs and Robinson

WATER

Salinity, ppm 2.5E+5

Rsw Katz

cw Dodson and Standing

Muw Van-Wingen+Frick

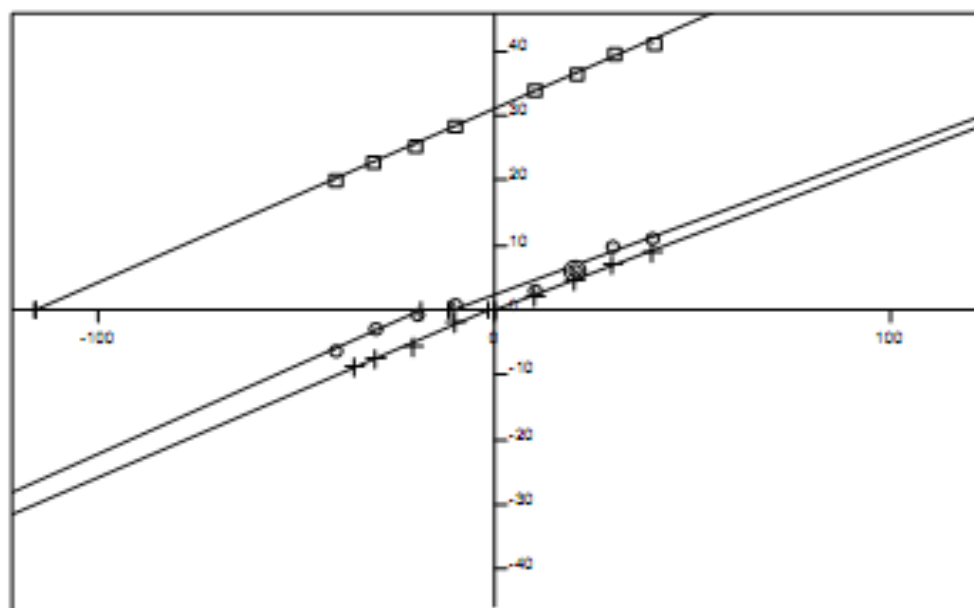


Calibration

MD414

Company: SONATRACH DP
Field: HMD
Well: MD414

Test: PLT
Date: 22/02/2009
Survey: Survey # 1



rps versus m/min

Thresh/Int 0.8715

	Calib. Zone m	Slope (+)	Slope (-)	Int (+) m/min	Int (-) m/min	Int. Diff. m/min
□	3377.1-3388.8	0.268	N/A	-116.01	N/A	0.00
○	3416.2-3417.0	0.226	0.273	-10.56	-18.55	7.99
+	3423.4-3424.0	0.232	0.264	0.26	-1.75	2.01



Zone Contributions; S.C.

MD414

Company: SONATRACH DP
Field: HMD
Well: MD414Test: PLT
Date: 22/02/2009
Survey: Survey # 1

Zones m	Water m3/hr	Oil m3/hr	Gas m3/hr
3390.0-3394.6	0.00	4.01	2343.83
3401.5-3405.1	0.00	3.11	2534.90
3406.1-3415.0	0.00	0.84	815.37
3417.5-3418.7	0.00	2.20	276.14
Total	0.00	10.17	5970.24



Zone Contributions; Res. Cond.

MD414

Company: SONATRACH DP
 Field: HMD
 Well: MD414

Test: PLT
 Date: 22/02/2009
 Survey: Survey # 1

Zones m	Qt res. m3/hr	Production %
3390.0-3394.6	19.07	39.27
3401.5-3405.1	19.96	41.11
3406.1-3415.0	6.35	13.07
3417.5-3418.7	3.18	6.55

Contributions by phase

Zones m	Qw res. m3/hr	Qo res. m3/hr	Qg res. m3/hr	■ W ■ O ■ G
3390.0-3394.6	0.00	5.77	13.30	
3401.5-3405.1	0.00	4.49	15.48	
3406.1-3415.0	0.00	1.21	5.13	
3417.5-3418.7	0.00	3.18	0.00	



Total Zone Rates; Res. Cond.

