

Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des hydrocarbures énergies renouvelables et science de la terre et de l'univers

Département de production des hydrocarbures

MEMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Option : Production professionnelle

Présenté Par :

LAIB Sara, BABAHENINI Zoubida

-THEME-

**La création d'un modèle intégré puits-réseau-EPF
pour l'optimisation de la production du champs
HDZ (Hassi Dzabat)**

Soutenu le : 24 / 06 / 2018 devant la commission d'examen

Jury :

Président :	BRAHMIA Nabil	M. C. A	UKMO
Rapporteur :	SID ROUHOU Hadj Mohammed	M. A. A	UKMO
Examineurs :	KHLIFA Cherif	M. A. A	UKMO

Remerciements

La fameuse page des remerciements. On y pense beaucoup pendant la rédaction, mais il y a beaucoup de travail avant d'y arriver. C'est enfin le moment d'exprimer notre gratitude envers toutes celles et tous ceux qui ont contribué à ce travail. Nous exprimons notre profonde gratitude à : Notre **ALLAH** tout puissant qui nous a donné le courage d'effectuer ce modeste travail et nous a éclairé dans le chemin du savoir.

Nous exprimons notre profonde gratitude envers notre directeur de recherche Mr. **SID ROUHOU** Hadj Mohammed pour la qualité de sa supervision, ces nombreux conseils et sa bienveillante disponibilité.

On tient à remercier sincèrement notre Co-encadreur ma dame **ZAIDI Meryem** Ingénieur en Sonatrach DP IRARA qui nous a apportée une aide précieuse et des conseils bénéfiques qui nous ont guidés dans ce modeste travail.

Nous exprimons également nos sincères remerciements à Messieurs les membres de jury président Mr **BRAHMIA** Nabil, Examineur Mr **KHELIFA** Cherif.

Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble des enseignants du département de « production des hydrocarbures » qui ont contribué à notre formation.

Sans oublier l'équipe **EP-HASSI MESSAOUD** spécialement Mr **OUALAH** Aziz, Mr **ZOUAOUI** Rachid et **LAAROUSSI** Soumya.

Nombreux sont les personnes dont nous n'avons pas pu citer les noms et que nous remercions vivement.

Zoubida Sara

Dédicace

Je dédie ce modeste travail 

 A ma très chère mère

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi .

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse DIEU, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

 A mon très cher père

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel mon source de joie et bonheur, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes innombrable sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation, que DIEU te garde, t'accorder santé et longue vie.

 A mes très chers frères A. El Hamid, A. El Razak
et adorables sœurs Fatma Zohra, Soundesse, Dalal

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous, mes anges gardiens et mes fidèles accompagnants dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse, Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

 A mes très chers grands père et grades mère
Qu'ALLAH les gardes.

 A mes chers oncles, mes chères tantes, cousins et cousines
Que DIEU les protèges .

 A toute la famille de **BABAHENINI** et **BENHASSINE**

 A ma chère binôme **Sara**

Je suis très chanceuse de te connaître et de travailler avec toi, je te souhaite une vie plein de joie .

 A tous mes amis

Je vous souhaite tout ce qui est bon



Zoubida ...

Dédicace

A l'aide de *DIEU*, le tout puissant, je dédie ce fruit de travail.....✍

✿ *A ma chère mère*

Qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite. Du moment que tu es là maman je n'ai besoin de rien, ta présence seule me suffit, et ton sourire seule me comble. Je ne sais ce qui serais ma vie sans toi, t'avoir à mes côtés vaut pour moi tous l'or du monde, et toute les joies de cette vie.

Que *DIEU* te protège et te garde pour moi.

✿ *A mon cher père*

À toi, mon père, l'homme au cœur tendre, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. Puisse *DIEU*, le tout puissant, vous protéger et vous accorder santé.

✿ *A mes frères Aymen, Ayobe, Hossam et Saif Addin.*

✿ *A mes sœurs Oman et Hour lhouda et leurs filles*

Pour leur grand amour. Je vous souhaite une vie plein de bonheur et de succès.

✿ *A mes très chers grand père et grades mère.*

Que *DIEU* vous protège et vous accorder longue vie.

✿ *A mon chère binôme Zoubida*

Qui m'a supporter durant ces cinq dernières années et qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin. Que *DIEU* la garde pour moi.

A tous mes amis et tous mes enseignants depuis primaire jusqu'à mon cursus universitaire.

Sara...

ملخص:

إن إنتاج الحقل البترولي لا يتعلق بمكمنه الطبيعي فقط وانما ايضا بأداء النظام المستخدم لاستغلاله. فيما يخص عينة هذه الدراسة حقل حاسي زعباط و بالرغم من الكمية الكبيرة لاحتياطي خزان الحقل المقدرة بـ 56 مليون متر مكعب إلا أنه تم انتاج نسبة 1% فقط من المخزون الاجمالي, و ذلك لعدة مشاكل خاصة بالاستغلال. تناقش هذه الدراسة طريقة محاكاة باستخدام برنامج بايبسيم لرصد و مراقبة شبكة الوصل السطحية لحقل حاسي زعباط التي تشهد العديد من المشاكل من ابرزها ضياع الضغط الذي يجب استدرাকে. ولهذا تم اقتراح نموذج لشبكة الوصل السطحية التي تستجيب لأداء الآبار المتواجدة التي اعطت زيادة في الانتاج تقدر بـ 53%.

الكلمات المفتاحية: نمذجة ، تحسين ، شبكة الوصل السطحية ، ضياع الضغط ، وحدة تسهيلات الإنتاج الأولية ، تدفق ،

برنامج بايبسيم.

Résumé:

La production d'un gisement d'hydrocarbure n'est pas liée seulement à son potentiel naturel mais aussi aux performances du système mis en place pour l'exploiter. Concernant cette cas d'étude (HDZ) malgré sa grande quantité des réserves en place et qui actuellement équivalente à (56 Mm³) mais jusqu'à maintenant les puits de ce champ donne just un pourcent (1%) de la production attendu à cause de certains problèmes d'exploitation. Cette étude discute une méthode de simulation à l'aide de PIPESIM pour surveiller et contrôler le réseau de collecte de HDZ qui connaît plusieurs problèmes dont le plus important est l'augmentation des pertes de charge qui doivent être réparés. Donc, il a été suggéré un modèle de réseau de collecte qui répond à la performance des puits et qui comporte une installation d'un EPF, ce dernier donne un gain de production égale à 53%.

Mots clés: modélisation, optimisation, réseau de collecte, perte de charge, EPF, débit, PIPESIM.

Abstract:

The production of hydrocarbon oil filed is not only related to the natural potential of the deposit but also to the performance of the system we put in place to exploit. Regarding this study (HDZ) despite its large quantity of reserves that is there in place and which currently equivalent to (56 Mm³) but the wells of this field give just one percent (1%) of production because of some operating problems. This study discusses a simulation method using PIPESIM to supervise and control the HDZ collection network that is facing several pressure drop problems that need to be fixed. So, it has been suggested a collection network model that responds to the performance of wells which includes an installation of an EPF which gives a gain of 53%.

Key words: modeling, optimization, collection network, facing several pressures, EPF, flow, PIPESIM.

Table des matières :

Remerciements	I
Dédicace	II
Résumé	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Liste des algorithmes	VI
Abréviations	VII
Notions et Symboles	VIII
Introduction générale	1
Chapitre I : Aperçu sur la région d'étude HDZ	
I.1 Introduction	3
I.2 Localisation géographique	
I.3 Caractéristique pétrophysique de la roche et les propriétés du fluide	4
I.4 Succession lithostratigraphique	
I.5 Historique des travaux	5
I.6 Le réseau de collecte sud du champ Hassi Messoude	6
Chapitre II : Modélisation et optimisation des puits	
II.1 Introduction	8
II.2 Modélisation et optimisation des puits par PIPESIM	
II.2.1 Etude d'IPR	
II.2.1.1 Le model de réservoir	
II.2.2 Etude de VLP	11
II.2.2.1 Le choix de la corrélation de l'écoulement verticale	
II.2.3 Exemple du calcul	13
II.2.3.1 Choix de la corrélation	14
II.2.3.2 L'analyse nodale	
II.2.3.3 Actualisation du modèle	15
II.2.3.4 Application de l'analyse nodale avec les paramètres de sensibilité	16
II.3 Conclusion	21

Chapitre III : Modélisation et optimisation de réseau de collecte actuel et proposé

III.1 Introduction	22
III.2 Modélisation du système de production (puits-réseau) avec les contraintes actuelles	
III.2.2 Structure actuelle de réseau de collecte	24
III.2.3 Les résultats obtenus	25
III.2.3.1 Les paramètres simulés	
III.2.3.2 Régime d'écoulement à travers la duse	
III.2.3.3 L'analyse de la vitesse du fluide	27
III.2.3.4 Les pertes de charge dans les pipes	28
III.3 Conception du réseau de collecte proposée	
III.3.1 Le choix de longueur et diamètre convenable des pipes	29
III.3.2 Sensibilité sur la pression de séparation	32
III.3.3 Le désigne de la pompe	33
III.4 Conclusion	36

Chapitre IV : Etude techno-économique

IV.1 Introduction	36
IV.2 Le coût des équipements de surface	
IV.3 Etude de sensibilité sur le revenu et le gain aux prix du brut	37
IV.4 Conclusion	38
Conclusion	39
Recommandations	40
Références bibliographiques	41

Liste des figures

Figure	Page
Figure I.1: Carte de localisation du champ Hassi Dzabat	3
Figure I.2 : L'état actuel des puits (avril 2018)	6
Figure II.1: Les corrélations de l'écoulement vertical de puits HDZ2	14
Figure II.2: IPR et VLP de puits HDZ2	15
Figure II.3: Point de fonctionnement de puits HDZ2	15
Figure II.4: Sensibilité sur GOR puits HDZ2	17
Figure II.5: Sensibilité de GOR sur le débit du puits HDZ2	17
Figure II.6: Sensibilité sur le diamètre de la duse puits HDZ2	18
Figure II.7: Sensibilité de diamètre de la duse sur le débit de puits HDZ2	18
Figure II.8: Sensibilité sur la pression de tête puits HDZ2	19
Figure II.9: Sensibilité de la pression de tête sur le débit de puits HDZ2	19
Figure II.10: Sensibilité sur la pression de gisement puits HDZ2	20
Figure II.11: Sensibilité de la pression de gisement sur le débit du puits HDZ2	20
Figure III.1: La construction actuelle du réseau de collecte sur le PIPESIM	24
Figure III.2 : Les types des régimes d'écoulement à travers la duse	26
Figure III.3: Les pertes de charge dans les pipes	28
Figure III.4: La construction du réseau de collecte proposé sur le PIPESIM	29
Figure III.5: Installation proposée de réseau de collecte sur le champ HDZ	31
Figure III.6 : Variation de débit cumul en fonction de la pression de séparation	32
Figure IV.1: Résultats de sensibilité sur le revenu et le gain au prix de brut	38

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau II.1: Les données des essais des puits	10
Tableau II.2: Les données des essais	10
Tableau II.3: Les données PVT	11
Tableau II.4: Point de fonctionnement HDZ2	16
Tableau III.1: Les données de réseau de collecte	22
Tableau III.2: Les données de production	22
Tableau III.3: Les paramètres simulé par PIPESIM	25
Tableau III.4: Régime d'écoulement à travers la duse	26
Tableau III.5: La vitesse du fluide dans chaque pipe	27
Tableau III.6: La vitesse moyenne du fluide pour différents diamètres de pipe	30
Tableau III.7: Résultats des sensibilités sur la pression de séparation simulée par le PIPESIM pour les puits fermés à cause de faible pression de tête	32
Tableau IV.1: Le coût des pipes	36
Tableau IV.2: Le coût des équipements en location	37
Tableau IV.3: Etude de sensibilité sur le revenu et le gain aux prix de brut	37

Liste des algorithmes

Algorithme	Page
Algorithme II.1 : l'architecture d'un modèle puits	12
Algorithme III.1 : L'architecture d'un modèle puits-réseau	22

Liste des abréviations

[AOF]:	Absolute Open Flow.	
[API]:	American Petroleum Institute.	
[bbl]:	Baril.	
[Bo]:	Oil Bulk.	m^3/m^3
[BP]:	Basse Pression.	
[CIS]:	Centre Industriel Sud.	
[DA]:	Dinar Algérien.	
[Dh]:	Différence de la hauteur.	
[DP]:	Différence de la pression.	
[EPF]:	Early Production Facility.	
[HDZ]:	Hassi Dzabat.	
[HP]:	Haute Pression.	
[IP]:	Indice de Productivité.	$m^3 cm^2 kg^{-1} d^{-1}$
[IPR]:	Inflow Performance Relationship.	
[GOR]:	Gas Oil Ratio.	sm^3/sm^3
[LDBP]:	Ligne Directe Basse Pression.	
[LDHP]:	Ligne Directe Haute Pression.	
[MFD]:	Manifold.	
[NPSH] :	Net Positive Suction Head.	
[P _{asp}]:	Pression d'aspiration.	atm
[P _b]:	Pression de bulle.	atm
[PFD]:	Pression du Fond Dynamique.	atm
[P _g]:	Pression de gisement.	atm
[PIPESIM]:	Pipeline Simulator.	
[P _{pc}]:	Pression de pipe calculée.	atm
[P _{pm}]:	Pression de pipe mesurée.	atm
[P _{réf}]:	Pression de refoulement.	atm
[P _{sép}]:	Pression de séparation.	atm
[P _t]:	Pression de tête.	atm
[P _{ui}]:	Puissance.	
[PVT]:	Pression, Volume, Température.	
[Q _{cumul}]:	Débit cumul.	m^3/h

[Q _o]:	Débit d'huile.	m ³ /h
[Q _{o max}]:	Débit maximum d'huile.	m ³ /h
[Q _w]:	Débit d'eau.	m ³ /h
[R _s]:	Rapport de dissolution.	sm ³ /sm ³
[\$]:	Dollar.	
[UTBS]:	Unité de Traitement de Brut Sud.	
[VLP]:	Vertical Lift Performance.	
[VMF]:	La vitesse moyenne du fluide.	m/s
[W _{cut}]:	Water cut.	

*INTRODUCTION
GÉNÉRALE*

INTRODUCTION GENERALE

Introduction :

Les compagnes pétrolières se trouvent généralement confrontées aux problèmes de maintien de production.

Après les grands progrès technologiques, plusieurs actions visant à augmenter la récupération et le taux de la production, parmi lesquelles la récupération artificielle (gaz lift, injection de CO₂...), la simulation et l'optimisation, Cette dernière permet d'améliorer la productivité des puits et de réduire les pertes de charge dans les différentes installations soit du fond (tubing) ou bien de la surface (le réseau de collecte). [1]

L'optimisation du système de production d'un gisement d'hydrocarbure est basée sur une approche connue dans l'industrie pétrolière sous le nom de l'analyse nodale. Cette technique d'optimisation peut être employée pour analyser des problèmes de production et pour améliorer la performance du puits avec minimum de perte de charge. [2]

Parmi les périphéries d'exploitation du champ Hassi Messaoud, on distingue le gisement d'huile Hassi Dzabat, il a été découvert en 2000 avec le forage de puits HDZ2.

La quantité des réserves en place des Quartzites de Hamra de ce gisement est de 56 million m³, mais jusqu'à maintenant on a produit just 1% de cette quantité à cause du nombre élevé des puits forés et fermés dans cette zone (67% puits fermés), qui n'ont été pas mis en production du fait de leur faible pression de tête ou autres problèmes lies au réseau de collecte.

Parmi les problèmes d'exploitation les plus rencontrés dans le champ de Hassi Dzabat les pertes de charge dans le réseau de collecte actuel qui sont dues essentiellement aux deux facteurs principaux :

- Le freinage causé par des puits bon producteur (HDZ2, HDZ13, HDZ14 et HDZ17) sur des puits à faible débit (HDZ9, HDZ10, HDZ11 et HDZ15).
- Le diamètre inconvenable de quelques pipes comme le cas des puits (HDZ17, HDZ2 et HDZS1). [3]

INTRODUCTION GENERALE

Objectifs de l'étude :

Nos objectifs dans cette étude sont :

- Maximiser le débit de production par la création d'un modèle de réseau de collecte qui répond aux performances du puits (éliminer les jonctions et les remplacer par des manifolds et de changer les diamètres inconvenables des pipes).
- Faire une étude comparative avant et après de l'installation de l'EPF pour montrer les changements apportés.

La méthodologie de l'étude :

Cette étude a été faite à l'aide des logiciels PIPESIM et Excel.

Pour aboutir aux objectifs cités auparavant ce mémoire a été réparti comme suit :

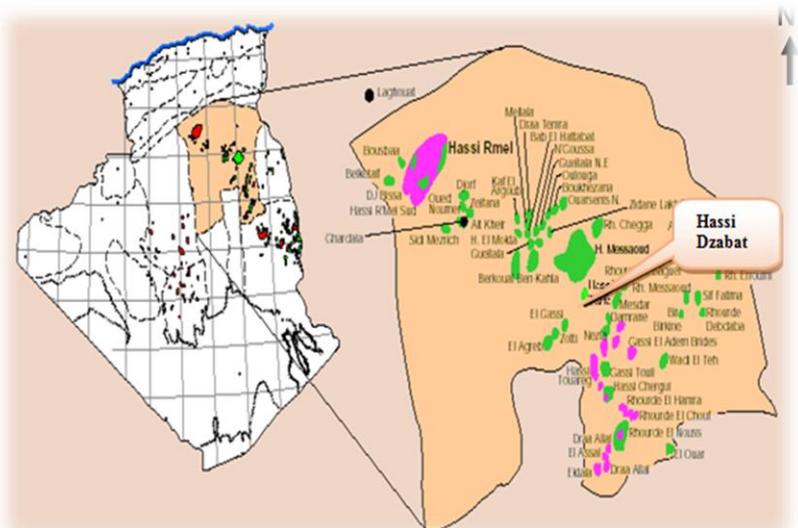
- ✓ Une introduction générale consiste à donner une vue générale sur notre travail.
- ✓ Le premier chapitre s'occupe une aperçue sur la région d'étude HDZ et son réseau de collecte.
- ✓ Le deuxième chapitre est la modélisation et l'optimisation des puits avec différents sensibilités permettant l'évaluation de la production du réservoir vers la surface.
- ✓ Le troisième chapitre intitulé la modélisation et l'optimisation de réseau de collecte actuelle et proposé, elle a été consacrée à la description de l'architecture de réseau de collecte actuelle ainsi que développement de la méthode de sa modélisation.
- ✓ Le quatrième chapitre comporte une étude techno-économique pour estimer le coût et le gain de l'installation proposée.
- ✓ Enfin une conclusion et des recommandations où nous établirons une synthèse des résultats obtenus lors de cette étude.

Problématique :

- Quelle est l'installation de surface la plus performante sur ce champ pour assurer l'ouverture des puits fermés à cause de leur faible pression de tête ?
- Quelles sont les spécifications de différents équipements à mettre en place pour garantir un écoulement de l'effluent avec moins des pertes de charge pour le but d'augmenter la production ?

CHAPITRE I :

Aperçu sur la région d'étude HDZ



CHAPITRE I : APERÇU SUR LA REGION D'ETUDE HDZ

I.1 Introduction :

De par sa complexité structurale, le bassin d'Amguid Messaoud offre la possibilité de développer des pièges structuraux complexes. La découverte des gisements ordoviciens dans la zone de Hassi Dzabat, située à la périphérie sud du champ de Hassi Messaoud a relancé l'effort exploratoire.

Le principal réservoir de la zone représentée par la formation des Quartzites de Hamra d'une épaisseur d'environ de 115 m, cette formation trouve ses qualités sensiblement améliorées par la contribution des fissures.

I.2 Localisation géographique : [4]

Le champ de Hassi Dzabat est un champ périphérique de Hassi Messaoud (70 Km au sud de Hassi Messaoud), il correspond à une structure satellite qui s'étend vers le sud, se trouvant dans les blocs 427- 439 et occupants globalement la partie de transition du permis de Hassi Tarfa et le champ de Hassi Messaoud.

Les coordonnées géographiques :

- Latitude : 29° 25' 30" . 26593 N.
- Longitude: 08° 41' 31" .18771 E.