MD414

Company: SONATRACH DP
Field: HMD
Well: MD414

Test: PLT
Date: 22/02/2009
Survey: Survey # 1

Zone m	Corr. factor	Vm m/min	Q downhole m3/hr	Contribution %
3390.0-3394.6	0.90	103.804	48.54	39.27
3401.5-3405.1	0.89	64.743	29.48	41.11
3406.1-3415.0	0.87	19.295	9.52	13.07
3417.5-3418.7	0.85	6.464	3.18	6.55

Total rates by phase

Zone m	Qw res. m3/hr	Qw s.c. m3/hr	Qo res. m3/hr	Qo s.c. m3/hr	Qg res. m3/hr	Qg s.c. m3/hr
3390.0-3394.6	0.00	0.00	14.64	10.17	33.90	5970.24
3401.5-3405.1	0.00	0.00	8.87	6.16	20.60	3626.41
3406.1-3415.0	0.00	0.00	4.39	3.05	5.13	1091.51
3417.5-3418.7	0.00	0.00	3.18	2.20	0.00	276.14



Rates @ Calculation Zones: Detailed Results

MD414

Company: SONATRACH DP
Field: HMD
Well: MD414Test: PLT
Date: 22/02/2009
Survey: Survey # 1

#	From-To m	Cal in	Deviation °	Rt	T °C	P psia
1	3377.0-3389.6	3.9200	0.0000	0.0000	115.0000	2501.5000
2	3394.6-3401.5	3.8700	0.0000	0.0000	116.0000	2508.2000
3	3405.1-3406.1	4.0300	0.0000	0.0000	116.0000	2512.2000
4	3416.8-3417.4	4.0200	0.0000	0.0000	117.0000	2522.0000
5	3418.7-3423.6	4.0200	0.0000	0.0000	117.0000	2528.4000

#	Bw	Muw cp	Rhow g/cc	Bo	Muo cp	Rhoo g/cc	Bg	Mug cp	Rhog g/cc
1	1.0466	0.3749	1.1400	1.4397	0.2738	0.6300	0.0072	0.0185	0.1200
2	1.0469	0.3728	1.1400	1.4407	0.2727	0.6300	0.0072	0.0185	0.1200
3	1.0473	0.3703	1.1400	1.4411	0.2717	0.6300	0.0072	0.0185	0.1200
4	1.0479	0.3669	1.1400	1.4425	0.2700	0.6300	0.0072	0.0185	0.1200
5	1.0479	0.3665	1.1400	1.4435	0.2696	0.6300	0.0072	0.0185	0.1200

#	Correl.	Correl. W-O	Regime	Slip m/min	Slip W-O m/min
1	Petalas and Aziz	N/A	Elongated bubble	58.752	N/A
2	Petalas and Aziz	N/A	Elongated bubble	42.898	N/A
3	Petalas and Aziz	N/A	Elongated bubble	17.666	N/A
4	Petalas and Aziz	N/A	Single phase liquid	0.000	N/A
5	Petalas and Aziz	N/A	No flow	0.000	N/A

#	Yw	Yo	Yg	Vw m/min	Vo m/min	Vg m/min
1	0.0000	0.4400	0.5600	0.0000	71.0000	130.0000
2	0.0000	0.4700	0.5300	0.0000	41.8000	84.7000
3	0.0000	0.6600	0.3400	0.0000	13.4000	31.0000
4	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	6.4600	0.0000
5	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



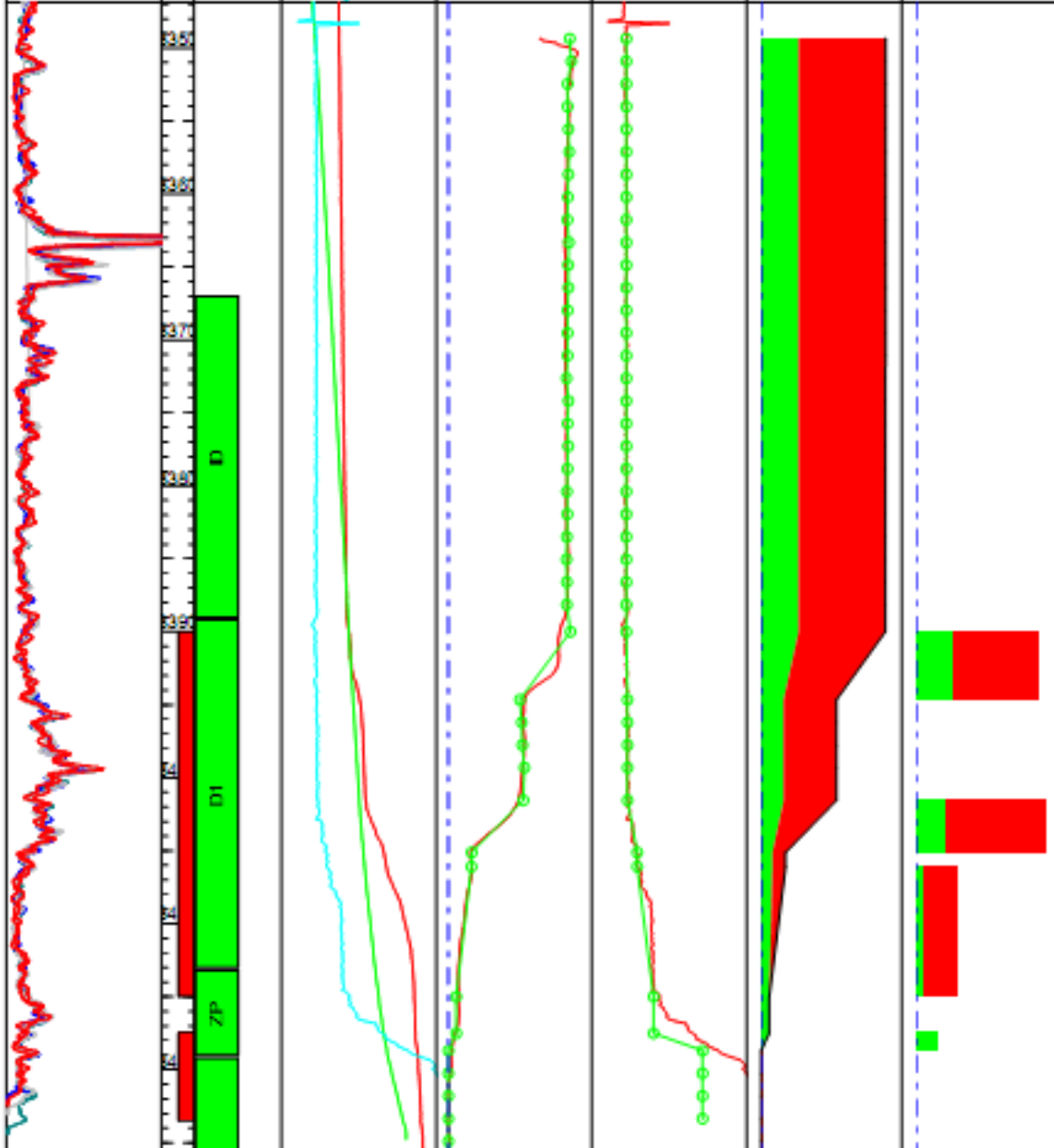
Production Profil

MD414

Company: SONATRACH DP
 Field: HMD
 Well: MD414

Test: PLT
 Date: 22/02/2009
 Survey: Survey # 1

Gamma Ray GR (GAPI)	Z (m)	Interpretation # 1	Velocity match	Density match	Rates QZT (m3/hr)	Rates QZI (m3/hr)
		TEMP S1,1	VAPP S1,1	DENR S1,1		
0	120	113 °C 118	+10 m/min 140	0 g/cc 1.8	-5	65
		OP S1,1	VAPPZ-> S1,1	DENRZ-> S1,1		
		2470 psia 2550	+10 m/min 140	0 g/cc 1.8		
		DENR S1,1				
		0 g/cc 1.8				