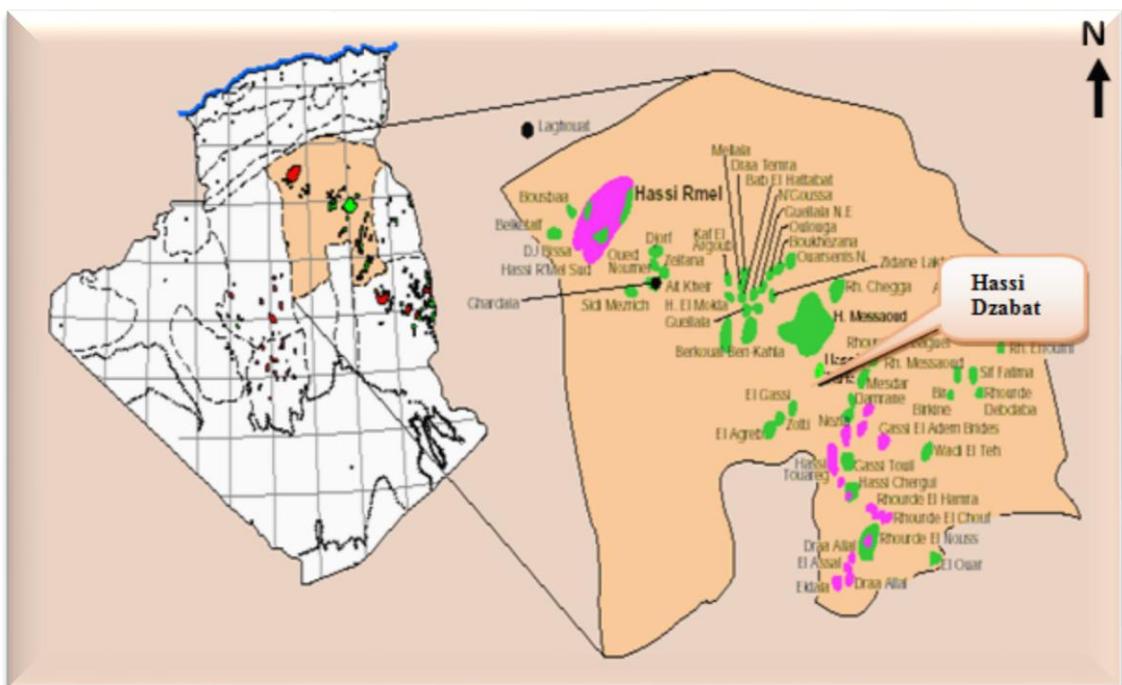


Figure I.1: Carte de localisation géographique du champ Hassi Dzabat. [5]

I.3 Caractéristiques pétrophysiques de la roche et les propriétés du fluide: [3]

- Type d'huile: légère.
- Densité moyenne d'huile: $d_o = 0,8$ (API = 45).
- La viscosité : $\mu = 0,2$ Cp.
- La température de gisement : $T_{\text{réservoir}} = 120$ °c.
- La pression au point de bulle: $P_{\text{bulle}} = 150$ barg.
- La porosité est faible: $\Phi = 5$ à 8%
- La perméabilité est variable: $K = 0.1$ à 1 md.
- La hauteur totale: $H_{\text{max}} = 115$ m.

I.4 Succession lithostratigraphique:

I.4.1 Dépôts Cénozoïques:

- Mio-pliocene
- Eocène : (entre 42 et 162m) il est formé essentiellement par calcaire blanc crayeux, avec inclusions de silex, passés de dolomie blanche et fines passées d'argile grise. [5]

I.4.2 Dépôts Mésozoïques :

Durant la phase de forage du Mésozoïque, un long d'avancement sera établi. Les profondeurs de différents étages seront confirmés par l'examen des cutting, plus particulièrement à l'approche des côtes de tubages 9.6" et 7". Le prélèvement de déblais se fera tous les mètres à partir du Lias argileux (G10). La possibilité de la présence d'une vallée d'érosion à roches andésitiques est envisageable, l'épaisseur des roches volcaniques peu varier de 0 à 40 m. [4]

I.4.3 Dépôts Paléozoïques :

Les séries du paléozoïque sont déposées en dessous de la discordance hercynienne, elles vont du cambrien à l'ordovicien et sont gréseuses principalement.

Quand aux allants de silurien au premier, elles sont absentes. On distingue:

ORDOVICIEN: on distingue de la base au sommet quatre unités lithologique

- Grés d'Ouargla : (entre 37 et 66m), on trouve une alternance de grés gris clair, très fins silico-argileux, de siltstone argileux et d'argiles grises foncée silteuse indurées.
- Quartzites de Hamra : (entre 100 et 111), il est composé de grés gris-clairs à gris-blanc fin à moyen, silico-quartzitiques à quartzitiques passant à quartzit blans compact, dur. Passé d'argile-noir indurée silteuse.
- Grés d'El-Atchane : (entre 13 et 18m), Grés gris- blanc, fin à moyen silico-quartzitiques localement glauconieux, intercalée d'argile grise indurée, silteuse.

- Argiles d'El-Gassi : (entre 25 et 108m), Il est composé d'argile gris-foncé, induré, silteuse, micacée. [5]

(voir l'annexe H : fiche stratigraphique technique).

I.5 Historique des travaux: [3]

Les forages HDZ ont été implantés suite aux interprétations sismiques de la campagne 93HZ qui a mis en évidence des positions structurales favorables; l'objectif pétrolier qui est les Quartzites de Hamra et le Cambrien furent atteint.

- Le premier puits HDZ1, a été foré en 1970, mais il n'a pas produit depuis son premier jour d'exploitation.
- Le développement de la zone est consacré par le forage du puits HDZ2 en 2000, les Quartzites de Hamra ont produit depuis 01/12/2001 jusqu'au 01/04/2018 un cumul d'huile de 261305.33m³ à partir du puits HDZ2.
- Depuis l'année 2002 jusqu'au 2008, Cinq puits ont été forés (HDZ3, HDZ5, HDZ4 et HDZ6 sont des puits fermés à cause de leur faible pression tête, HDZ7 est abandonné sous l'effet de son inondation total par l'eau).
- Durant les années 2010 - 2012, le forage du puits HDZS1 en 08/07/2010; est un puits d'exploration converti en puits producteur en 2017 grâce à leur excellent débit mais pour le moment fermé (en cours de l'installation), le puits HDZ13 est puits ouvert et le puits HDZ8 est un puits sec, les puits HDZ9, HDZ10 et HDZ11 sont fermés à cause de leur faible pression de tête, HDZ12 puits fermé (pas de DST).
- Durant les années 2012 jusqu'au 2014, trois puits ont été forés HDZ14 et HDZ17 sont des puits producteurs d'huile avec un bon débit, HDZ15 est un puits fermé.
- Depuis l'année 2016, quatre puits ont été forés HDZ18, HDZ19, HDZS2 et HGI3.

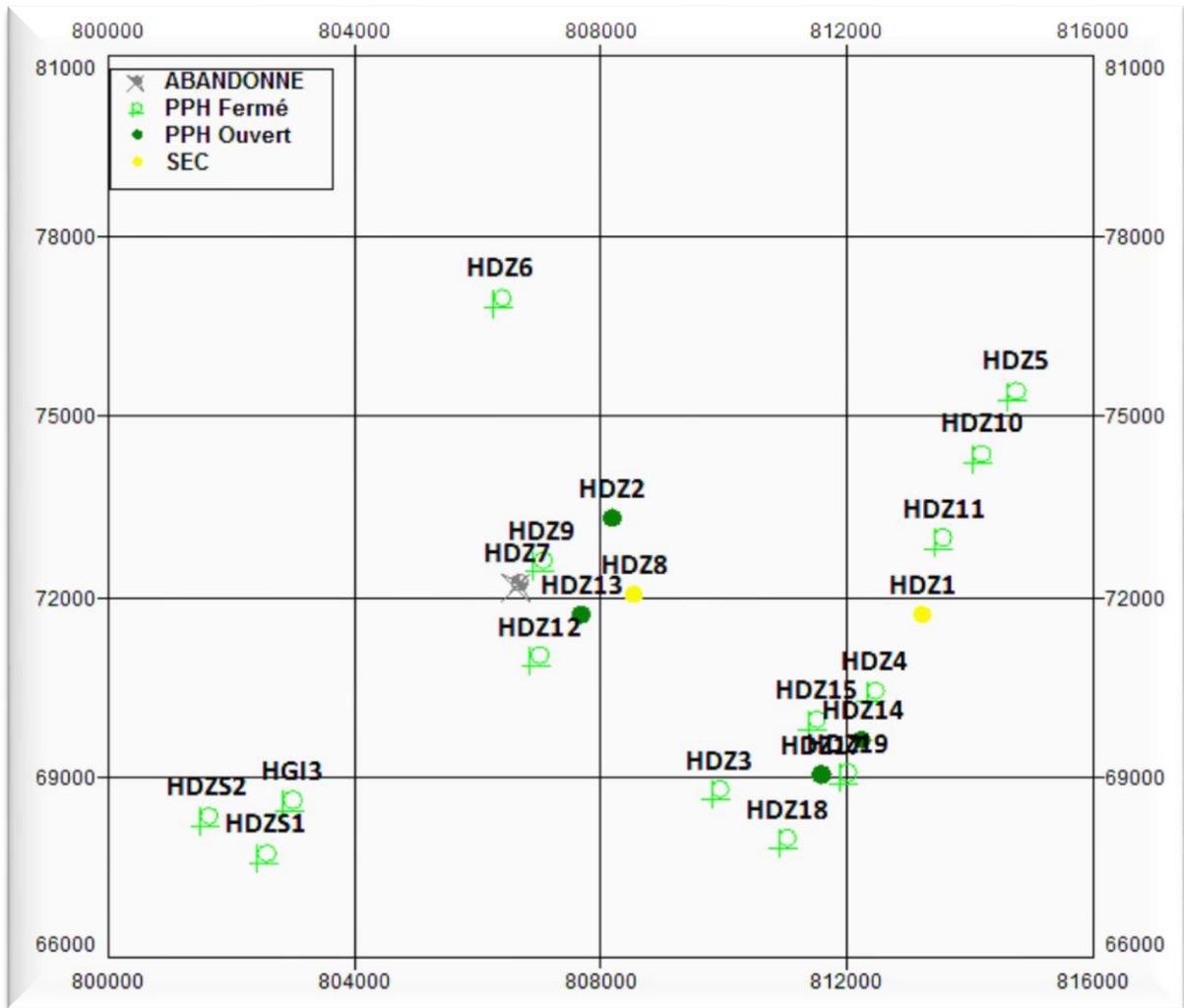


Figure I.2 : Carte d'état actuel des puits (avril 2018). [3]

I.6 Le réseau de collecte sud du champ Hassi Messaoud :

Il comporte un système de collecte composé d'environ 1300 km de pipelines, 34 manifolds, 6 stations satellites et un centre de traitement destinés au transport, à la séparation et au traitement de la production de plus de 380 puits. Une grande partie de la production de ces puits est séparées dans les six stations satellites avant une deuxième séparation et un traitement final au niveau du Centre Industriel Sud (CIS). Toutes les stations satellites contiennent chacune un manifold, deux séparateurs ou plus, une pompier composée de plus de deux pompes d'expédition d'huile et une station de compression du gaz. L'huile séparée dans ces stations est pompée et le gaz et comprimé pour être envoyés vers CIS. Au niveau du CIS, l'huile venant des stations satellites est séparée dans le système de 2^{ème} étage, où les séparateurs fonctionnent à une pression de 4,5 bars. La production des puits non séparée dans les stations satellites est envoyée directement vers les séparateur HP et BP au niveau de CIS. Ces systèmes de séparation sont

CHAPITRE I : APERÇU SUR LA REGION D'ETUDE HDZ

appelés LDHP, pour les puits connectés sur le système de séparation de 28 bars, et LDBP pour les puits connectés sur le système de séparation de 11 bars. [6]

Dernièrement Sonatrach a décidé de réaliser une nouvelle unité de traitement de brut dénommée UTBS (Unité de Traitement de Brut Sud) est destinée à recevoir et traiter l'huile non stabilisée provenant de six champs satellites et d'expédier l'huile stabilisée vers le centre de stockage situé à Haoud El Hamra. [3]

CHAPITRE II :

Modélisation et optimisation des puits



PIPESIM

PIPESIM® multiphase flow simulator
Build 12.04.141031

Proprietary Notice: This application contains the confidential and proprietary trade secrets of Schlumberger and may not be copied or stored in an information retrieval system, transferred, used, distributed, translated, or retransmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, in whole or in part, without the express written permission of the copyright owner.

Mark of Schlumberger Copyright © 2019 Schlumberger. All rights reserved.

Schlumberger

II.1 Introduction :

Le but de cette optimisation est de maximiser le débit de production qui est limité par des différentes contraintes.

Avant l'optimisation, il faut construire le model de notre système de production en utilisant le PIPESIM qui est capable de gérer ces contraintes.

Alors, pour y atteindre l'objectif principal dans ce chapitre, nous avons appliqué la méthodologie suivant :

- a- L'acquisition des données de chaque puits.
- b- La modélisation des puits.
- c- Faire des analyses des sensibilités des différents paramètres.

II.2 Modélisation et optimisation des puits par PIPESIM :

Pour faire la modélisation du système, il faut modeler tous les puits par PIPESIM, selon les étapes suivantes :

II.2.1 Etude d'IPR : [7]

II.2.1.1 Le model de réservoir :

Pour tracer la courbe d'IPR en utilisant :

La méthode IP (indice de productivité) est conditionnée par les paramètres des puits ci-dessous :

Le gisement HDZ est un gisement d'huile sous-saturé : $P_g > P_b$, $P_{wf} > P_b$.

Pour tracer les courbe IPR de nos puits, nous devons calculer le débit maximum (AOF) puis on sélectionne les débits d'huile Q_o tel que $Q_o < Q_{o\max}$ et on détermine les pressions de fond dynamique P_{wf} , ensuite on porte les points obtenus sur le graphe $P_{wf} = f(Q_o)$.

II.2.1.2 Les données d'entrée :

Ces données sont illustrées dans les tableaux II.1, II.2 et II.3 successivement.

La création d'un modèle d'après le PIPESIM exige certains nombres de données :

➤ Les options du système :

Avant de commencer, il faut définir toutes les options du modèle :

- Le type du fluide: « **Oil** ».
- La méthode utilisée: « **Black oil** » qui donne une description simplifiée des fluides.
- La vérification des unités des différents paramètres.

a- Les données des essais des puits :

Ces données sont issues des tests potentiels effectués sur les puits, les valeurs de pressions de fond statique (pression de gisement) et dynamique doivent être corrigées et cela en tenant compte du gradient de pression, en utilisant la formule suivante :

$$P_{fs}(\text{perfos}) = P_{fs}(\text{gauge}) + [(DP/Dh) * (\text{côte perfos} - \text{côte gauge})].$$

$$P_{fd}(\text{perfos}) = P_{fd}(\text{gauge}) + [(DP/Dh) * (\text{côte perfos} - \text{côte gauge})].$$

P_{fs} : Pression de fond statique (barg).

P_{fd} : Pression de fond dynamique (barg).

DP/Dh : Gradient de pression.

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUITES

Tableau II. 1 : Les données des essais des puits. [3]

Puits	Côtes	P _g		PFD		P _T	Q _O	GOR	Diamètre de duse
		Mesuré (barg)	Corrigé (barg)	Mesuré (barg)	Corrigé (barg)				
HDZ2	3277,5	410	427,2	240	255	38	2,39	52	11
HDZ9	3285	447,6	454,3	126	132	15,9	1,99	139	9,53
HDZ10	3267	485,6	475	118,7	128,4	15	1,86	156	9,53
HDZ11	3260	477	464	159	170	25,4	3,31	132	9,53
HDZ13	3202	419	402,80	96	79,80	13	2,6	147	9,50
HDZ14	3270	476,8	464,51	307,25	322,25	120,2	12,27	130	9,53
HDZ15	3258	478	465	219	225	50	5,14	126	9,53
HDZ17	3314	445,69	436,75	235,53	285,79	82,1	9,8	171	9,53
HDZS1	3146,6	444,31	457,3	220,7	205,7	55,5	12,23	184,7	12,7

b- Les données de jaugeage :

Tableau II.2 : Les données de jaugeage (mars2018). [3]

Puits	Q _O (m ³ /h)	GOR (sm ³ /sm ³)	Q _w (l/h)	P _T (bar)	P _p (bar)	Diamètre de duse (mm)
HDZ2	2.61	111.42	0	28.8	16	8
HDZ9	1.99	139	0	15.9	/	9.53
HDZ10	1.86	156	0	15	/	9.5
HDZ11	3.31	132	0	25.4	/	9.53
HDZ13	3.2	80	0	21	17	9.5
HDZ14	8.28	226	0	38	10	10
HDZ15	5.14	126	0	50	/	9.5
HDZ17	8.93	119	0	66	21	9
HDZS1	7.23	121	0	69	18	9

c- Les données PVT :

Tableau II.3 : Les données PVT. [3]

Puits	R_s (m^3/m^3)	B_o (m^3/m^3)	Masse volumique (g / cm^3)	Viscosité (Cp)	Densité (API)
HDZ2	188.5	1.8216	0.601	0.200	45
HDZ9	188.4	0.8220	0.608	0.200	45
HDZ10	188.5	0.8092	0.610	0.200	45
HDZ11	188.4	0.7723	0.611	0.200	45
HDZ13	188.6	1.8216	0.621	0.200	45
HDZ14	188.6	1.8310	0.605	0.200	45
HDZ15	188.6	0.8306	0.605	0.200	45
HDZ17	188.5	1.7119	0.633	0.200	45
HDZS1	188.4	1.8331	0.604	0.200	45

II.2.2 Etude de VLP : [7]

II.2.2.1 Le choix de la corrélation de l'écoulement verticale :

Il est bien connu qu'il n'y a pas une corrélation multiphasique universelle. Donc, afin de construire un modèle du puits fiable, nous devons choisir une corrélation d'écoulement verticale adéquate, cette corrélation doit être celle qui donne la plus petite erreur relative par rapport aux données mesurés.

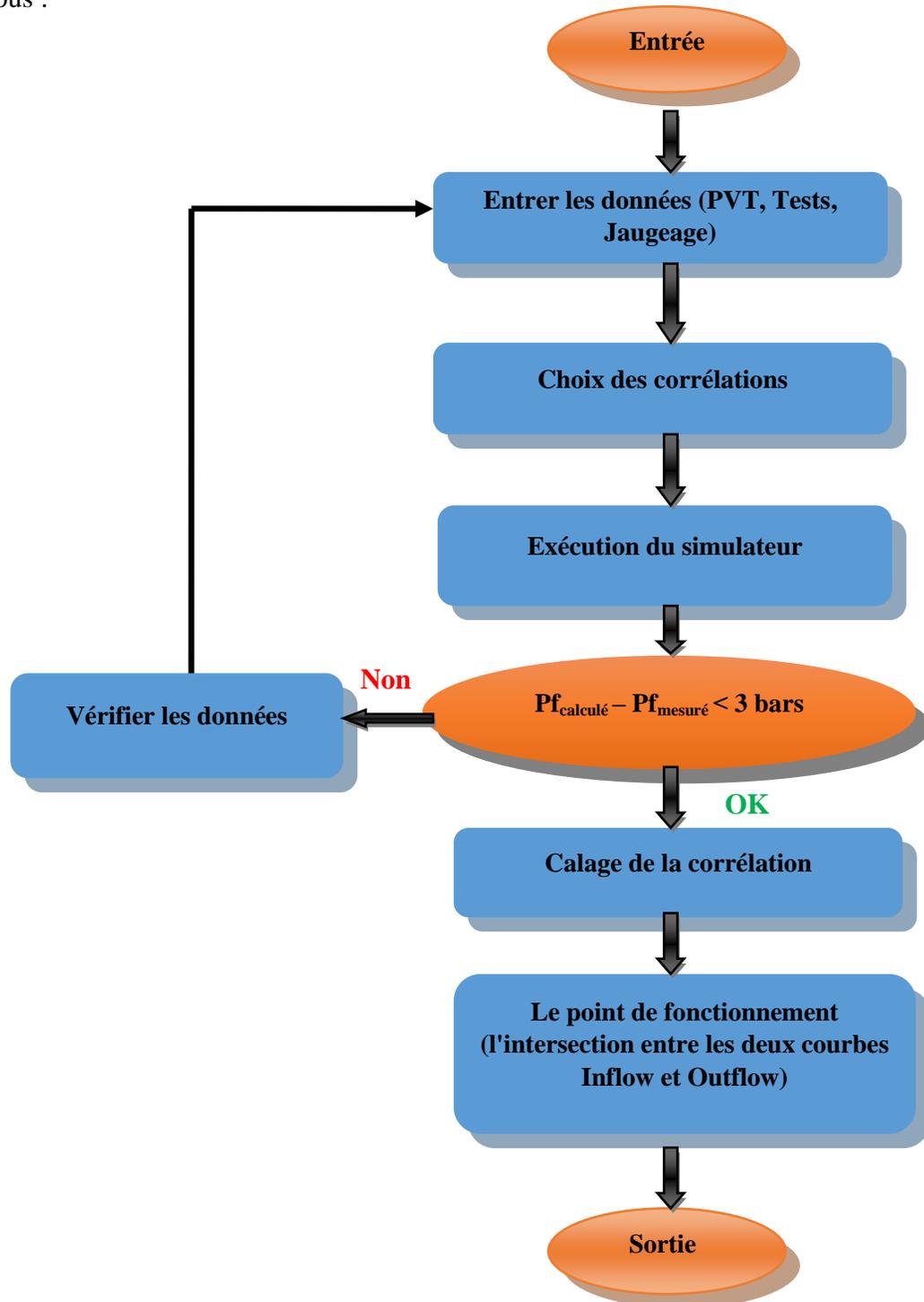
Le PIPESIM nous offre une multitude des corrélations parmi les quelles nous citons:

- Ansari (ANS).
- Beggs and Brill revised (BBR).
- Duns and Ros (DR).
- Hagedorn and Brown (HBR).
- Orkiszewski (ORK).

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUIITS

❖ L'algorithme II.1 : L'architecture du modèle puits

La construction d'un modèle puits consiste à suivre les étapes données par l'organigramme ci-dessous :



❖ La procédure de travail : [8]

Pour choisir la corrélation qui donne les meilleures prédictions des pertes de charge pour nos puits, nous procéderons comme suite :

- ✓ Entrer les données nécessaires qui sont les données des essais, du jaugeage et de PVT.
- ✓ Faire des sensibilités sur les corrélations.
- ✓ Exécuter le simulateur.
- ✓ Calculer la différence entre la $Pf_{\text{calculé}}$ et la $Pf_{\text{mesuré}}$ si la valeur est supérieure à 3 bars refaire les calculs par vérification des données si non le modèle est calé.
- ✓ A partir des courbes générées par ces corrélations on extrait les valeurs des pressions de fond à la côte de mesure, ce qui nous permet de déterminer la corrélation adéquate pour calculer les pertes de charge dans un écoulement vertical.

II.2.3 Exemple du calcul :

Pour faire la modélisation du système il faut modeler tous les puits par PIPESIM.

Remarque: Dans notre mémoire, on va prendre un seul exemple de puits (**HDZ2**) et la procédure de travail sera la même pour les autres puits, les détails sont illustrés dans l'annexe.

II.2.3.1 Choix de la corrélation :

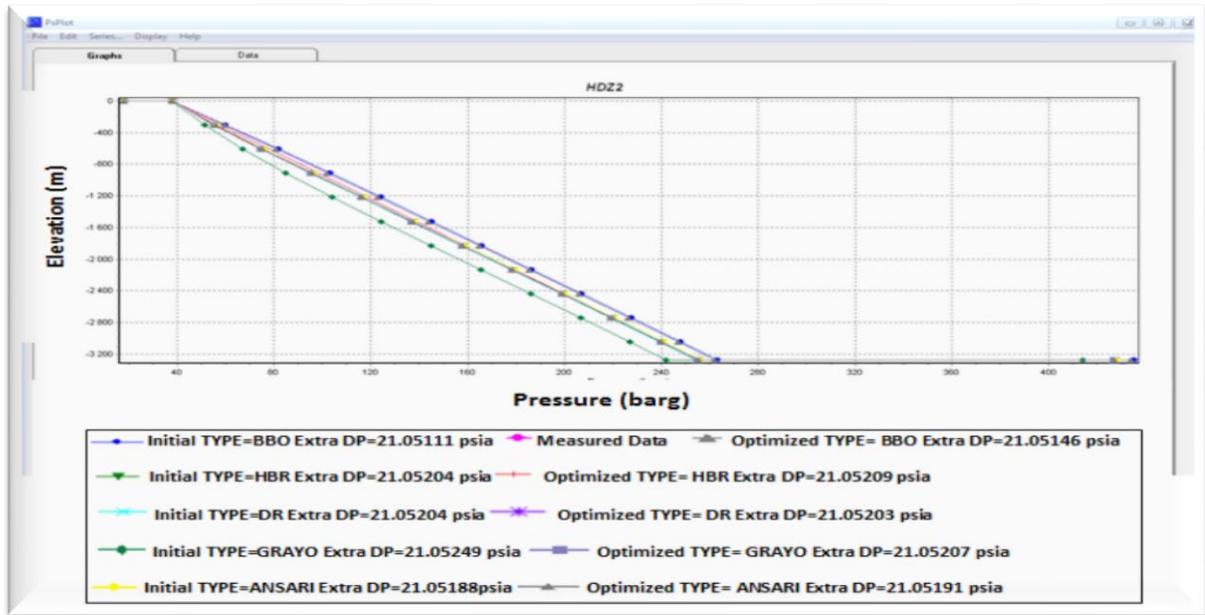


Figure II. 1 : Les corrélations de l'écoulement vertical puits HDZ2.

Interprétation :

D'après les résultats obtenus, on peut dire que la corrélation DR (Duns & Ros) est très proche des data mesuré, donc nous allons sélectionner cette corrélation pour le calcul des pertes de charge vertical.

II.2.3.2 L'analyse nodale :

On sélectionne l'opération « Nodal Analysis », en fixant « Outlet pressure », $P_p=18$ bars et puis on exécute le model.

On a obtenu les résultats suivants:

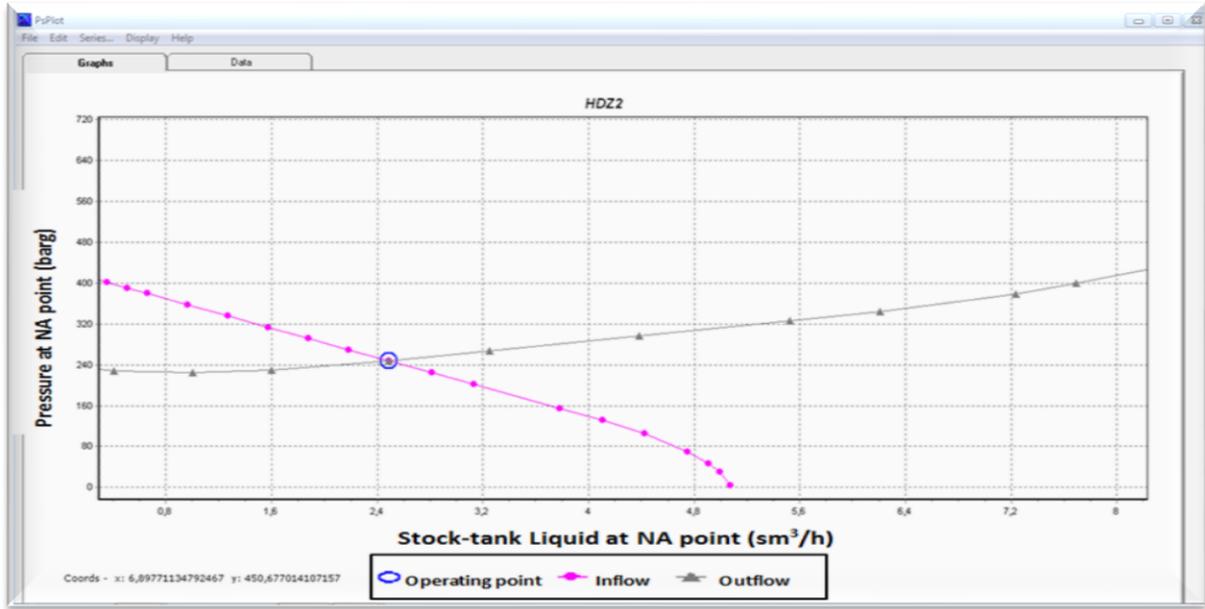


Figure II.2 : IPR et VLP puits HDZ2.

II.2.3.3 Actualisation du modèle :

Après l'actualisation du modèle précédent on a obtenus la figure suivante :

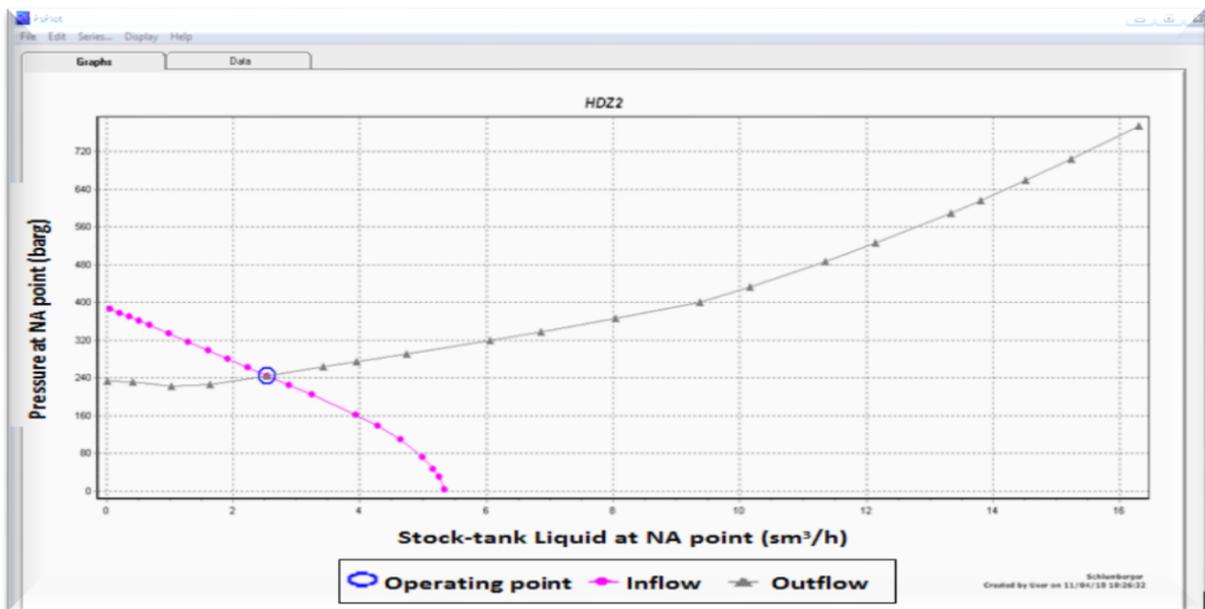


Figure II. 3: Point de fonctionnement du puits HDZ2.

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUIITS

D'après la figure II.3 le point de fonctionnement du puits HDZ2 est l'intersection de ces courbes qui correspondent au débit et la pression de fond dynamique qui sont illustrés dans le tableau II.4.

Tableau II.4 : Point de fonctionnement de puits HDZ2

Paramètre Puits	Débit d'huile (m³/h)	PFD (bars)
HDZ2	2.54	243.97

II.2.3.4 Application de l'analyse nodale avec les paramètres de sensibilité :

Après le calage du modèle actualisé, on a fait des différentes sensibilités sur le GOR, diamètre de la duse, la pression de gisement et la pression de tête.

L'obtention des courbes multisensibilités consiste à varier plusieurs fois les paramètres précédents, afin d'obtenir plusieurs points de fonctionnement.

Les figures ci-dessous représentent la simulation de l'état de la production avec ces paramètres de sensibilité pour le puits HDZ2.

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUIITS

❖ Sensibilité sur le GOR :

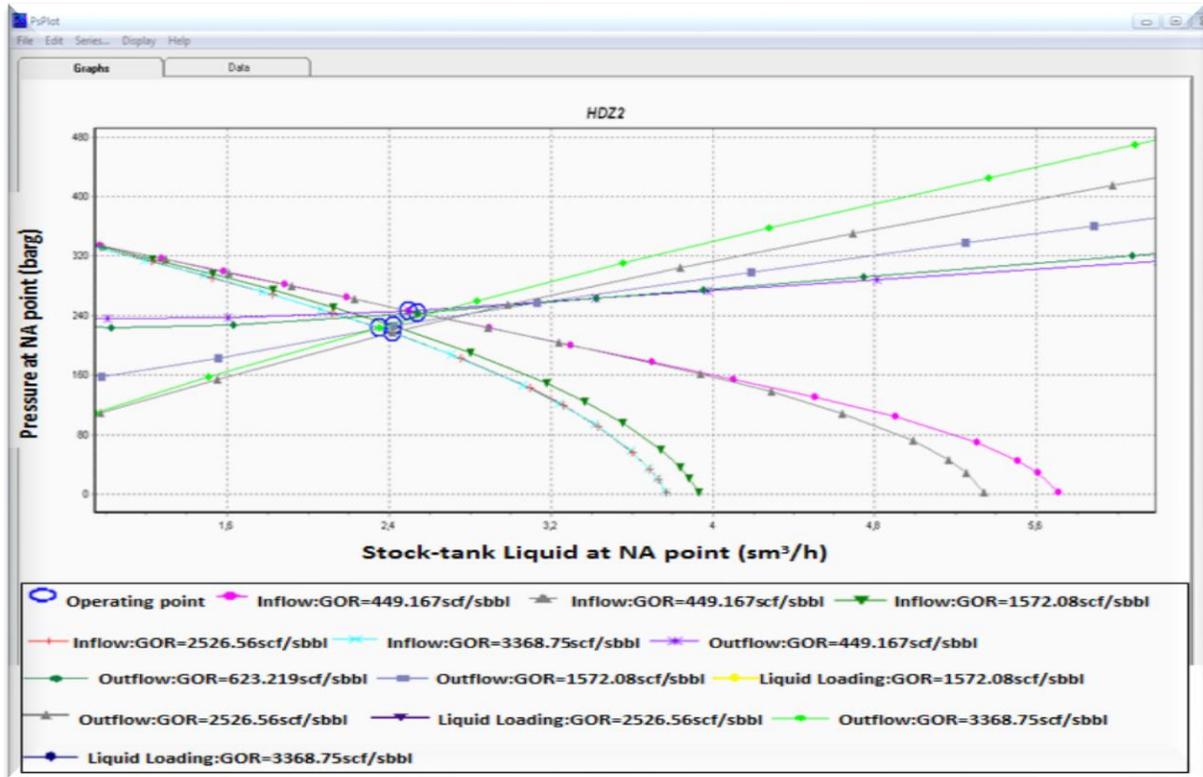


Figure II. 4 : Sensibilité sur le GOR.

Les points de fonctionnement de puits HDZ2 sont :



Figure II. 5 : Sensibilité de GOR sur le débit du puits HDZ2.

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUITES

- **Interprétation des résultats :**

D'après la figure II.5, on remarque que le débit d'huile augmente de 2,35 jusqu'à 2,54 m³/h lorsque le GOR augmente.

- ❖ **Sensibilité sur le diamètre de la duse :**

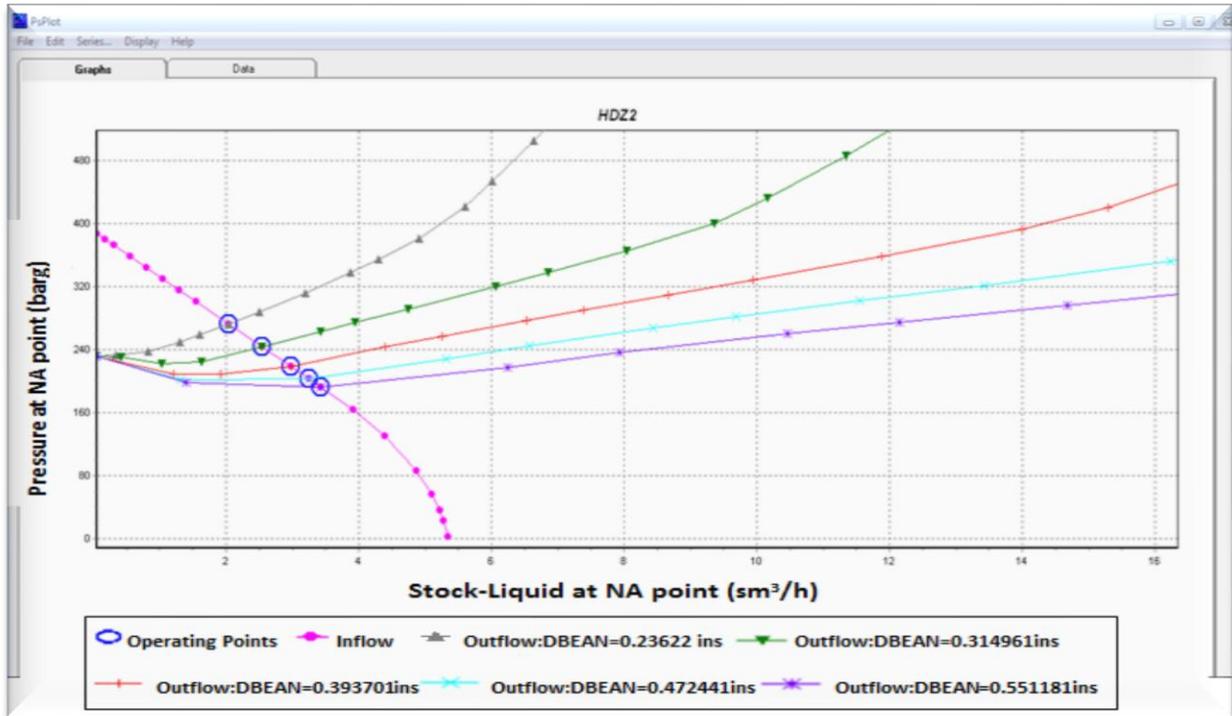


Figure II. 6 : Sensibilité sur le diamètre de la duse.

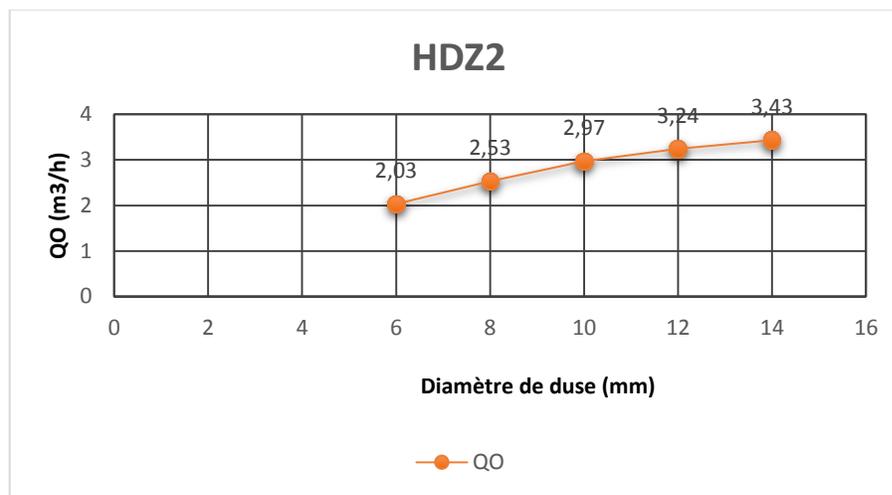


Figure II.7: Sensibilité de diamètre de la duse sur le débit du puits HDZ2.

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUITES

- **Interprétation des résultats :**

Dans ce cas, on observe que le débit d'huile augmente avec l'augmentation du diamètre de la duse.

- **Sensibilité sur la pression de tête :**

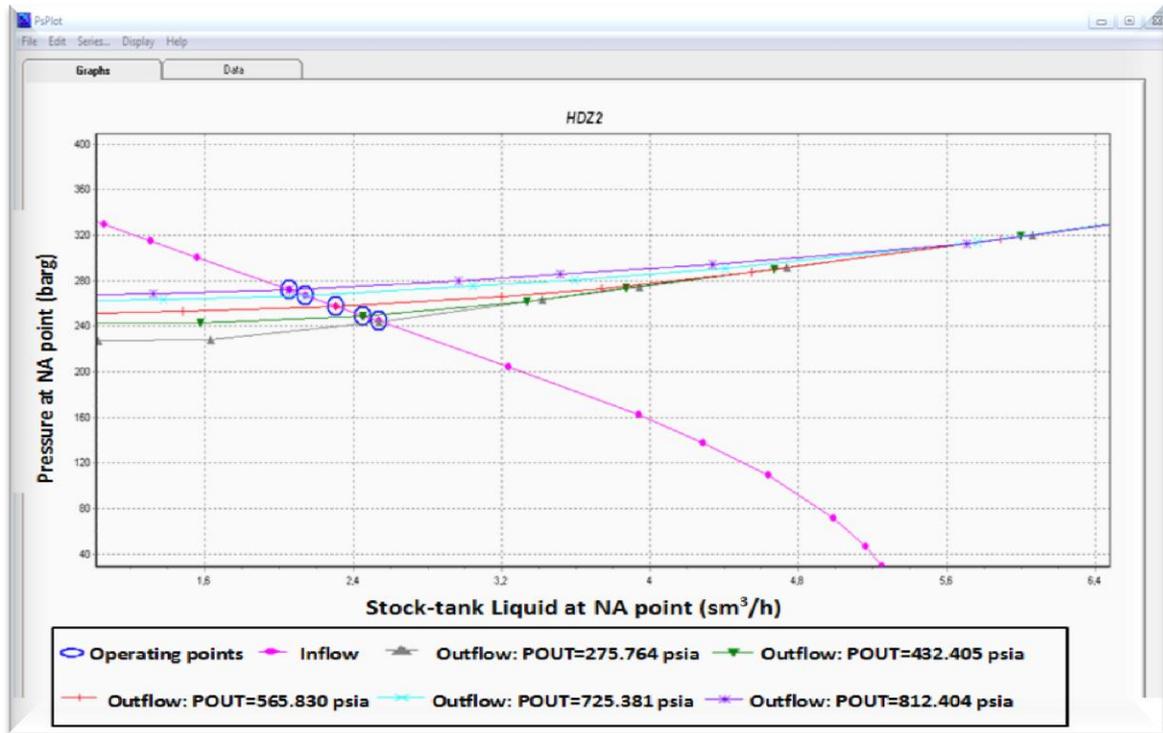


Figure II.8: Sensibilité sur la pression de tête.