Conclusion :

L'interprétation quantitative du PLT du puits MD414, réalisé le 22/02/2009, montre les intervalles de production suivants :

De 3390m à 3394.6m :

Cet intervalle du sommet de D1 produit environ 39.5% huile et 39% gaz.

De 3401.5m à 3405m :

Le milieu du D1 produit 30.5% huile et 42.5% gaz.

De 3406m à 3415m :

Le bas du D1 produit 8% huile et 13.5gaz.

De 3417.5m à 3418.5m :

Le top de la série basale de perforation produit environ 21.5% huile et 4.5% gaz.

NB : Les pourcentages mentionnés sont calculés par rapport au débit total de chaque phase.



Perforations du Puits: **MD414:**

Date de Perforation	Societe de Service	But de l'Operation	Densite de Tir	Conditions du Puits	Intervalles de Perforation
11/12/2004	SPES	Poduction liner cimenté	6	En production	3423.5 3417.5 3415 3411 3411 3405 3404 3401 3394 3390
13/09/2014	SPES	PRODUCTION	6		3417 3420 3400 3404 3390 3395

Les operations effectuer dans MD-414:

Opérations effectuées Sur md414			
Date D é but	Date Fin	Opérations	Sous/opérations
11/03/2016	11/03/2016	WIRELINE	Grattage Controle
01/03/2016	01/03/2016	WIRELINE	Grattage Controle
28/01/2016	28/01/2016	WIRELINE	Grattage Controle
17/01/2016	17/01/2016	WIRELINE	Grattage Controle
24/12/2015	24/12/2015	WIRELINE	Grattage Controle
27/11/2015	27/11/2015	WIRELINE	Grattage Controle
02/11/2015	02/11/2015	WIRELINE	Grattage Controle
31/10/2015	31/10/2015	OPERATION_SPECIALE	Acide 2eme phase
30/10/2015	30/10/2015	OPERATION_SPECIALE	Acide 1er phase
08/10/2015	08/10/2015	WIRELINE	Grattage Controle
05/09/2015	05/09/2015	WIRELINE	Grattage Controle
23/08/2015	23/08/2015	OPERATION_SPECIALE	Tube clean
21/07/2015	21/07/2015	SNUBBING	-----
15/05/2015	15/05/2015	WIRELINE	Controle
09/04/2015	09/04/2015	WIRELINE	Grattage Controle
28/03/2015	28/03/2015	WIRELINE	Grattage Controle
26/02/2015	26/02/2015	WIRELINE	Grattage Controle
06/02/2015	06/02/2015	WIRELINE	Grattage Controle
18/01/2015	18/01/2015	OPERATION_SPECIALE	Clean out
12/01/2015	12/01/2015	WIRELINE	Grattage Controle
26/12/2014	26/12/2014	WIRELINE	Grattage Controle
19/12/2014	19/12/2014	WIRELINE	Grattage Controle
21/11/2014	21/11/2014	WIRELINE	Grattage Controle