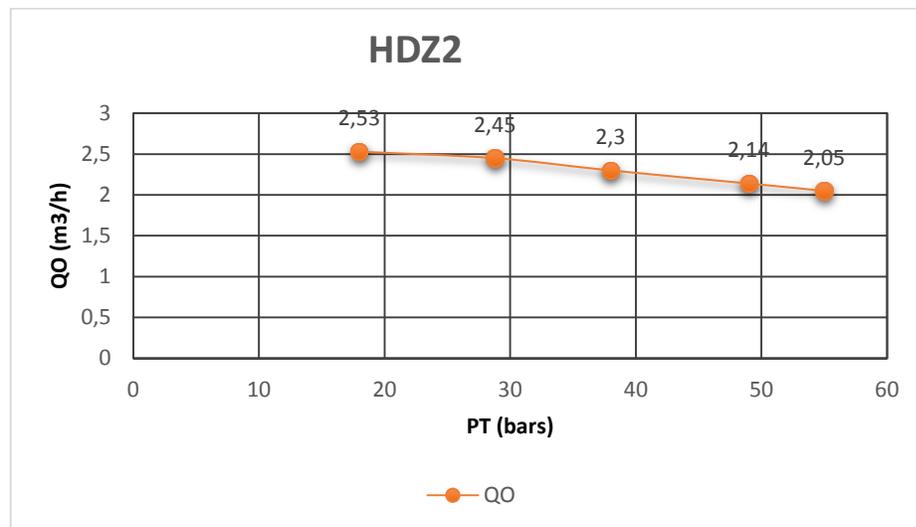


Figure II.9: Sensibilité de la pression de tête sur le débit du puits HDZ2.

CHAPITRE II: MODELISATION ET OPTIMISATION DES PUITES

- **Interprétation des résultats :**

A partir de courbe de la figure II.9, on remarque que le débit d'huile est inversement proportionnel à la pression de tête.

- ❖ **Sensibilité sur la pression de gisement :**

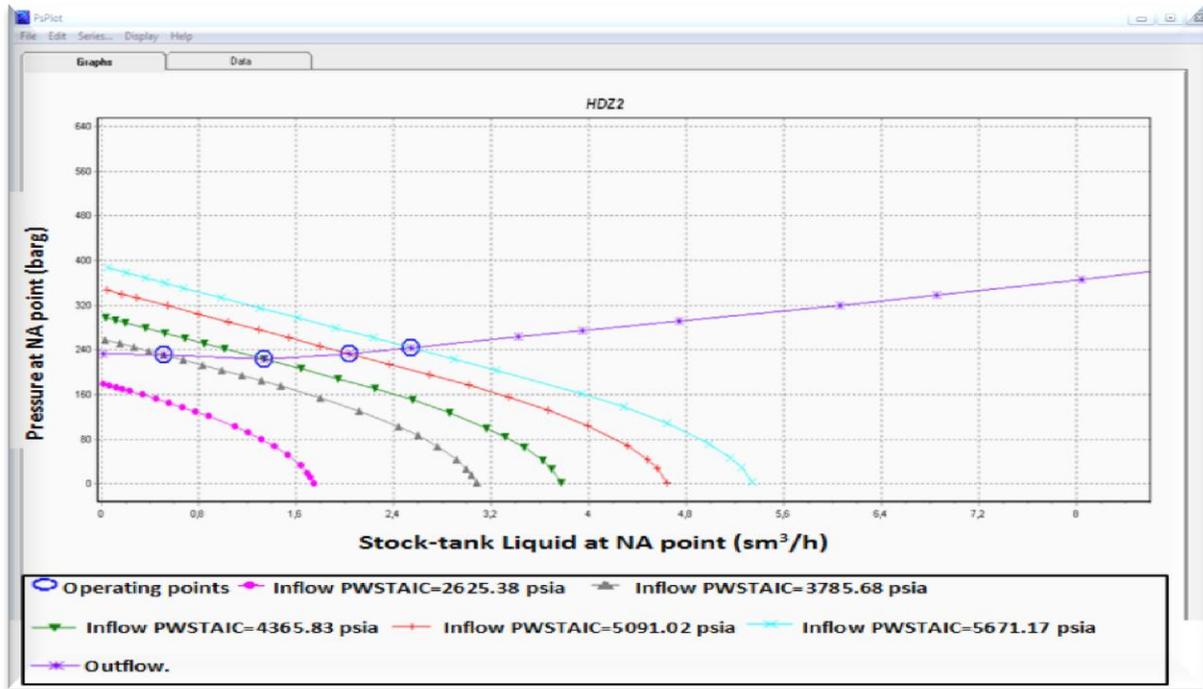


Figure II.10: Sensibilité sur la pression de gisement.

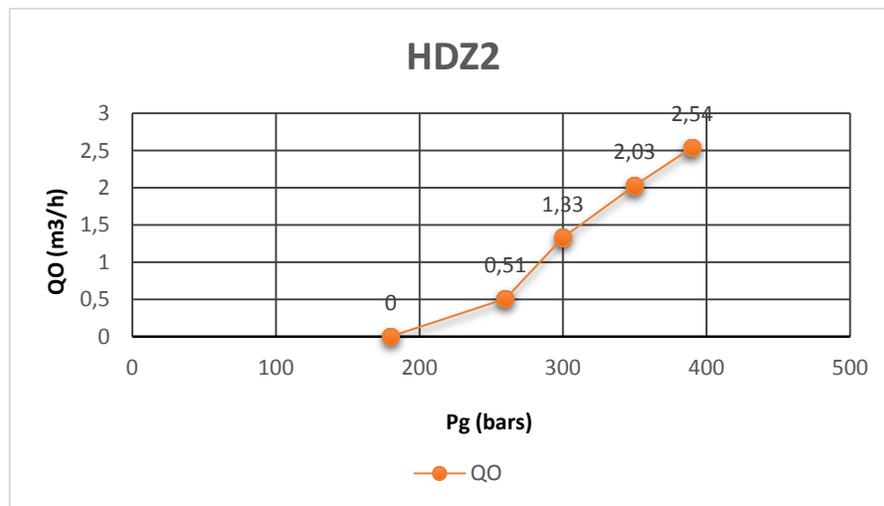


Figure II.11: Sensibilité de la pression de gisement sur le débit du puits HDZ2.

- **Interprétation des résultats :**

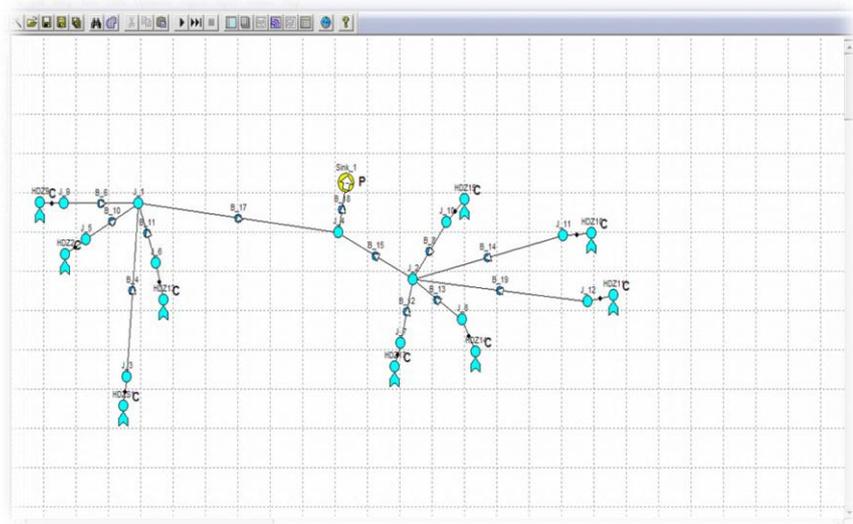
D'après les résultats obtenus par la figure II.11, on remarque que le débit diminue avec la diminution de la pression de gisement et le puits HDZ2 va perdre son éruptivité quand la pression de gisement égale à 180 bars donc, il nécessite une activation.

II.3 Conclusion :

La modélisation des puits c'est une étape très importante pour la suite de travail. Après La simulation de l'état de la production de ces puits avec leurs sensibilités on a constaté que le diamètre de la duse, le GOR, pression de tête et la pression de gisement jouent un rôle très important à l'augmentation de débit d'huile.

CHAPITRE III :

Modélisation et optimisation de réseau de collecte actuel et proposé



CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

III.1 Introduction :

Notre objectif dans cette partie est de déterminer le schéma de raccordement des puits du champ HDZ qui permet de maximiser la production par l'installation d'un nouveau EPF situé au niveau du champ. Pour cela, nous allons étudier les performances de changement de pression de séparation et le dimensionnement des pipes afin de choisir celle qui donne le meilleur débit.

III.2 Modélisation du système de production (puits-réseau) avec les contraintes actuelles:

- ❖ Les données de réseau de collecte :

Tableau III.1 : Les données de réseau de collecte. [3]

Pipe	Diamètre intérieur de pipe (inches)	Diamètre extérieur de pipe (inches)	Longueur (m)	Rugosité (inches)
HDZ2-J1	5.4677	6	45	0.018
HDZ13-J1	5.4677	6	2000	0.018
HDZ14-J2	5.4677	6	1400	0.018
HDZ17-J2	3.263	4	2300	0.018
J1-J4	5.4677	6	450	0.018
J2-J4	5.4677	6	5224	0.018
J4-Sink	5.4677	6	200	0.018

- ❖ Les données de production :

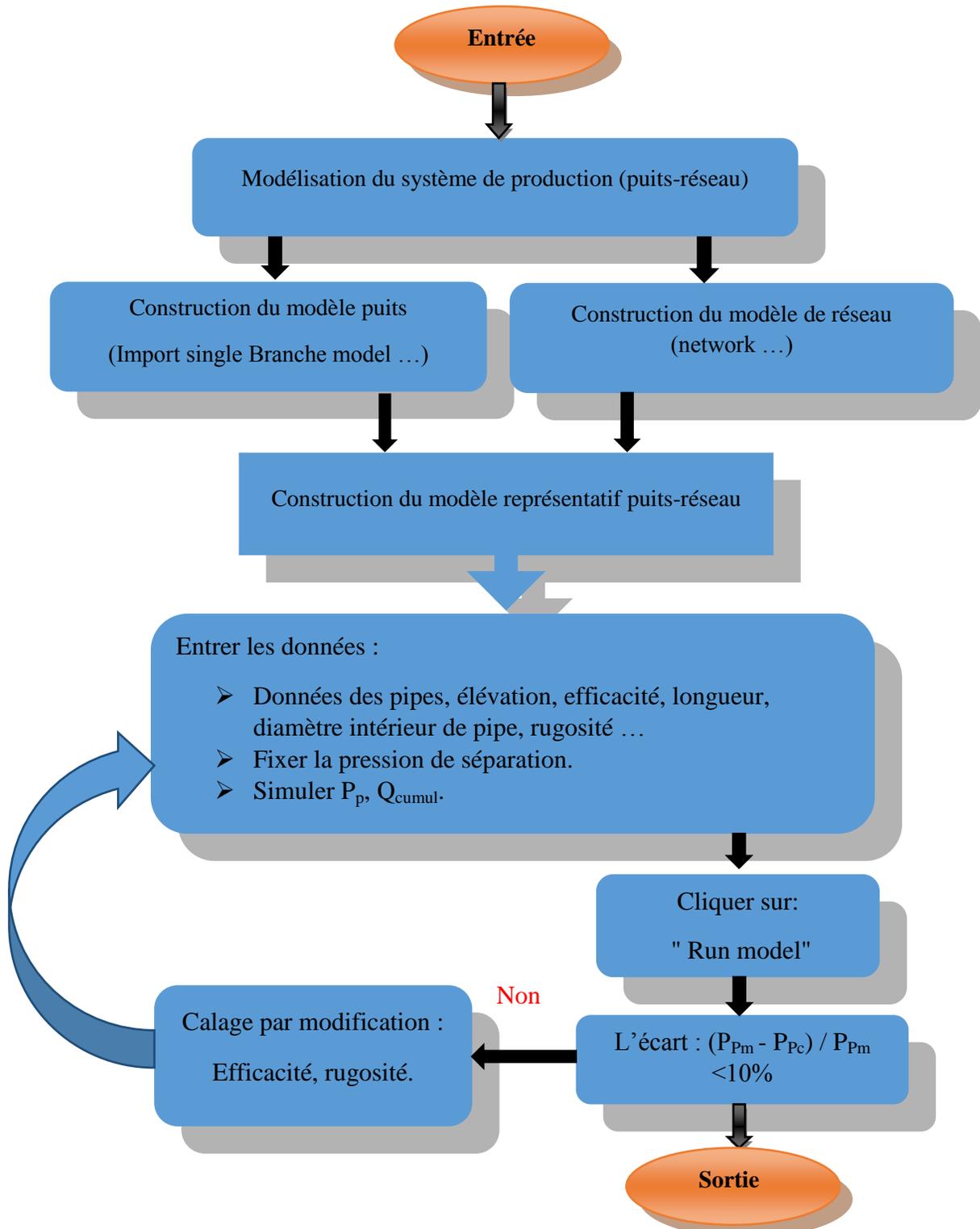
Tableau III.2 : Les données de production. [3]

Puits	Q ₀ (m ³ /h)	GOR (sm ³ /sm ³)	W _{Cut} %	P _T (bar)	P _P (bar)	Diamètre de la duse (mm)
HDZ2	2.61	11.42	0	28.8	16	8
HDZ13	3.2	80	0	21	17	9.5
HDZ14	8.28	226	0	38.5	10.5	10
HDZ17	8.93	119	0	66.7	21	9

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

Algorithme III.2 : Architecture du modèle puits-réseau.

On résume la procédure de travail par l'organigramme suivant :



CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

❖ Procédure de travail :

- ✓ Pour la construction d'un système de production puits-réseau, on va construire un modèle de réseau sur le network, après on va importer le modèle construit sur les puits pour obtenir un modèle représentatif puits-réseau.
- ✓ Entrer les données nécessaires (données de réseau de collecte et de production).
- ✓ Fixer la pression de séparation pour simuler la pression de pipe et le débit cumulé.
- ✓ Déterminer l'écart entre la p_p mesuré et la p_p calculé .Si la valeur obtenus est supérieure à 10% on va refaire les calculs si non le modèle est calé.

III.2.2 Structure actuelle de réseau de collecte : [3]

A l'aide du logiciel PIPESIM 2012 (Network) on a fait la modélisation du réseau de collecte actuelle du champ HDZ, ce dernier est constitué de 4 puits :

- Les deux puits HDZ2 et HDZ13 reliés entre eux avec une jonction J-1.
- Les deux puits HDZ14 et HDZ17 reliés entre eux avec une jonction J-2.

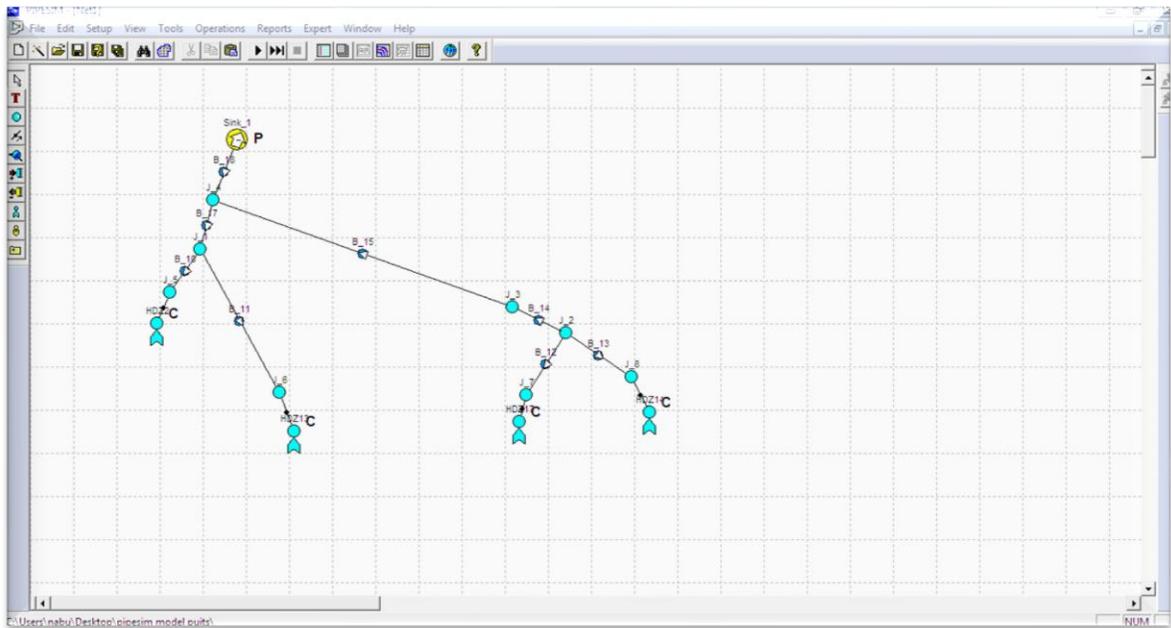


Figure III.1 : La construction actuelle du réseau de collecte sur PIPESIM.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

III.2.3 Les résultats obtenus :

III.2.3.1 Les paramètres simulés :

Tableau III.3 : Les paramètres simulé par PIPESIM.

Puits	P_T (bars)	P_p (bars)	Q_o (m ³ /h)	Diamètre de la duse (mm)
HDZ2	18.49	18.43	2.91	8
HDZ13	19.3	18.43	2.89	9.5
HDZ14	28.68	27.84	8.75	10
HDZ17	31.77	27.91	8.92	9
Débit totale			23,47	

III.2.3.2 Régime d'écoulement à travers la duse : [11]

III.2.3.2.1 Régime critique :

On admettra qu'on à un régime critique à travers une duse d'un puits producteur de pétrole quand la variation de la pression aval duse (pression de pipe) n'aura pas d'influence sur la pression amont duse (pression de tête) et le débit d'huile reste constant. Généralement, le régime d'écoulement à travers la duse est dite critique lorsque le rapport P_p / P_t est inférieur à **0,5**.

III.2.3.2.2 Régime transitoire :

Le régime d'écoulement à travers la duse est dite transitoire lorsque le rapport suscité est compris entre **0,5** et **0,75**.

III.2.3.3.3 Régime non critique :

Le régime d'écoulement à travers la duse est dite non critique lorsque la pression amont duse P_t et le débit d'huile varient avec la variation de pression aval duse P_p . Un régime d'écoulement et non critique lorsque le rapport P_p / P_t est supérieur à **0,75**. Lorsque le régime d'écoulement à travers la duse d'un puits de pétrole est non critique, toute perturbation sur le réseau de collecte influent sur le débit d'écoulement de ce puits.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

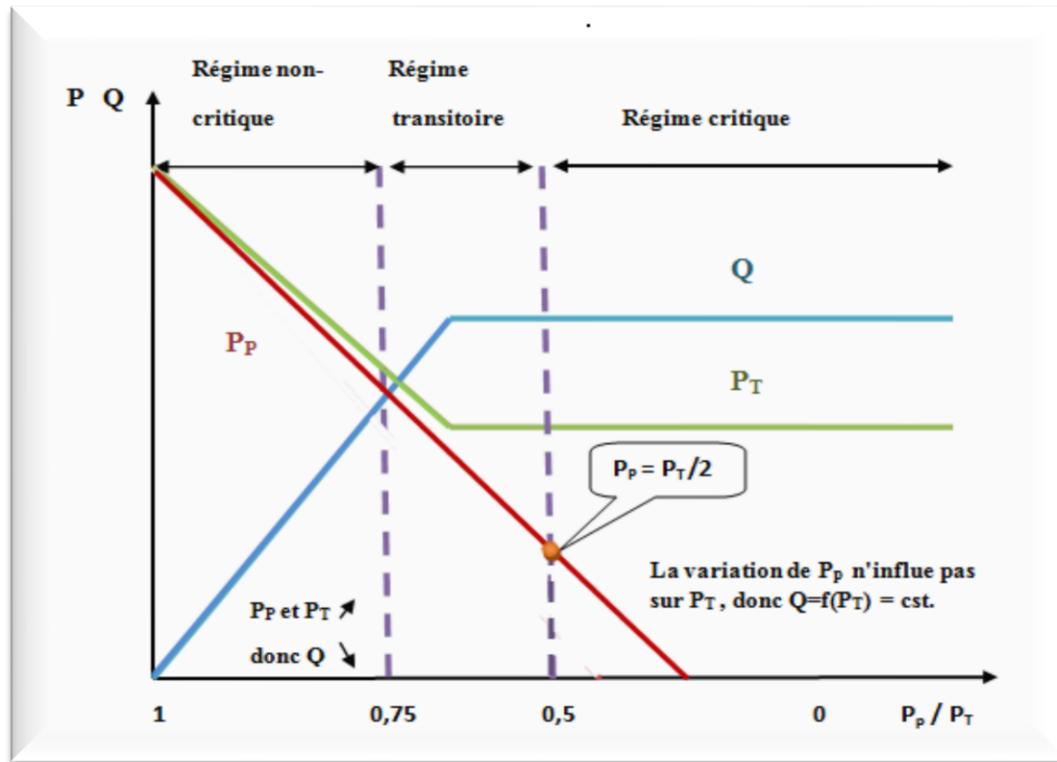


Figure III.2 : Les types des régimes d'écoulement à travers la duse.

Tableau III.4 : Régime d'écoulement à travers la duse.

Puits	P_P (bars)	P_T (bars)	P_p / P_T	Régime d'écoulement
HDZ2	16	28.8	0.55	Régime non critique
HDZ13	17	21	0.80	Régime non critique
HDZ14	10.5	38	0.27	Régime critique
HDZ17	21	68	0.31	Régime critique

- Interprétation des résultats :**

Selon les résultats de tableau ci-dessus, on remarque que les puits HDZ2 et HDZ13 produisent dans un régime non critique, donc toute perturbation sur le réseau de collecte influe sur le débit d'écoulement de ce puits. D'autre part, le régime d'écoulement des puits HDZ14 et HDZ17 est critique, alors la variation de la pression de pipe n'aura pas d'influence sur la pression de tête et le débit d'huile reste constant.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

III.2.3.3 L'analyse de la vitesse du fluide : [9]

On sait que l'intervalle recommandé de la vitesse moyenne du fluide est: $1 \text{ m/s} < \text{VMF} < 4 \text{ m/s}$.

Alors, on a deux cas:

- **Cas n°1:** à faible vitesse du fluide ($\text{VMF} < 1 \text{ m/s}$) où le diamètre de pipeline (conduite) diminue à cause de l'accumulation des parties solides (sable, fine...) ce qui favorise la corrosion alors l'augmentation des pertes de charge.
- **Cas n°2:** à forte vitesse du fluide ($\text{VMF} > 4 \text{ m/s}$) où le pipeline altère.

Les conduites utilisées dans le réseau de collecte ayant différentes tailles de 4" et 6" pour les collectes (conduite reliée entre puits – manifold ou entre puits – puits par jonction), et de 8", 10" et 12" pour les collecteurs (entre manifold – manifold).

Les vitesses du fluide simulées par le PIPESIM dans les pipelines sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III.5: La vitesse du fluide dans chaque pipe.

Pipe	Diamètre de pipe (")	VMF (m/s)	Observation
HDZ2-J1	6	0.44	Surdimensionné
HDZ13-J1	6	0.21	Surdimensionné
HDZ14-J2	6	1.52	Acceptable
HDZ17-J2	4	7.3	Sous-dimensionné
J2-J4	6	2.51	Acceptable
J1-J4	6	0.64	Surdimensionné
J4-Sink	6	3.90	Acceptable

- **Interprétation des résultats:**

Les pipelines HDZ14-J2, J2-J4 et J4-Sink fonctionnent dans l'intervalle recommandé de VMF donc on peut les accepter.

Les diamètres des autres pipelines sont inconvenables donc c'est mieux à changer.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

III.2.3.4 Les pertes de charge dans les pipes :

L'histogramme suivant représente les pertes de charge pour chaque pipe.

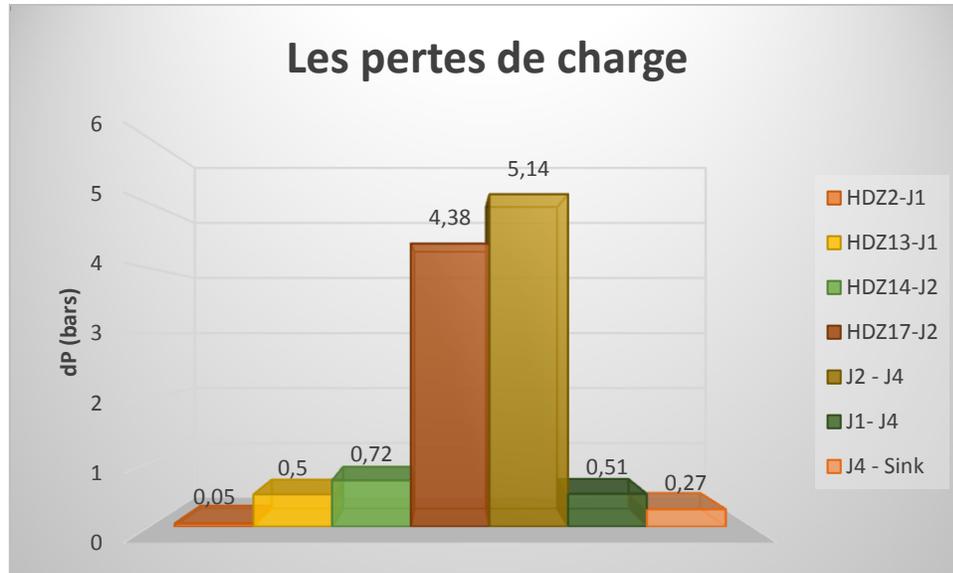


Figure III.3 : Les pertes de charge dans les pipes.

- **Interprétation des résultats :**

D'après l'histogramme ci-dessus on remarque que les pertes de charge sont très élevées dans les pipes HDZ17-J2 (5.14 bars) et J2-J4 (4.38 bars), par contre ils sont faibles pour les autres pipes.

III.3 Conception du réseau de collecte proposée :

L'installation proposée consiste à relier les puits HDZ10, HDZ11, HDZ14, HDZ15 et HDZ17 par des liaisons individuelles jusqu'au manifold HDZ-M1 et les puits HDZ2, HDZ9, HDZ13 et HDZS1 par des liaisons individuelles jusqu'au le manifold HDZ-M2. Ces deux manifolds seront regroupés en deux collecteurs qui acheminent les effluents jusqu'au EPF qui contient une unité de séparation, une unité de pompage, une unité de compression et un groupe électrogène.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

Le modèle est représenté dans la figure III.4 :

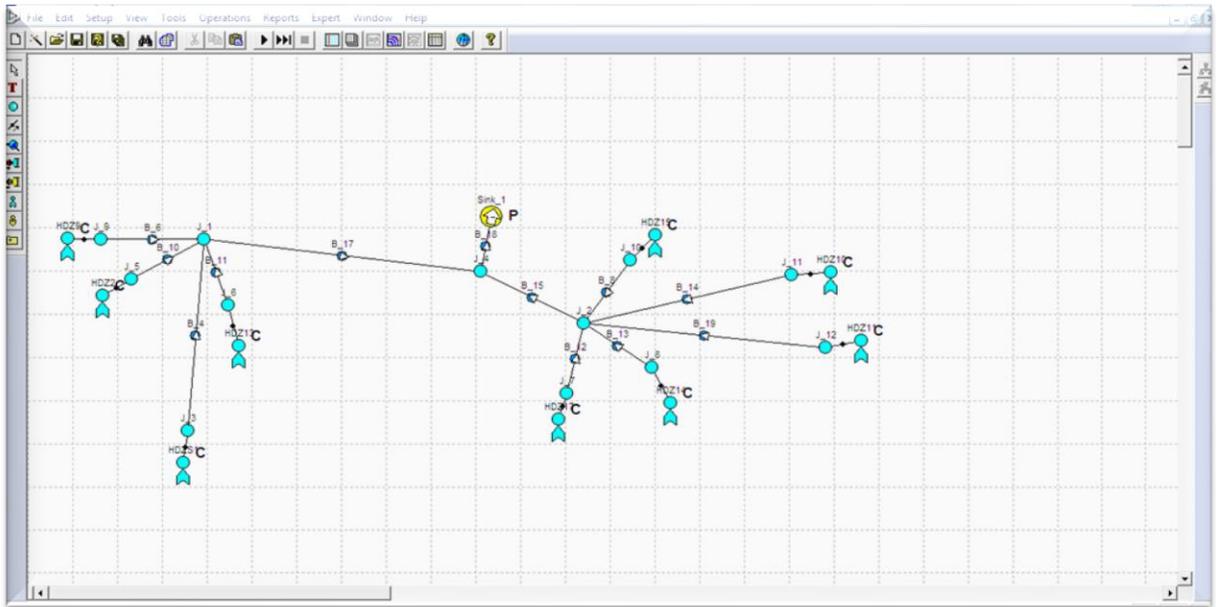


Figure III.4 : La construction du réseau de collecte proposé sur PIPESIM.

III.3.1 Le choix de longueur et diamètre convenable des pipes :

Le bon choix de diamètre des pipes basant sur l'intervalle recommandé des vitesses moyenne de fluide.

L'étude de choix de diamètre convenable de pipe est faite pour les diamètres suivant 4", 6", 8" et 10" pour chaque pipe on utilise le PIPESIM pour la simulation.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

Tableau III.6 : La vitesse moyenne du fluide pour différent diamètres de pipe.

Pipe	La vitesse moyenne du fluide pour différents diamètres des pipes				Longueur de pipe (m)
	4"	6"	8"	10"	
HDZ2	1,20	0.42	0.22	/	45
HDZ9	1.51	0.53	0.27	/	1005
HDZ10	1.03	0.37	0.19	/	5474
HDZ11	2.52	0.82	0.42	/	4031
HDZ13	2.36	0.84	0.43	/	2000
HDZ14	4.33	2.01	1.00	/	1400
HDZ15	1.91	0.69	0.35	/	275
HDZ17	3.31	1.17	0.60	/	2300
HDZS1	6.43	2.11	1.01	/	6509
HDZM1-EPF	11.26	5.09	2.67	1.03	201
HDZM2-EPF	8.09	3.96	1.67	0.99	4711

- **Interprétation des résultats :**

D'après le tableau III.6 on remarque que :

- La vitesse moyenne du fluide dans les pipes des puits HDZ2, HDZ9, HDZ10, HDZ11, HDZ13 et HDZ15 est dans l'intervalle recommandé pour le diamètre de 4" donc, c'est le diamètre convenable de ces pipes.
- Pour les pipes des puits HDZ14, HDZ17 et HDZS1 le diamètre convenable est de 6".
- Le diamètre convenable des deux collecteurs qui relient les deux manifolds HDZM1 et HDZM2 avec l'EPF est de 8".

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

La structure proposée de réseau de collecte est représentée dans la figure suivante :

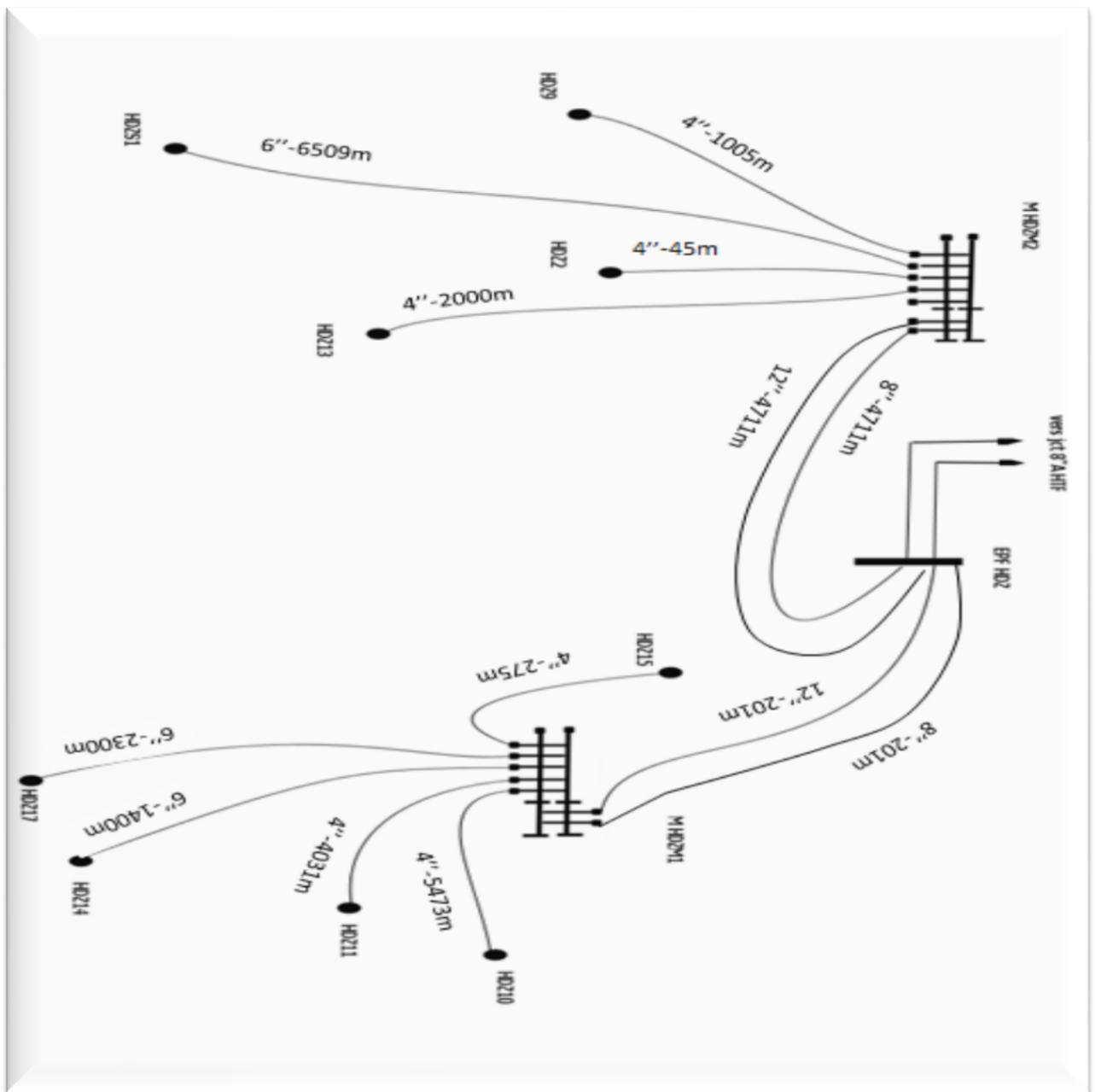


Figure III.5 : Installation proposée de réseau de collecte sur le champ HDZ. [3]

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

III.3.2 Sensibilité sur la pression de séparation :

Dans cette étape on fait des sensibilités sur la pression de séparation (17 bars, 14 bars, 11 bars et 6 bars) et on étudie leur influence sur le débit pour chaque puits fermé. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau III.7 :

Tableau III.7: Résultats des sensibilités sur la pression de séparation simulée par PIPESIM pour les puits fermés à cause de faible pression de tête.

P _{sép} (bars) Puits	17			14			11			6		
	P _T (bars)	P _P (bars)	Q _O (m ³ /h)	P _T (bars)	P _P (bars)	Q _O (m ³ /h)	P _T (bars)	P _P (bars)	Q _O (m ³ /h)	P _T (bars)	P _P (bars)	Q _O (m ³ /h)
HDZ9	18,56	19,69	0	15,51	16,59	0	13,59	12,57	0	9,68	6,36	1,89
HDZ10	25,00	25,59	0	14,27	17,42	0	14,42	11,28	2,05	8,90	7,00	2,10
HDZ11	17,11	21,38	0	18,78	14,27	3,83	16,11	11,28	3,83	12,44	6,34	3,83

L'évaluation de débit cumulé du champ HDZ en fonction des différents paliers de la pression de séparation est donné par la figure III.6 :

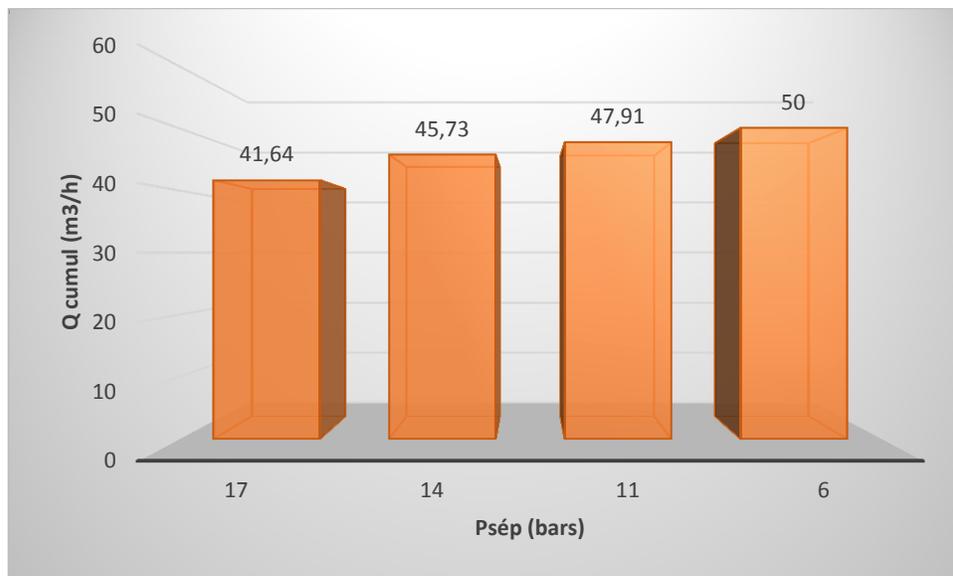


Figure III.6 : Variation de débit cumulé en fonction de la pression de séparation.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

- **Interprétation du résultat:**

D'après les tableaux III.7 et la figure III.6, on remarque que:

- A une pression de séparation **17 bars** les puits HDZ9, HDZ10 et HDZ11 reste fermer.
- Lorsqu' on diminue la pression de séparation à **14 bars**, les puits HDZ9, HDZ10 reste avec un débit nulle malgré la nouvelle installation par ce que leur pression tête est reste insuffisante pour acheminer les hydrocarbures et le puits HDZ11 devient un puits éruptif et le débit cumul augmente jusqu'à **45,73 m³/h**.
- Pour une pression de séparation égale à **11 bars**, le débit de puits HDZ9 reste nul et le puits HDZ10 débite avec un débit de **2,05 m³/h**.
- Le puits HDZ9 est devient un puits éruptif à une pression de séparation de **6 bars** et on aura un débit cumul égale à **50 m³/h**.

III.3.3 Le désigne de la pompe :

- **Le choix d'une pompe :**

Le choix d'une pompe nécessite la définition d'un cahier des charges techniques regroupant au minimum les points suivantes :

- La zone du débit de fonctionnement de la pompe.
- La structure du groupe motopompe (vertical/horizontal, en aspiration où en charge...).
- La nature du fluide pompé.
- Le NPSH disponible préalablement déterminé.
- Hauteur manométrique total de refoulement.
- Pression d'aspiration et de refoulement.
- Viscosité et densité à la température de pompage. [10]

- **Calcul de débit de la pompe :**

Le débit cumul des puits de champ HDZ pour la nouvelle installation est de 50 m³/h.

Pour un coefficient de majoration de 20%, on a : **Q₀ = 60 m³/h**.

En principe, pour assurer en toute sécurité la continuité du service, les pompes sont doublées ; c-à-d que la pompe principale est jumelée à une pompe homologue qui doit toujours être prête pour prendre le relais soit par commande manuel soit par un dispositif automatique.

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

- **Calcul de la pression d'aspiration :**

La pression d'aspiration est calculée par l'utilisation de la formule suivante :

$$P_{asp} = P_{sep} - 1\text{bar} \quad (\text{III.1})$$

$$P_{asp} = 6 - 1 = 5 \text{ bars.}$$

- **Calcul de la pression de refoulement :**

La pression de refoulement dans le collecteur d'huile de diamètre 8" est calculé à partir du logiciel PIPESIM est égale à : **40 bars**.

- **Calcul de la puissance de la pompe :**

La quantité d'énergie fournie pour permettre le fonctionnement d'un appareil électrique, exprimé en Watt (W) et donnée par la relation suivante:

$$P_{ui} = (P_{ref} - P_{asp}) \cdot Q \quad (\text{III.2})$$

$$P_{ui} = (40 - 5) \cdot 10^5 \cdot 60 / 3600$$

$$P_{ui} = 58,33 \text{ Kw}$$

- **Calcul de la hauteur manométrique :**

L'utilisation d'une pompe va permettre d'apporter l'énergie nécessaire c'est-à-dire d'augmenter la charge du fluide en transformant l'énergie électrique ou thermique fournie au moteur de la pompe en énergie mécanique, c'est la hauteur manométrique.

On a:
$$H_{man} = (P_{ref} - P_{asp}) / \rho \cdot g \quad (\text{III.3})$$

$$H_{man} = (40 - 5) \cdot 10^5 / 800 \cdot 9,81$$

$$H_{man} = 445,97 \text{ m}$$

CHPITRE III : MODELISATION ET OPTIMISATION DE RESEAU DE COLLECTE ACTUEL ET PROPOSE

III.4 Conclusion :

Cette étude a montré que l'EPF a un gain considérable et son installation est avantageux qui sert à donner l'opportunité d'ouvrir les puits fermés à cause de leur faible pression de tête et l'augmentation de débit de **23,47m³/h** jusqu'à **50 m³/h** avec une pression de séparation de **6 bars**.

CHAPITRE IV :

Etude techno-économique



CHAPITRE IV: ETUDE TECHNO-ECONOMIQUE

IV.1 Introduction :

Une bonne gestion d'un réservoir nécessite une évaluation économique et une analyse de tout un projet et investissement associé au réservoir durant sa vie.

Une étude doit être élaborée afin qu'on puisse prendre une décision économiquement fiable et attrayante c'est à dire ; avoir des bénéfices satisfaisant les objectifs et les critères économiques de la compagnie.