31/10/2014	31/10/2014	WIRELINE	Grattage Controle
15/09/2014	15/09/2014	OPERATION SPECIALE	Kick off
04/09/2014	04/09/2014	WIRELINE	Controle
02/09/2014	02/09/2014	OPERATION SPECIALE	mise sous E/T
16/08/2014	16/08/2014	WIRELINE	Grattage Controle
14/08/2014	14/08/2014	OPERATION SPECIALE	Clean Out + Mise en production
29/07/2014	29/07/2014	WIRELINE	Instrumentation
15/04/2014	15/04/2014	DIAGRAPHIE	-----
08/03/2014	08/03/2014	DIAGRAPHIE	-----
04/03/2014	29/07/2014	WORKOVER	-----
28/01/2014	14/02/2014	SNUBBING	-----
01/01/2014	01/01/2014	WIRELINE	Grattage Controle
10/08/2013	10/08/2013	WIRELINE	Grattage Controle
19/07/2013	19/07/2013	WIRELINE	Grattage Controle
05/07/2013	05/07/2013	WIRELINE	Grattage Controle
09/06/2013	09/06/2013	WIRELINE	Grattage Controle
06/05/2013	06/05/2013	WIRELINE	Grattage Controle
09/04/2013	09/04/2013	WIRELINE	Grattage Controle
13/03/2013	13/03/2013	WIRELINE	Grattage Controle
22/02/2013	22/02/2013	WIRELINE	Grattage Controle
05/02/2013	05/02/2013	WIRELINE	Grattage Controle
06/01/2013	06/01/2013	WIRELINE	Grattage Controle
19/12/2012	19/12/2012	WIRELINE	Grattage Controle
12/11/2012	12/11/2012	WIRELINE	Grattage Controle
27/10/2012	27/10/2012	WIRELINE	Grattage Controle
13/10/2012	13/10/2012	WIRELINE	Grattage Controle
06/10/2012	06/10/2012	WIRELINE	Grattage Controle
28/09/2012	28/09/2012	OPERATION SPECIALE	Clean out
22/09/2012	22/09/2012	WIRELINE	Grattage Controle
12/08/2012	12/08/2012	WIRELINE	Grattage Controle
31/07/2012	31/07/2012	WIRELINE	Grattage Controle
23/06/2012	23/06/2012	WIRELINE	Grattage Controle
04/06/2012	04/06/2012	WIRELINE	Grattage Controle
02/06/2012	02/06/2012	OPERATION SPECIALE	ko
01/06/2012	01/06/2012	OPERATION SPECIALE	Kill well
19/05/2012	19/05/2012	WIRELINE	Grattage Controle
29/04/2012	29/04/2012	WIRELINE	Grattage Controle
25/03/2012	25/03/2012	WIRELINE	Grattage Controle
12/03/2012	12/03/2012	WIRELINE	Grattage Controle
03/03/2012	03/03/2012	WIRELINE	Grattage Controle
07/02/2012	07/02/2012	WIRELINE	Grattage Controle
30/01/2012	30/01/2012	WIRELINE	Grattage Controle
15/01/2012	15/01/2012	WIRELINE	Grattage Controle
28/12/2011	28/12/2011	WIRELINE	Grattage Controle
05/12/2011	05/12/2011	WIRELINE	Grattage Controle
10/10/2011	10/10/2011	WIRELINE	Grattage Controle
27/09/2011	27/09/2011	WIRELINE	Grattage Controle
14/09/2011	14/09/2011	WIRELINE	Grattage Controle
18/08/2011	18/08/2011	WIRELINE	Grattage Controle
13/08/2011	13/08/2011	WIRELINE	Grattage Controle
18/07/2011	18/07/2011	WIRELINE	Grattage Controle
14/07/2011	14/07/2011	WIRELINE	Controle
11/06/2011	11/06/2011	WIRELINE	Grattage Controle
22/05/2011	22/05/2011	WIRELINE	Grattage Controle
30/04/2011	30/04/2011	WIRELINE	Controle
19/03/2011	19/03/2011	WIRELINE	Controle
28/02/2011	28/02/2011	WIRELINE	Grattage Controle
11/02/2011	11/02/2011	WIRELINE	Grattage Controle
22/01/2011	22/01/2011	WIRELINE	Grattage Controle
01/01/2011	01/01/2011	WIRELINE	Grattage Controle

19/12/2010	19/12/2010	WIRELINE	Grattage Controle
14/12/2010	14/12/2010	WIRELINE	Grattage Controle
09/11/2010	09/11/2010	WIRELINE	Grattage Controle
28/10/2010	28/10/2010	WIRELINE	Grattage Controle
18/10/2010	18/10/2010	WIRELINE	Grattage Controle
26/09/2010	26/09/2010	WIRELINE	Controle
11/09/2010	11/09/2010	WIRELINE	Grattage Controle
26/08/2010	26/08/2010	WIRELINE	Grattage Controle
31/07/2010	31/07/2010	WIRELINE	Controle
18/07/2010	18/07/2010	WIRELINE	Grattage Controle
14/07/2010	14/07/2010	WIRELINE	Grattage Controle
18/06/2010	18/06/2010	WIRELINE	Controle
01/06/2010	01/06/2010	WIRELINE	Controle
24/05/2010	24/05/2010	WIRELINE	Grattage Controle
11/05/2010	11/05/2010	WIRELINE	Grattage Controle
16/04/2010	16/04/2010	WIRELINE	Controle
03/04/2010	03/04/2010	WIRELINE	Controle
13/03/2010	13/03/2010	WIRELINE	Grattage Controle
21/02/2010	21/02/2010	WIRELINE	Controle
31/01/2010	31/01/2010	WIRELINE	Grattage Controle
04/01/2010	04/01/2010	WIRELINE	Controle
18/12/2009	18/12/2009	WIRELINE	Controle
12/12/2009	12/12/2009	WIRELINE	Controle
20/11/2009	20/11/2009	WIRELINE	Grattage Controle
20/10/2009	20/10/2009	WIRELINE	Controle
04/10/2009	04/10/2009	WIRELINE	Grattage Controle
11/08/2009	11/08/2009	WIRELINE	Grattage Controle
27/06/2009	27/06/2009	WIRELINE	Grattage Controle
22/02/2009	22/02/2009	WIRELINE	Grattage Controle
22/02/2009	22/02/2009	DIAGRAPHIE	-----
14/02/2009	14/02/2009	WIRELINE	Grattage Controle
22/01/2009	22/01/2009	WIRELINE	Grattage Controle
04/12/2008	04/12/2008	WIRELINE	Mesure de pression LBU
30/11/2008	30/11/2008	WIRELINE	Mesure de pression SBU
21/11/2008	21/11/2008	WIRELINE	Grattage Controle
06/11/2008	06/11/2008	WIRELINE	Grattage Controle
18/10/2008	18/10/2008	WIRELINE	Grattage Controle
04/10/2008	04/10/2008	WIRELINE	Grattage Controle
09/09/2008	09/09/2008	WIRELINE	Grattage Controle
28/08/2008	28/08/2008	WIRELINE	Grattage Controle
12/07/2008	12/07/2008	WIRELINE	Grattage Controle
27/06/2008	27/06/2008	WIRELINE	Grattage Controle
14/06/2008	14/06/2008	WIRELINE	Grattage Controle
24/05/2008	24/05/2008	WIRELINE	Grattage Controle
10/05/2008	10/05/2008	WIRELINE	Grattage Controle
23/04/2008	23/04/2008	WIRELINE	Grattage Controle
12/04/2008	12/04/2008	WIRELINE	Grattage Controle
25/03/2008	25/03/2008	WIRELINE	Grattage Controle
09/03/2008	09/03/2008	WIRELINE	Grattage Controle
20/02/2008	20/02/2008	WIRELINE	Grattage Controle
08/02/2008	08/02/2008	WIRELINE	Grattage Controle
28/01/2008	28/01/2008	WIRELINE	Grattage Controle
11/01/2008	11/01/2008	WIRELINE	Grattage Controle
28/12/2007	28/12/2007	WIRELINE	Grattage Controle
18/12/2007	18/12/2007	WIRELINE	Grattage Controle
04/07/2007	04/07/2007	WIRELINE	Grattage Controle
19/05/2007	19/05/2007	WIRELINE	Grattage Controle
01/05/2007	01/05/2007	WIRELINE	Grattage Controle
06/04/2007	06/04/2007	WIRELINE	Grattage Controle
14/03/2007	14/03/2007	WIRELINE	Grattage Controle