IV.2 Le coût des équipements de surface :

Les coûts des installations sont donnés dans les tableaux IV.1 et IV.2 :

Tableau IV.1: Le coût des pipes et des manifolds. [3]

Pipes	Longueur (m)	Diamètre (pouce)	Coût unitaire de pipe (DA)	Coût de pipe en (DA)	Coût de pipe en \$
HDZ2- HDZM2	45	4	4000	180000	1620
HDZ9-HDZM2	1005	4	4000	4020000	36180
HDZ10-HDZM1	5474	4	4000	21896000	197064
HDZ11-HDZM1	4031	4	4000	16124000	145116
HDZ13-HDZM2	2000	4	4000	8000000	72000
HDZ15-HDZM1	275	4	4000	1100000	9900
HDZ17-HDZM1	2300	6	4200	9660000	86940
HDZS1-HDZM2	6509	6	4200	27337800	246040.2
HDZM1-MEPF	201	8	7200	1447200	13024.8
HDZM1-MEPF	201	12	8200	1648200	14833.8
HDZM2-MEPF	4711	8	7200	33919200	305272.8
HDZM2-MEPF	4711	12	8200	38630200	347671.8
Les trois manifolds				36000000	324000
Le coût total				199962600	1799663.4

CHAPITRE IV: ETUDE TECHNO-ECONOMIQUE

Tableau IV.2 : Le coût des équipements en location. [3]

Equipement	Coût de location en DA/mois	Coût de location en \$/mois
Séparateur	56360772	507246.94
Pompe	12509640	112586.76
Coût total	104870412	943833.70

IV.3 Etude de sensibilité sur le revenu et le gain aux prix du brut :

Le prix de location d'une installation d'une pompe multiphasique de type II (BONATTI) et un séparateur sont estimés à 943833.70\$/mois et le coût total des pipes et MFD et estimé à 1799663.40\$.

Tableau IV.3 : Etude de sensibilité sur le revenu et le gain aux prix de brut.

Gain en production		Prix du brut	Revenu journalier	Gain à partir de 1 ^{er} mois	Gain à partir de 2 ^{ème} mois
m ³ /h	bbl/mois	\$	\$/mois	\$/mois	\$/mois
26,53	120135,84	70	8409508,8	5666011.7	7465675.5
26,53	120135,84	60	7208150,4	4464653.3	6264316.7
26,53	120135,84	50	6006792	3263294.9	5062958.3
26,53	120135,84	40	4805433,6	2061936.5	3861599.9
26,53	120135,84	30	3604075,2	860578.1	2660241.5

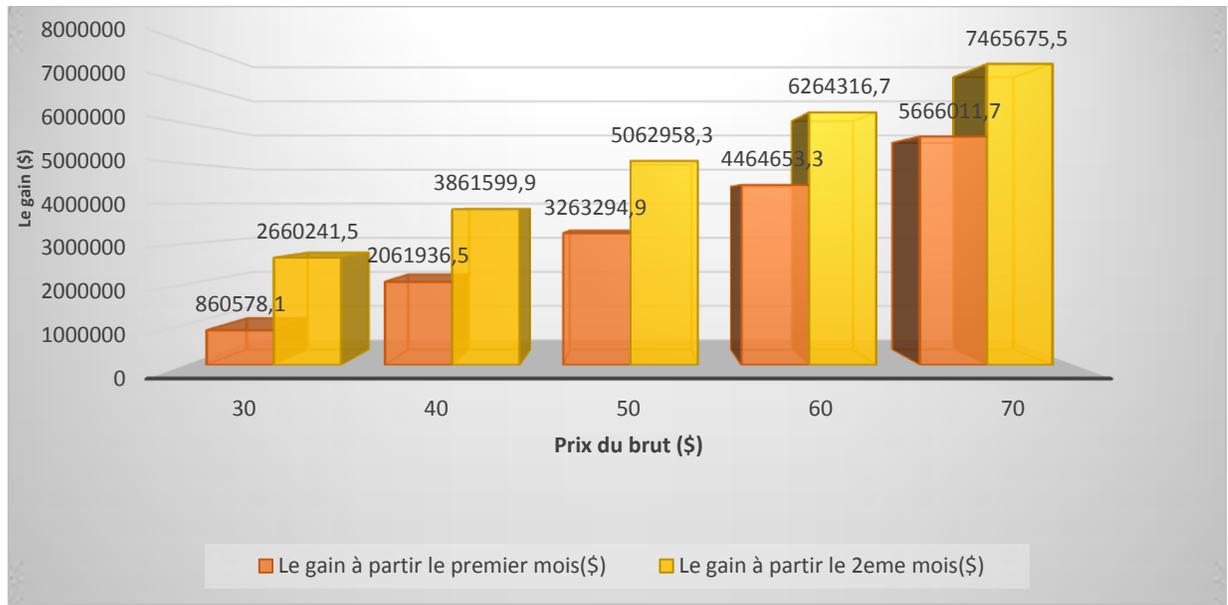


Figure IV.1: Résultats de l'étude de sensibilité sur le revenu et le gain au prix du brut.

- **Interprétation des résultats:**

L'histogramme ci-dessus montre clairement que:

- ✓ A partir du prix actuel du brut (70\$/bbl) l'installation proposée donne un gain de 5666011,7\$/mois pour le premier mois et 7465675,5\$/mois pour le deuxième mois.
- ✓ Lorsque le prix du brut est diminué jusqu'à 30\$/bbl par exemple, cette installation donne aussi un gain (860578,1/mois à partir de premier mois et 2660241,5\$/mois pour le deuxième mois).

IV.4 Conclusion :

D'après les résultats détaillés précédemment, on peut dire que la nouvelle installation est rentable, elle influe positivement sur le gain d'huile récupéré quelque soit le prix du brut.

CONCLUSION
ET
RECOMMENDATIONS

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Conclusions :

Suite à l'étude d'optimisation faite sur l'ensemble des puits du champ Hassi Dzabat nous a permis de conclure les points suivants:

- ✓ La valeur des pertes de charge enregistrées au niveau du réseau de collecte est très importante et la capacité de ce dernier ne répond plus au potentiel réel du champ.
- ✓ Changement des diamètres inconvenable de quelques pipes pour éviter la corrosion, l'érosion et l'accumulation des dépôts qui favorisent l'augmentation des pertes de charge.
- ✓ L'emplacement des trois manifolds permet de faire une importante réduction des pertes de charge et donner la possibilité de raccordement des autres puits voisins dans le but d'augmenter le niveau de production dans l'ensemble des puits du champ HDZ.
- ✓ La diminution de la pression de séparation jusqu'à **6 bars** au niveau d'EPF sert à donner l'opportunité d'ouvrir les puits fermés à cause de leurs faibles pressions de tête, ce qui provoque une augmentation de la production avec un gain de **26.53 m³/h**.
- ✓ L'installation d'une unité de pompage sur le champ HDZ après le séparateur permet de soulager le séparateur et l'expédition d'huile vers HGA.
- ✓ L'allègement des contraintes influe positivement sur le débit d'huile.
- ✓ Pour ce qui concerne notre étude techno-économique, on peut juger d'après les résultats obtenus que c'est un succès, puisqu'on a obtenu des gains intéressants dans la production même on prenant un cas pessimiste (par exemple en cas de chute de prix de brut à **30\$** on va obtenir un gain de **860578.1\$** à partir de premier mois).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Recommandations:

En fin pour un développement efficace du champ de Hassi Dzabat, des recommandations ont été suggérées comme suite :

- ✓ Faire un contrôle quotidien du débit d'huile pour confirmer les résultats d'optimisation.
- ✓ Faire des tests périodiques sur les puits pour mieux connaître le comportement de réservoir.
- ✓ Faire une étude topographique afin de vérifier le changement d'élévation.
- ✓ Vérifier périodiquement l'épaisseur de parois des pipes et le diamètre de la duse pour prévenir au problème de bouchage par les dépôts de sels et des asphaltène.
- ✓ La mise en place de manifold au lieu des jonctions pour éviter le freinage causé par un puits bon producteur sur un puits à faible débit.
- ✓ L'installation des pipes de diamètre de 12" entre les deux manifolds et le manifold de l'EPF sert à accepter la charge de tous les puits existant et des nouveaux puits à forer.
- ✓ La mise en place d'un séparateur pour diminuer la pression des lignes.
- ✓ L'installation d'une pompe multiphasique sert à donner la possibilité de diriger la production directement depuis les manifolds vers cette pompe en cas de manipulation sur le séparateur.
- ✓ Faire des études techno-économique sur toute la durée d'exploitation du champ avant de faire n'importe quel projet.

Références Bibliographiques

*



Références bibliographiques :

- [1] BENCHEIKH Mohamed-Ali, DOKMA Lakhdar, «Application de l'analyse nodale pour l'optimisation de choix de complétion et l'effet de production avec et sans Storm choke sur le puits HTG 11(Hassi Touareg)», pour obtenir un diplôme de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2015.
- [2] HERIHIRI Raouf, DEKHILI Abdel-Ali, «Modélisation et optimisation de système de production de la série inférieure du gisement de Hassi R'mel sud (2014-2015) », pour obtenir un diplôme de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2015.
- [3] Data Bank, service réservoir, SONATRACH Hassi Messaoud division production IRARA,(Donnée du essais du puits)2013,(Donnée de jaugeage)2018.
- [4] MOULATI Kheiri, SADAOUI Redouane, «Application de la surveillance géologique sur chantier (cas de puits de Hassi Dzabat15)», pour obtenir le diplôme de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2013-2014.
- [5] REZZAGBARA Choib, HADJADJ Abdelhafed, «Caract2risation d'un réservoir compact en vue d'une optimisation de production -cas du champ de Hassi Dzabat- Algérie», pour obtenir le diplôme de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2013-2014.
- [6] ZAATOUT Kamel, «Etude d'installation d'une unité de pompe à W2A», Base IRARA entreprise SONATRECH, 2002.
- [7] HARRACHIF Mohamed, BENKAA Mohamed, «Modélisation et optimisation du système de production du champ Ourhoud», pour obtenir le diplôme d'ingénieur d'état en exploitation, Université Mohamed Bougara Boumerdés, 2009-2010.
- [8] «PIPESIM fundamentals, multiphase flow simulator, work flow/ solution training», version 2012, Schlumberger, December 20, 2013.
- [9] BOURAS Khaled, MECHALIKH Farouq, «Optimisation de production dans le champ nord de Hassi Messaoud par la mise en place d'un séparateur avec une unité de pomperie au niveau du manifold OMP153», pour obtenir le diplôme de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2017.
- [10] Jean-François LAPRAY, Ingénieur de l'école Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble (ENSHMG), chef du service technique GEC-ALSTHOM.
- [11] GUAOUAS Ahmed Nabil, KERROUT Abdellatif, TELMANI Imadeddine, «Etude comparative de la pose d'une pomperie dans la station satellite OMN13», pour obtenir le diplôme de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2016

- [12] AMGHAR Djilali, MEZIANI Boubaker, «Détermination des vitesses minimales requises pour le nettoyage des drains horizontaux forés en UBD (Application au puits ONMZ #263)», IAP-CU Boumerdes, 2006.
- [13] L.Mailhe ingénieur à ELF-RE «Cours de production, collecte - traitement - stockage», Institut Français de Pétrole, édition technip 27 rue Ginoux 75737 Paris Cedex 15, 1974.
- [14] AOUADJ Mounir, «Conception d'une commande non linéaire de capteurs en réseau (Application sur le réseau de collectes d'huile de Hassi Messaoud)», pour obtenir le diplôme de doctorat en sciences en électronique, Université Hadj Lakhdar Batna, 2016.

Les sites internet :

<http://scholar.google.com> 23/04/2018

<http://books.google.com> 23/04/2018

SNDL 20/04/2018

Annexes

Annexe A : Les corrélations de l'écoulement vertical des puits

Le puits HDZ9 :

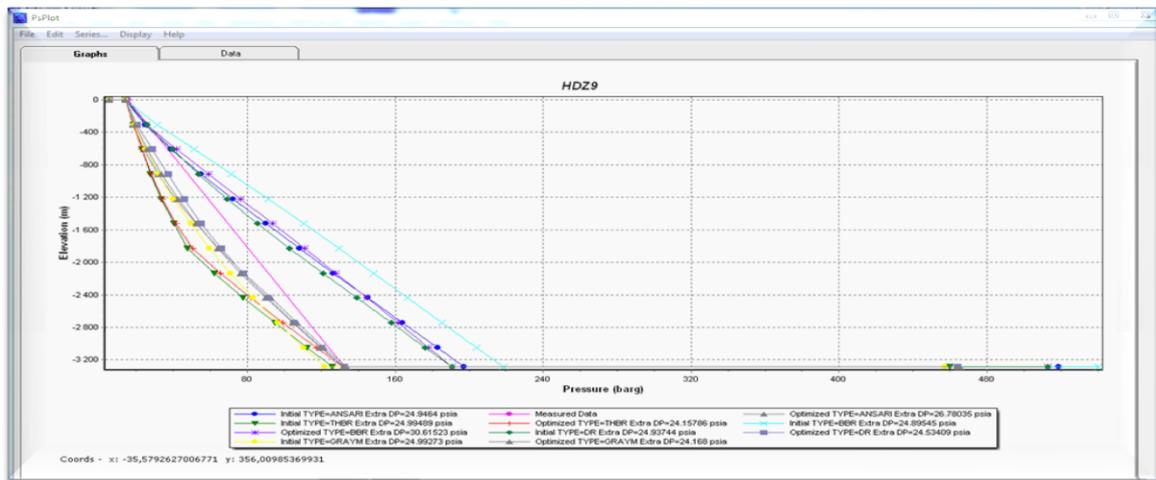


Figure A.1 : les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ9.

Le puits HDZ10 :

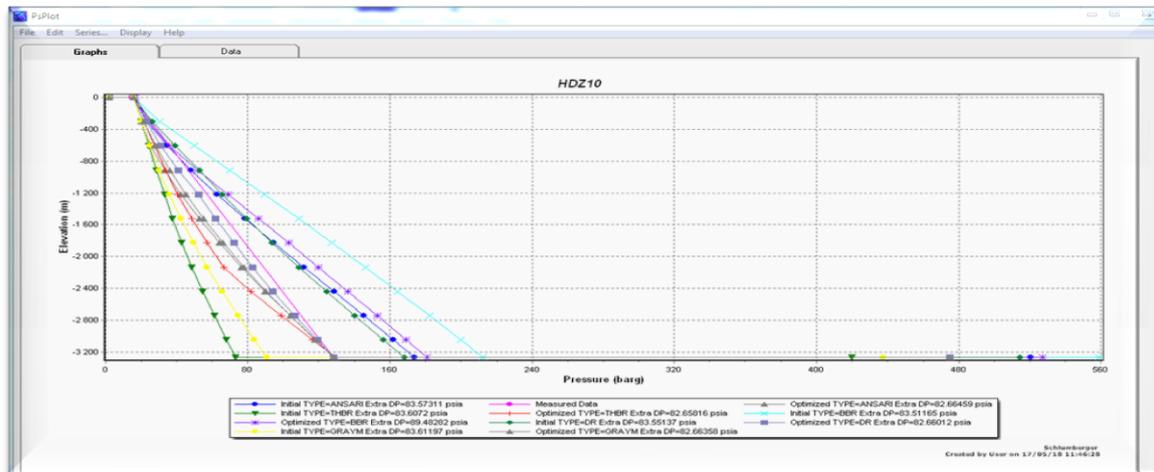


Figure A.2 : Les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ10.

Le puits HDZ11 :

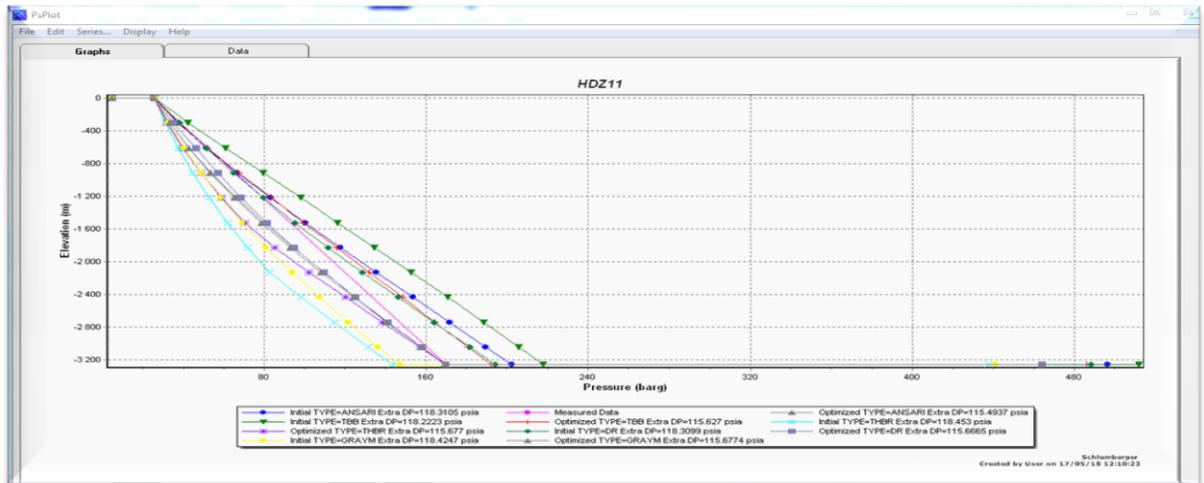


Figure A.3 : Les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ11.

Le puits HDZ13 :

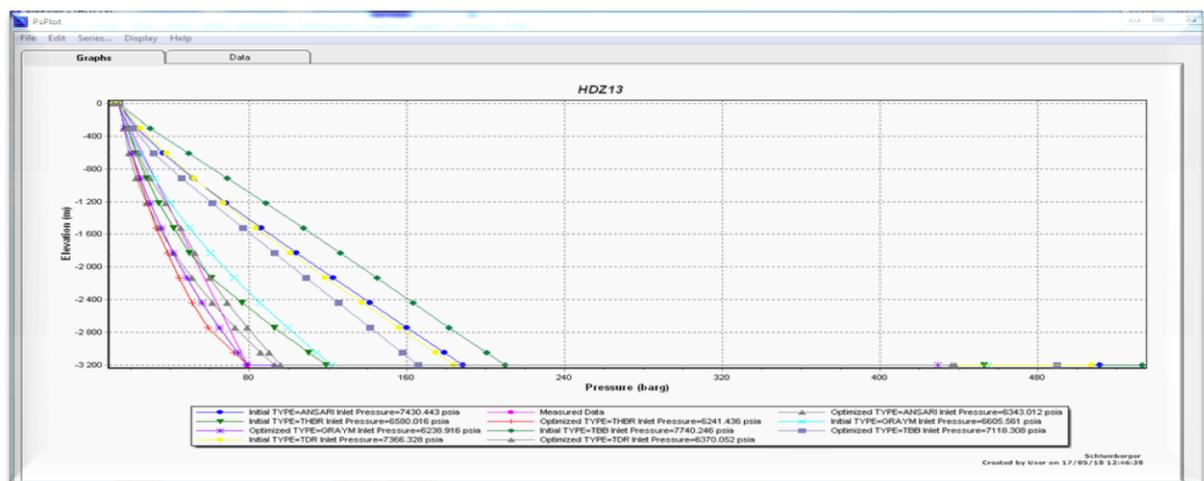


Figure A.4: Les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ13.

Le puits HDZ14 :

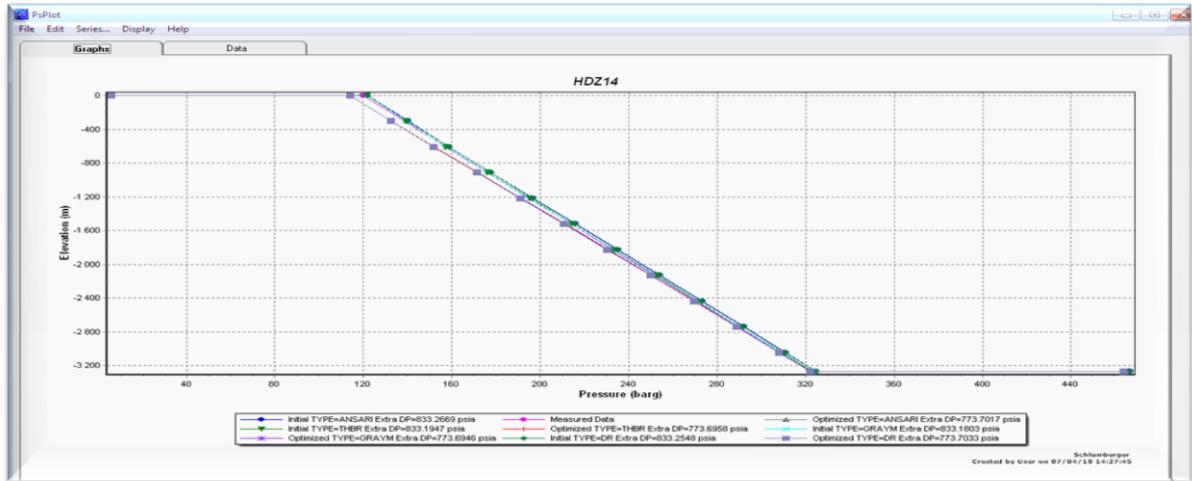


Figure A.5 : les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ14.