12/02/2007	12/02/2007	WIRELINE	Grattage Controle
05/01/2007	05/01/2007	WIRELINE	Grattage Controle
05/11/2006	05/11/2006	WIRELINE	Grattage Controle
24/10/2006	24/10/2006	WIRELINE	Grattage Controle
12/10/2006	12/10/2006	WIRELINE	Grattage Controle
16/09/2006	16/09/2006	WIRELINE	Grattage Controle
03/09/2006	03/09/2006	WIRELINE	Grattage Controle
06/08/2006	06/08/2006	WIRELINE	Grattage Controle
22/07/2006	22/07/2006	WIRELINE	Grattage Controle
07/07/2006	07/07/2006	WIRELINE	Grattage Controle
20/06/2006	20/06/2006	WIRELINE	Grattage Controle
05/06/2006	05/06/2006	WIRELINE	Grattage Controle
09/05/2006	09/05/2006	WIRELINE	Grattage Controle
25/04/2006	25/04/2006	WIRELINE	Grattage Controle
14/04/2006	14/04/2006	WIRELINE	Grattage Controle
13/04/2006	13/04/2006	OPERATION SPECIALE	KICKOFF
12/04/2006	12/04/2006	OPERATION SPECIALE	MATRIX MUD ACID
11/04/2006	11/04/2006	OPERATION SPECIALE	TUBE CLEAN.
28/03/2006	28/03/2006	WIRELINE	Grattage Controle
10/03/2006	10/03/2006	WIRELINE	Grattage Controle
28/02/2006	28/02/2006	WIRELINE	Grattage Controle
15/02/2006	15/02/2006	OPERATION SPECIALE	DEMARRAGE
01/01/2006	01/01/2006	WIRELINE	Grattage Controle
26/11/2005	26/11/2005	WIRELINE	Grattage Controle
12/11/2005	12/11/2005	WIRELINE	Grattage Controle
11/11/2005	11/11/2005	OPERATION SPECIALE	KICK OFF
26/10/2005	26/10/2005	WIRELINE	Grattage Controle
17/10/2005	17/10/2005	WIRELINE	Mesure de pression SBU
14/10/2005	14/10/2005	WIRELINE	Mesure de pression SBU
13/10/2005	13/10/2005	WIRELINE	Grattage Controle
28/09/2005	28/09/2005	WIRELINE	Grattage Controle
24/09/2005	24/09/2005	OPERATION SPECIALE	KICK OFF
17/09/2005	17/09/2005	WIRELINE	Grattage Controle
21/08/2005	21/08/2005	OPERATION SPECIALE	KO
17/08/2005	17/08/2005	WIRELINE	Grattage Controle
03/08/2005	03/08/2005	WIRELINE	Grattage Controle
20/07/2005	20/07/2005	OPERATION SPECIALE	CLEAN OUT
16/07/2005	16/07/2005	WIRELINE	Grattage Controle
26/06/2005	26/06/2005	OPERATION SPECIALE	KO
24/06/2005	24/06/2005	OPERATION SPECIALE	KO
23/06/2005	23/06/2005	OPERATION SPECIALE	acid 2iem phase..
22/06/2005	22/06/2005	OPERATION SPECIALE	Acid 1er phase
11/06/2005	11/06/2005	WIRELINE	Grattage Controle
07/06/2005	07/06/2005	OPERATION SPECIALE	Kick off
29/05/2005	29/05/2005	WIRELINE	Grattage Controle
10/05/2005	10/05/2005	WIRELINE	Grattage Controle
23/04/2005	23/04/2005	WIRELINE	Grattage Controle
03/04/2005	03/04/2005	WIRELINE	Grattage Controle
20/12/2004	20/12/2004	DIAGRAPHIE	-----
02/12/2004	02/12/2004	OPERATION SPECIALE	CLEAN OUT
27/10/2004	27/10/2004	DIAGRAPHIE	-----
04/10/2004	04/10/2004	OPERATION SPECIALE	DEMARRAGE
02/10/2004	02/10/2004	OPERATION SPECIALE	DEMARRAGE
29/09/2004	29/09/2004	OPERATION SPECIALE	Post frac clean out.
27/09/2004	27/09/2004	DIAGRAPHIE	-----
01/07/2004	01/07/2004	DIAGRAPHIE	-----
16/06/2004	16/06/2004	WIRELINE	Controle
15/06/2004	16/06/2004	DIAGRAPHIE	-----
12/06/2004	12/06/2004	OPERATION SPECIALE	Kick off, DST.
09/06/2004	09/06/2004	DIAGRAPHIE	-----