Le puits HDZ15 :

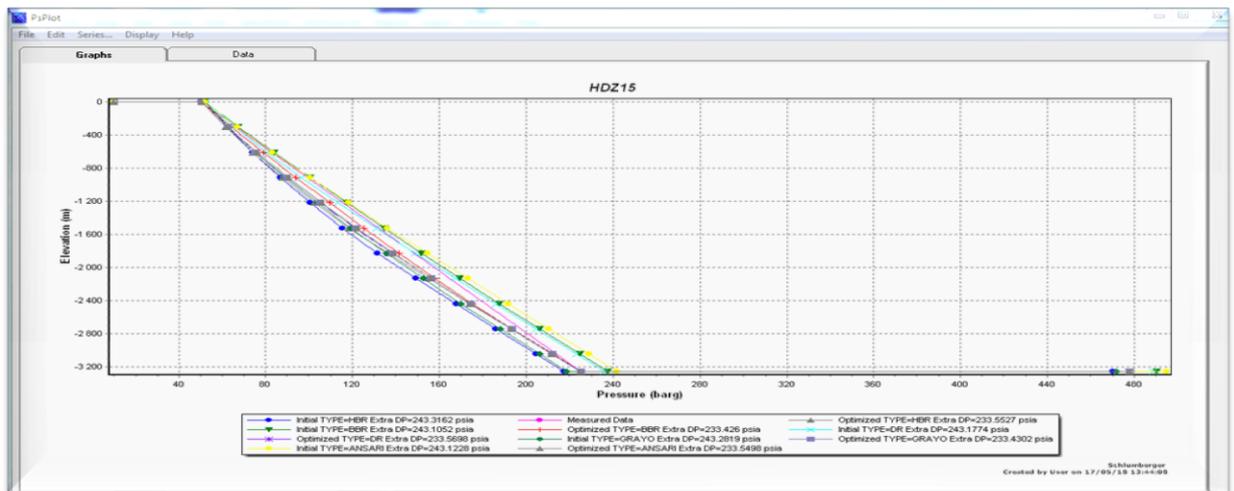


Figure A.6 : Les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ15.

Le puits HDZ17 :

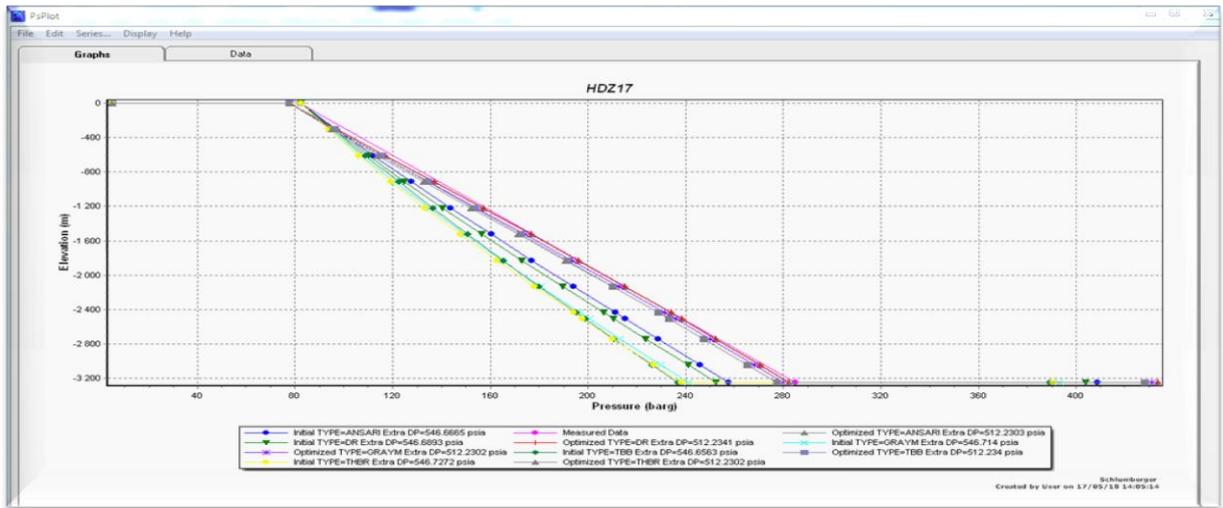


Figure A.7 : Les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZ15.

Le puits HDZS1 :

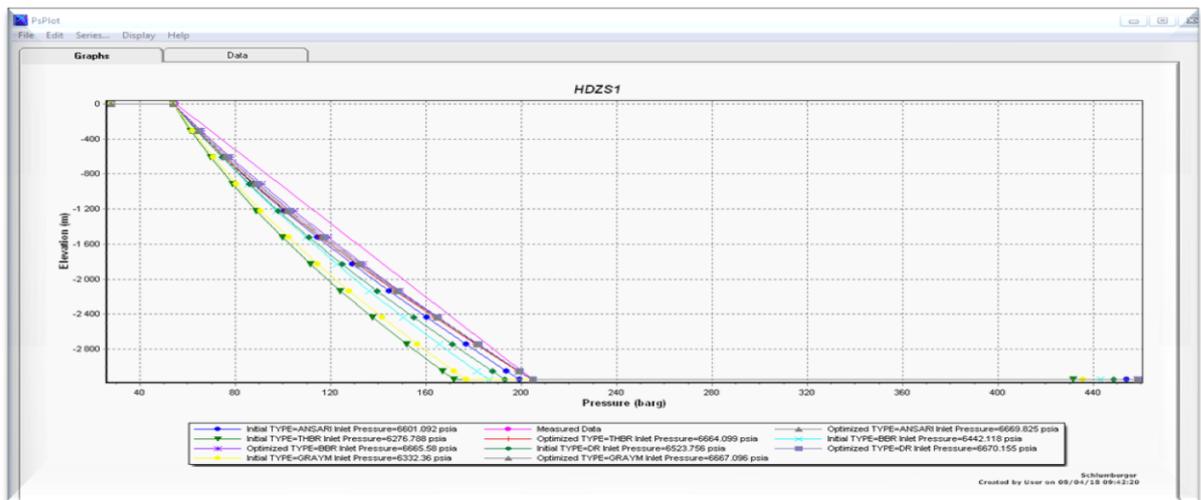


Figure A.8 : Les corrélations de l'écoulement vertical du puits HDZS1.

Annexe B : Points de fonctionnement des puits

Le puits HDZ9 :



Figure B.1 : Point de fonctionnement du puits HDZ9.

Le puits HDZ10 :

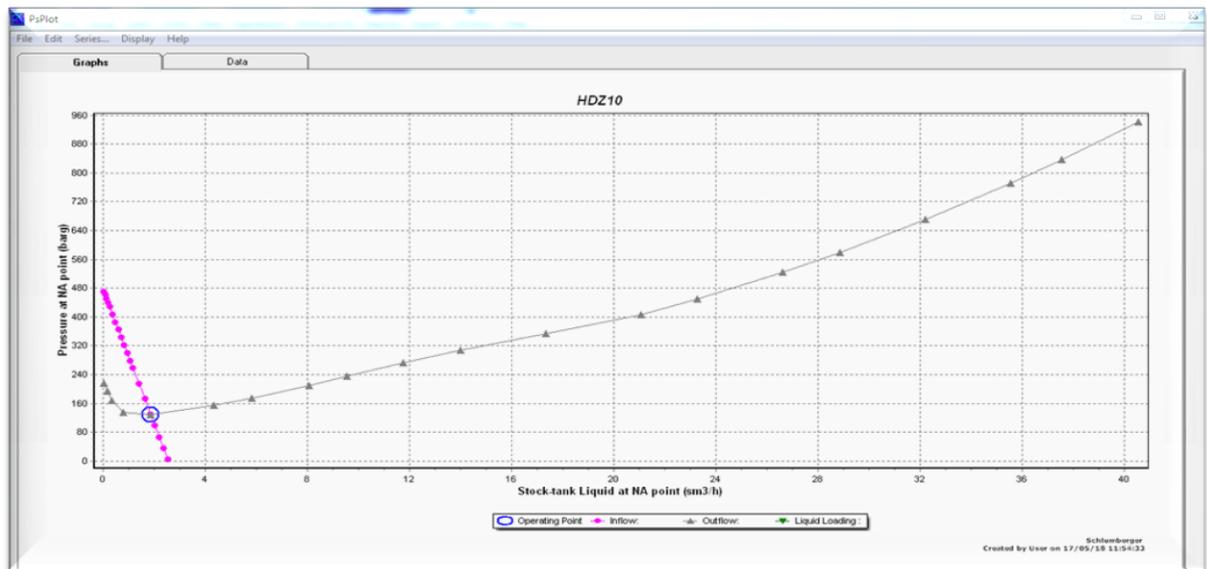


Figure B.2 : Point de fonctionnement du puits HDZ10.

Le puits HDZ11 :

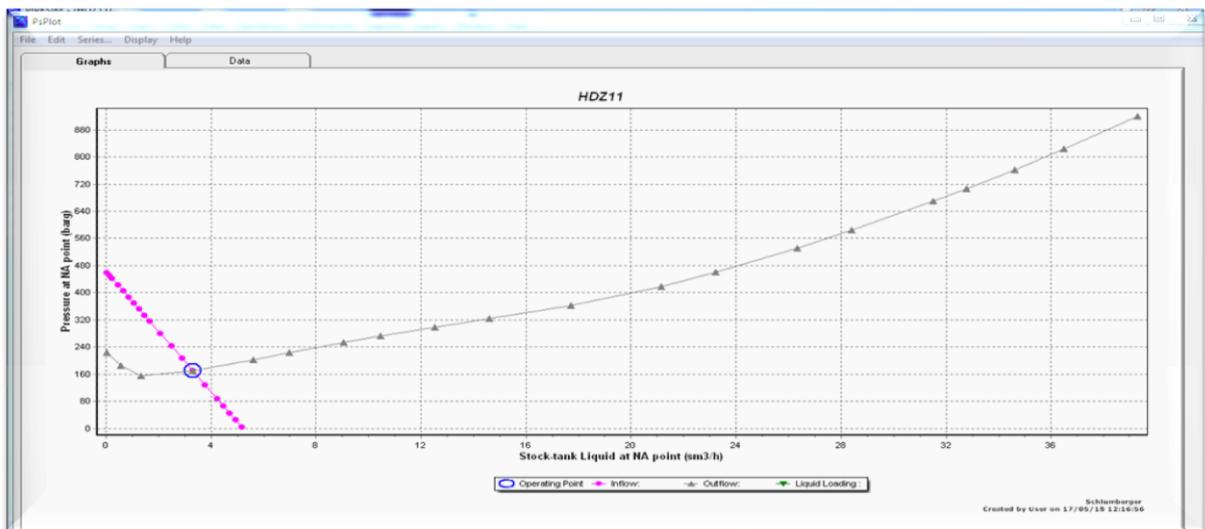


Figure B.3 : Point de fonctionnement du puits HDZ11.

Le puits HDZ13 :

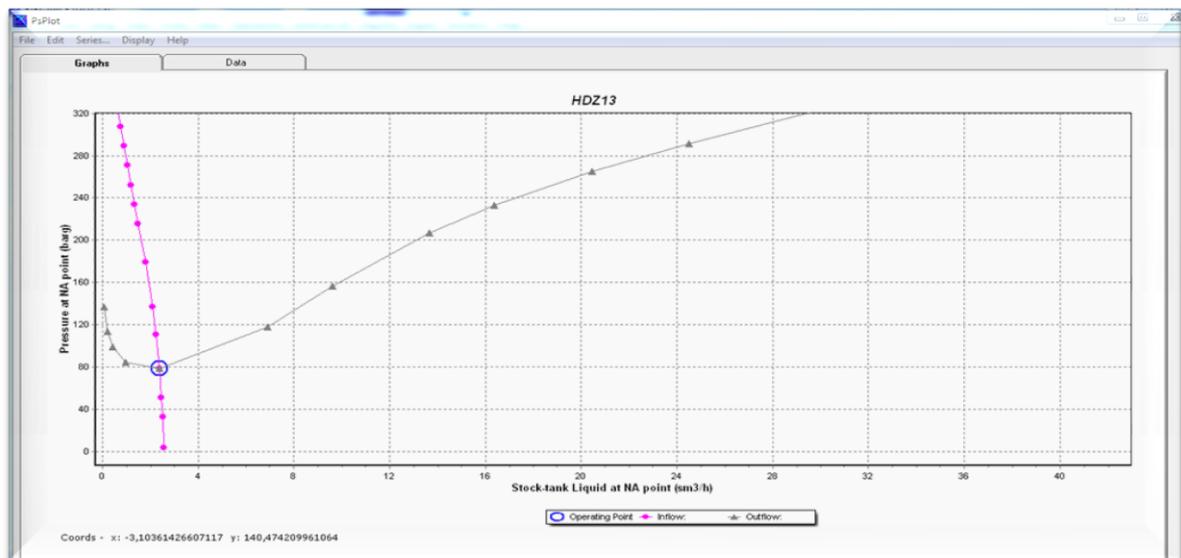


Figure B.4 : Point de fonctionnement du puits HDZ13.

Le puits HDZ14 :

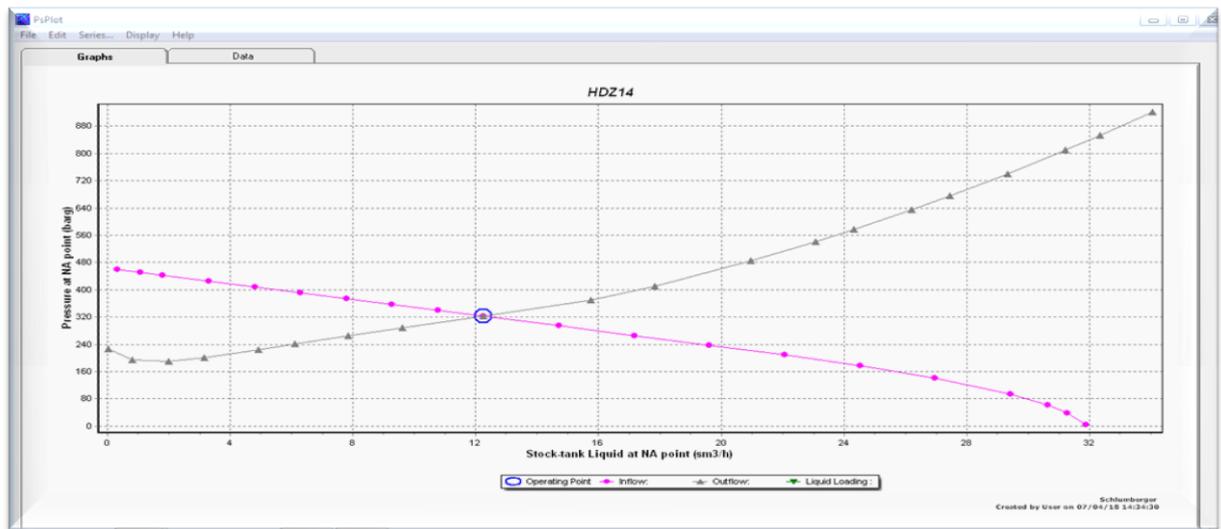


Figure B.5 : Point de fonctionnement du puits HDZ14.

Le puits HDZ15 :

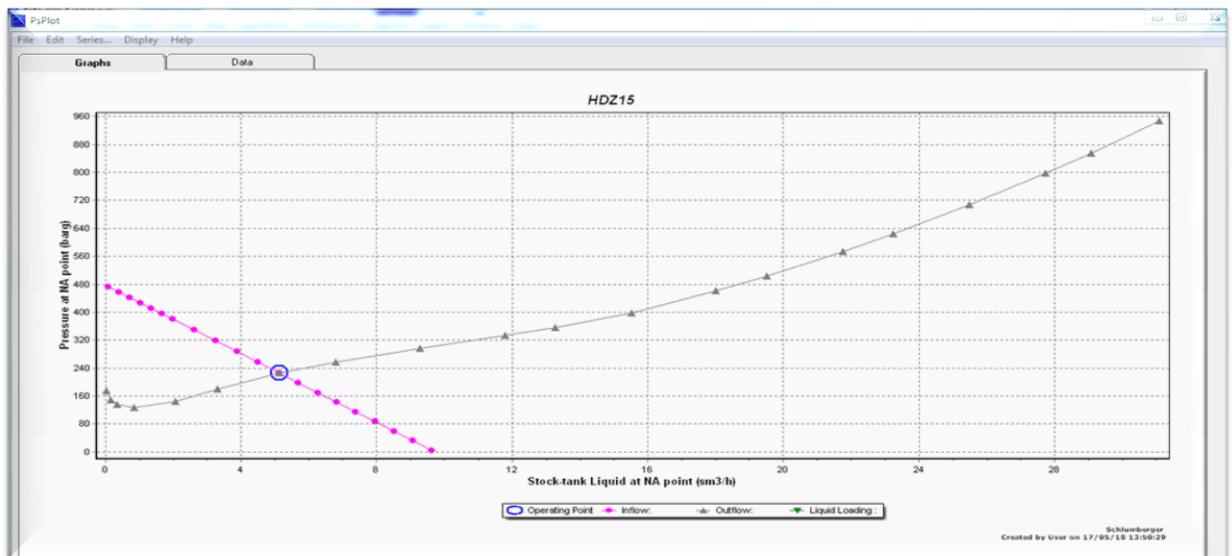


Figure B.6 : Point de fonctionnement du puits HDZ15.

Le puits HDZ17 :

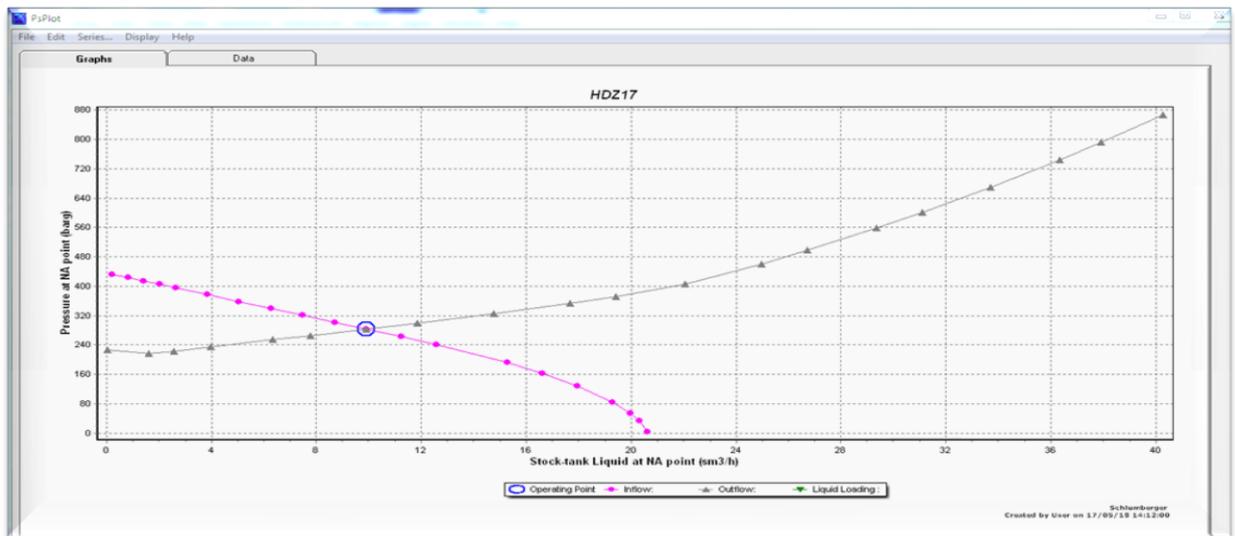


Figure B.7 : Point de fonctionnement du puits HDZ17.

Le puits HDZS1 :



Figure B.8 : Point de fonctionnement du puits HDZS1.

Annexe C : Point de fonctionnement des puits après l'actualisation

Le puits HDZ13 :



Figure C.1 : Point de fonctionnement du puits HDZ13 après l'actualisation.