04/05/2004	06/05/2004	DIAGRAPHIE	-----
01/05/2004	07/07/2004	WORKOVER	-----
28/08/2003	28/08/2003	OPERATION_SPECIALE	Neutralisation
26/03/2002	26/03/2002	OPERATION_SPECIALE	kickoff
08/09/2000	08/09/2000	OPERATION_SPECIALE	Kick off (CCE).
03/09/2000	03/09/2000	WIRELINE	Controle
01/09/2000	06/09/2000	SNUBBING	-----
06/01/2000	06/01/2000	WIRELINE	Mesure de pression SBU
02/01/2000	02/01/2000	WIRELINE	Controle
02/01/2000	02/01/2000	WIRELINE	Mesure de pression SBU
03/12/1997	03/12/1997	WIRELINE	Grattage Controle
29/11/1997	12/12/1997	SNUBBING	-----
18/11/1997	18/11/1997	WIRELINE	Controle
02/11/1997	02/11/1997	WIRELINE	Grattage Controle
05/10/1997	05/10/1997	WIRELINE	Grattage Controle
26/08/1997	26/08/1997	DIAGRAPHIE	-----
23/08/1997	23/08/1997	DIAGRAPHIE	-----
20/08/1997	20/08/1997	DIAGRAPHIE	-----
14/08/1997	14/08/1997	WIRELINE	Grattage Controle
13/08/1997	13/08/1997	WIRELINE	Repechage
12/08/1997	12/08/1997	WIRELINE	Repechage
11/08/1997	11/08/1997	WIRELINE	Repechage
10/08/1997	10/08/1997	WIRELINE	Repechage
05/08/1997	05/08/1997	WIRELINE	Repechage
03/08/1997	03/08/1997	WIRELINE	Controle
30/07/1997	30/07/1997	WIRELINE	Controle
28/07/1997	30/07/1997	SNUBBING	-----
14/06/1996	14/06/1996	WIRELINE	Controle
12/06/1996	16/06/1996	SNUBBING	-----
10/08/1991	24/08/1991	COMPLETION	-----
13/05/1987	24/05/1987	COMPLETION	-----

BIBLIOGRAPHIE

IMPORTANCE OF PERFORATION PROCESS AND ITS TECHNIQUES by
Jawad Farid Dalhousie University Halifax Faculty of Engineering Petroleum
Engineering Program, Nova Scotia February, 2012.

Mémoire Analyse nodale réaliser par : *BERRETIMA Nasreddine et DJEFAFLA Ayoub*, M'Hamed Bougara de Boumerdes Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Documentations Du groupement SONATRACH-DP.

Documentations de la société SCHLUMBERGER.

L'Apport Deep Pénétration Perforation sur la Production et l'Injectivité du puits
,Par :S.Boudif DP/HMD/EP.