Le puits HDZ14 :

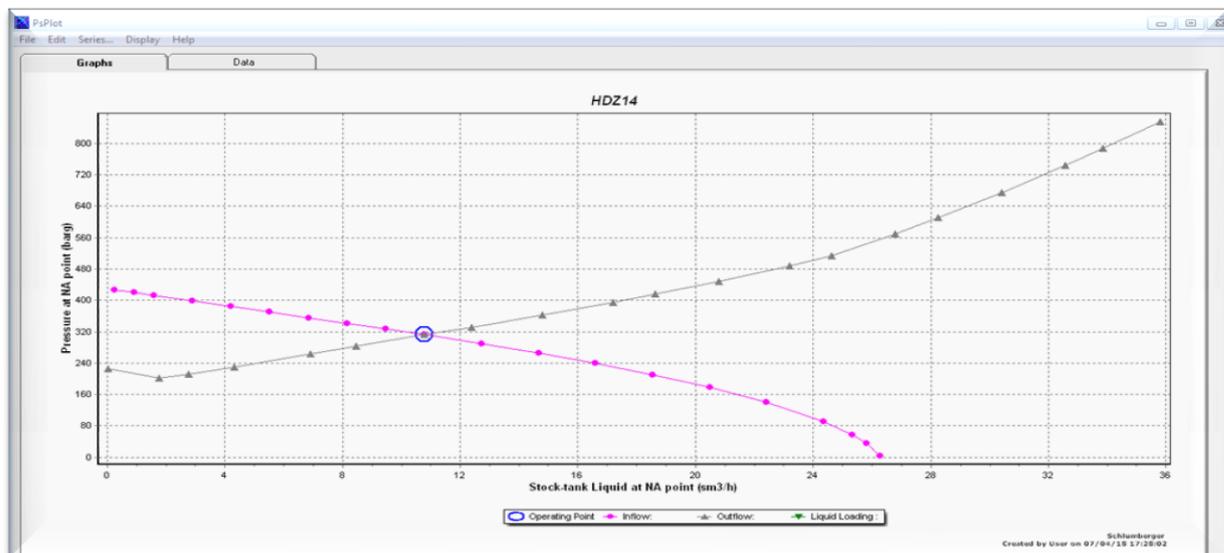


Figure C.2 : Point de fonctionnement du puits HDZ14 après l'actualisation.

Le puits HDZ17 :

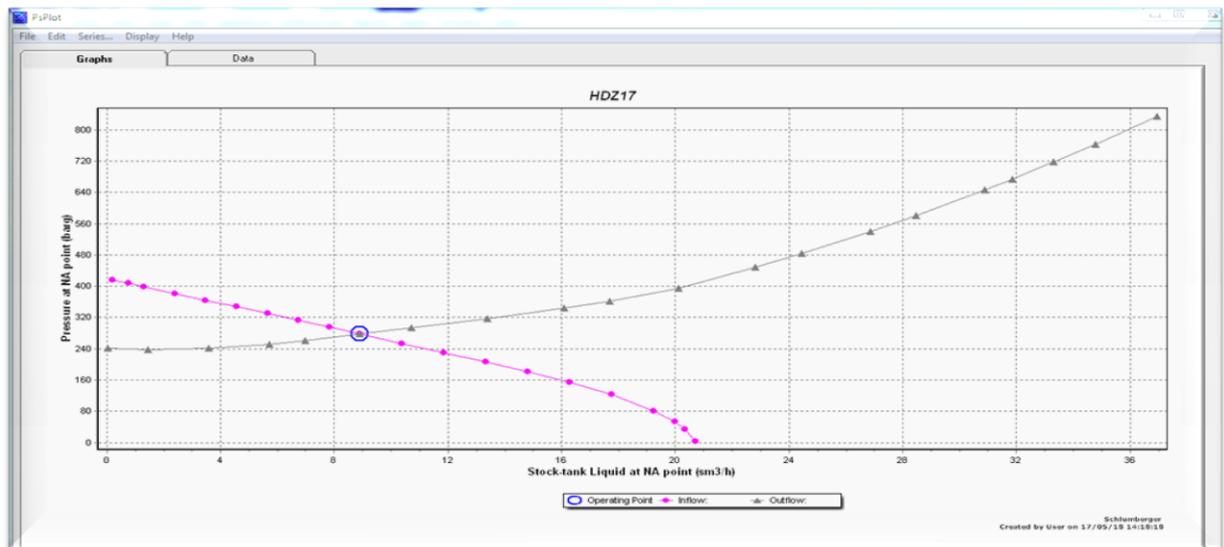


Figure C.3 : Point de fonctionnement du puits HDZ17 après l'actualisation.

Annexe D : Sensibilité sur le GOR des puits

Le puits HDZ9 :

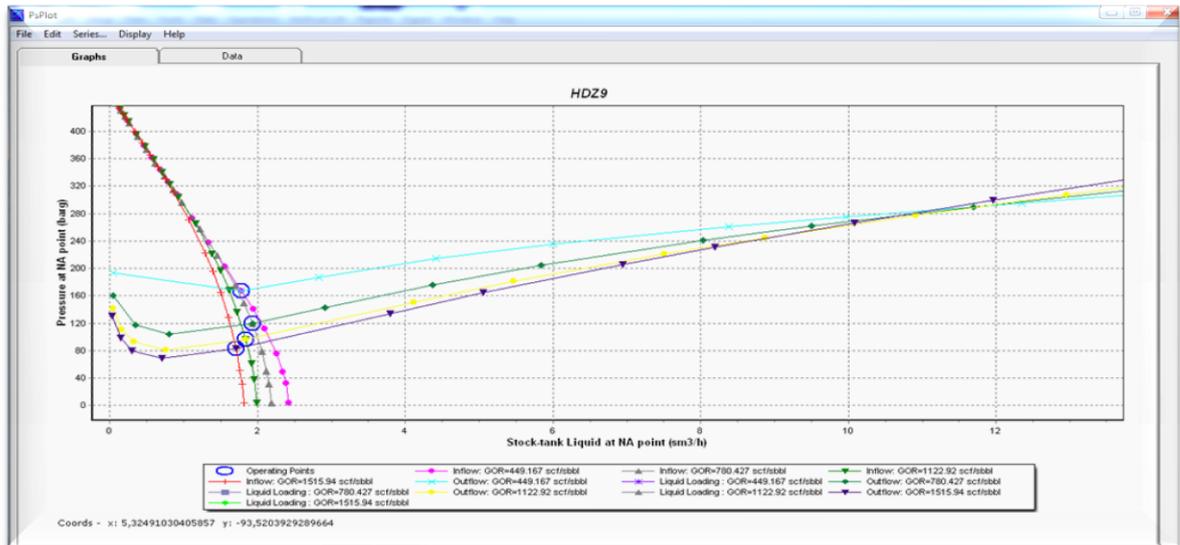


Figure D.1 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ9.

Le puits HDZ10 :

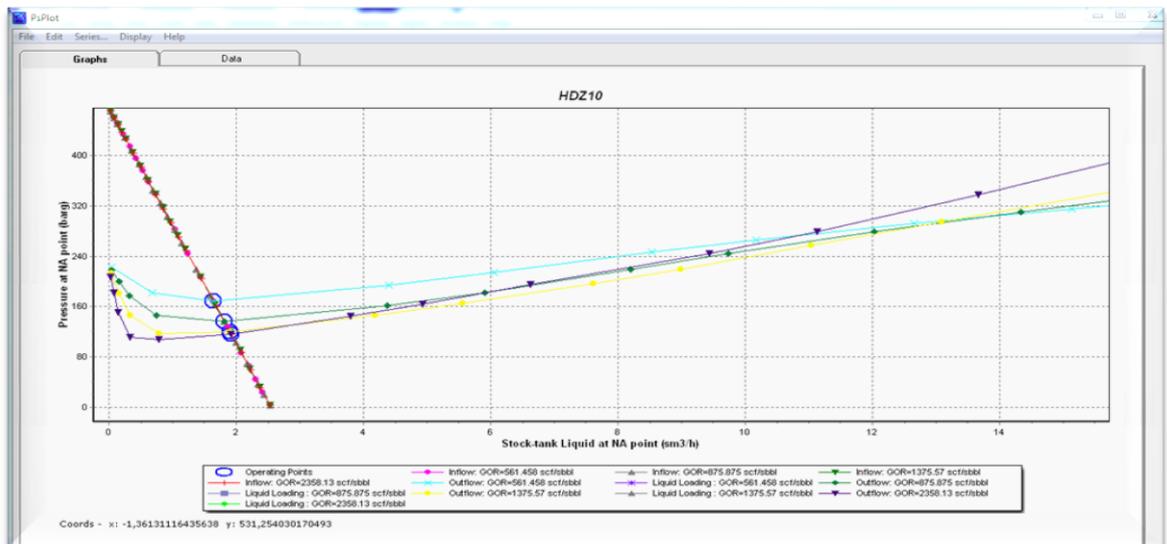


Figure D.2 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ10.

Le puits HDZ11 :

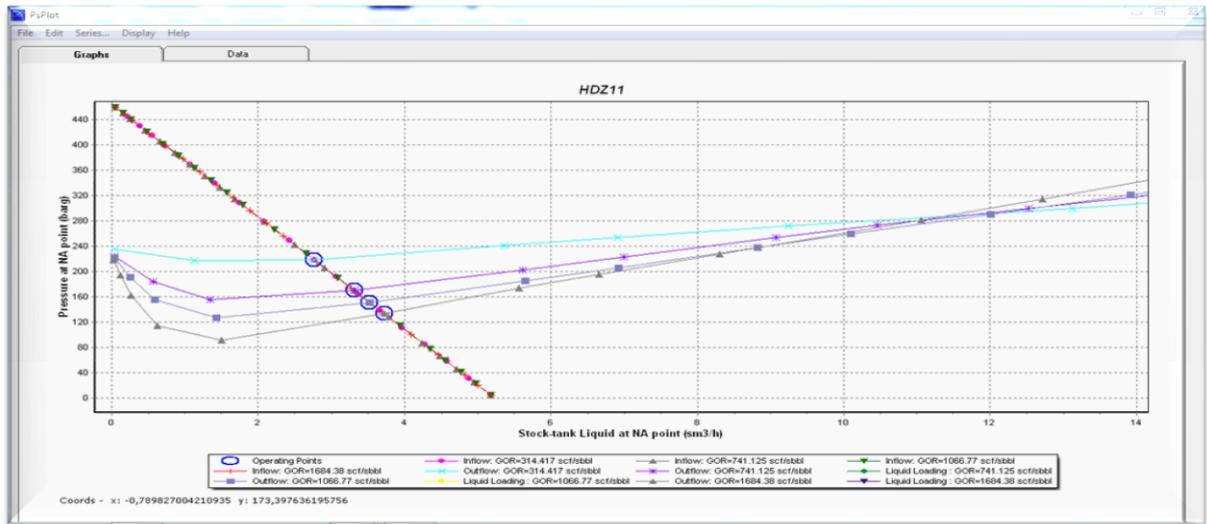


Figure D.3 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ11.

Le puits HDZ13 :

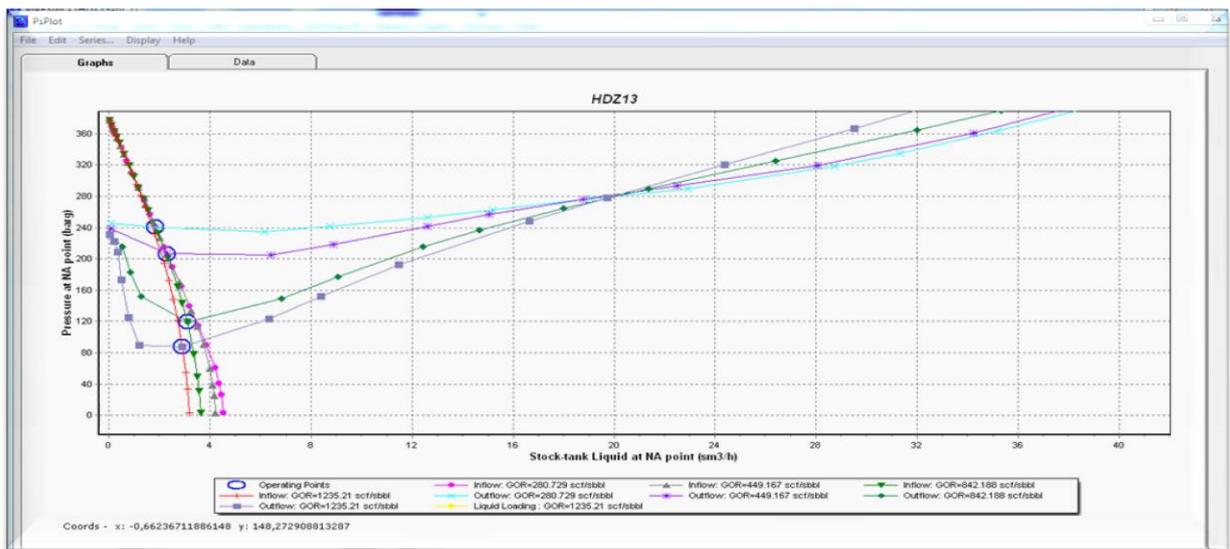


Figure D.4 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ13.

Le puits HDZ14 :

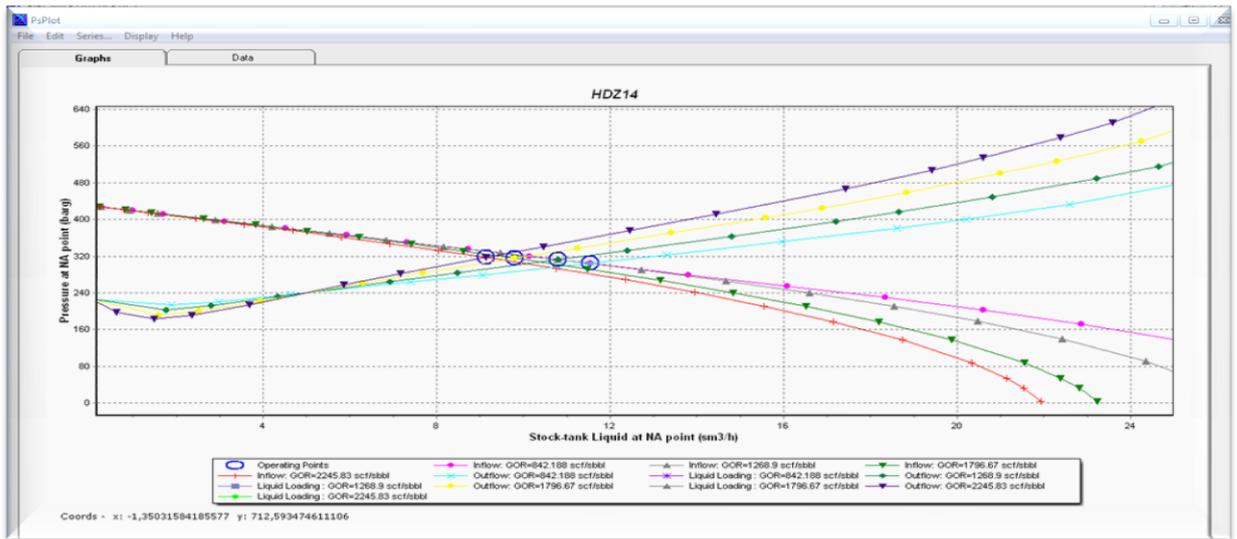


Figure D.5 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ14.

Le puits HDZ15 :

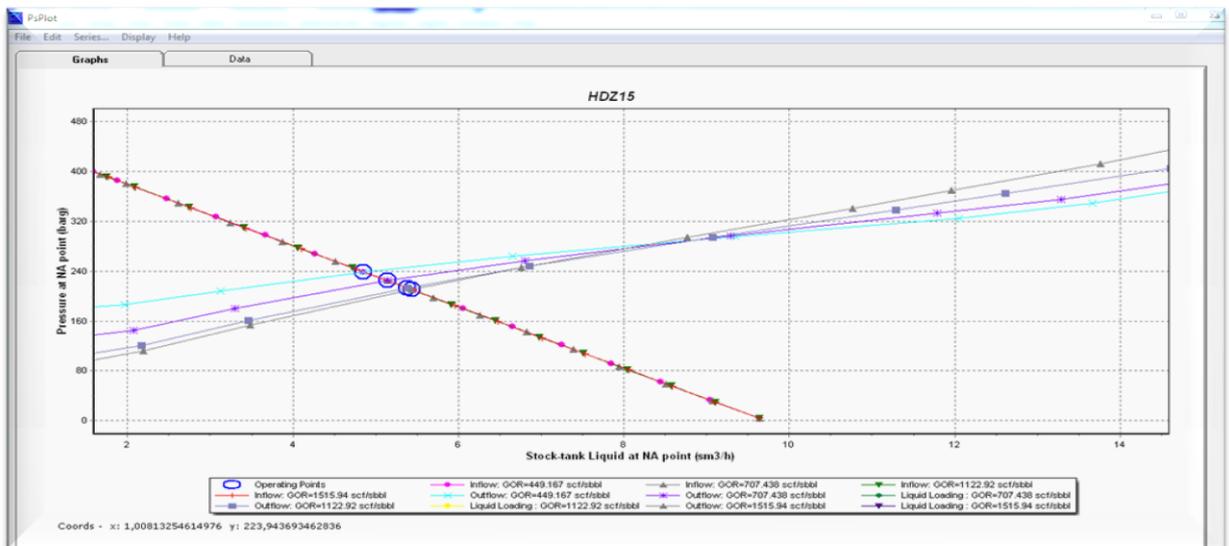


Figure D.6 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ15.

Le puits HDZ17 :

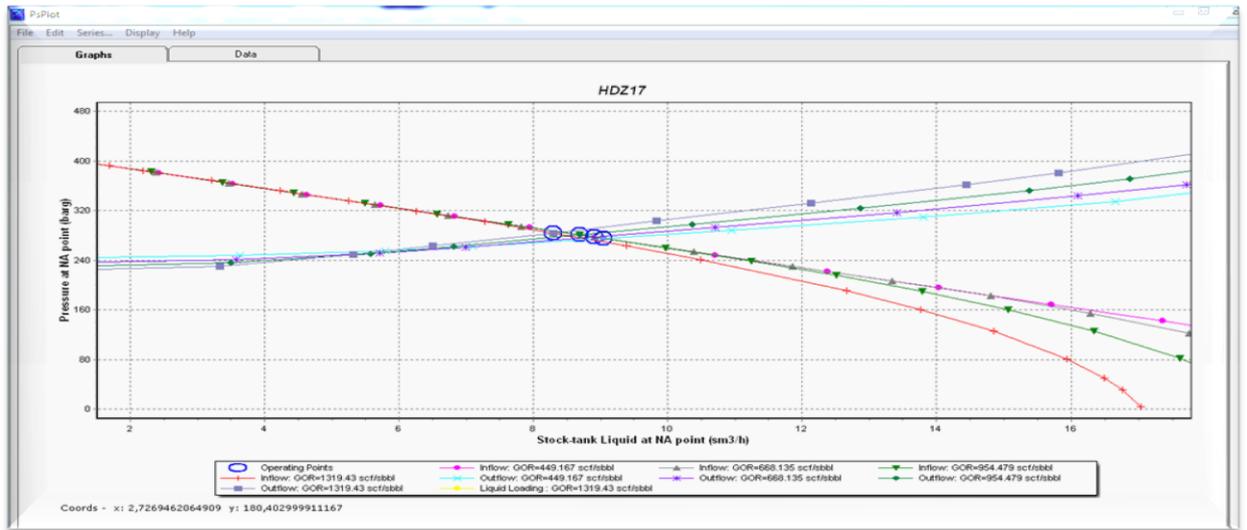


Figure D.7 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZ17.

Le puits HDZS1 :

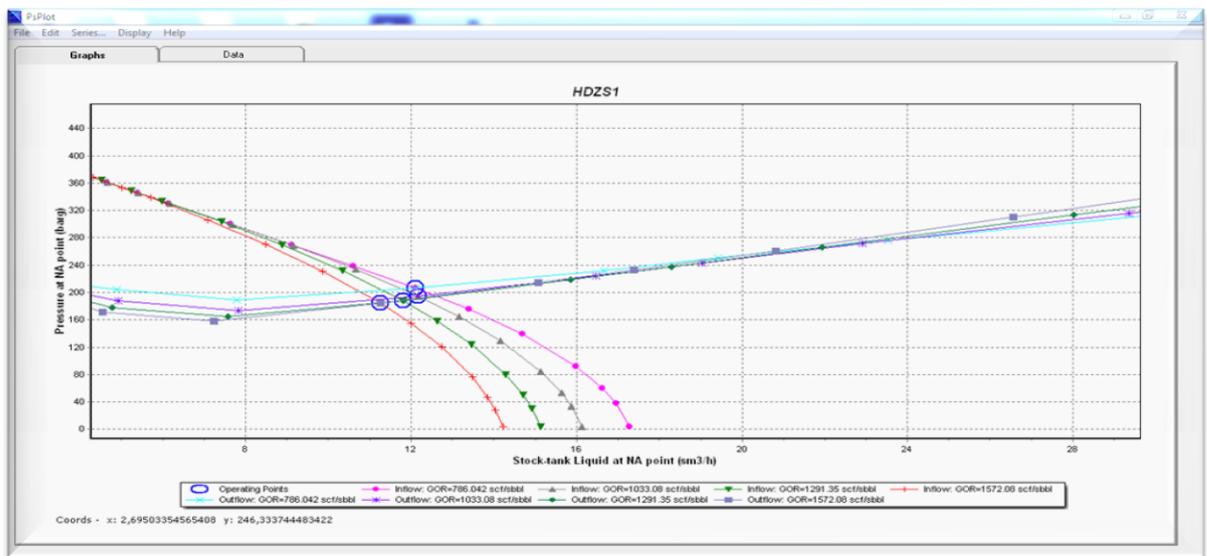


Figure D.8 : Sensibilité sur le GOR du puits HDZS1.

Annexe E : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits

Le puits HDZ9 :

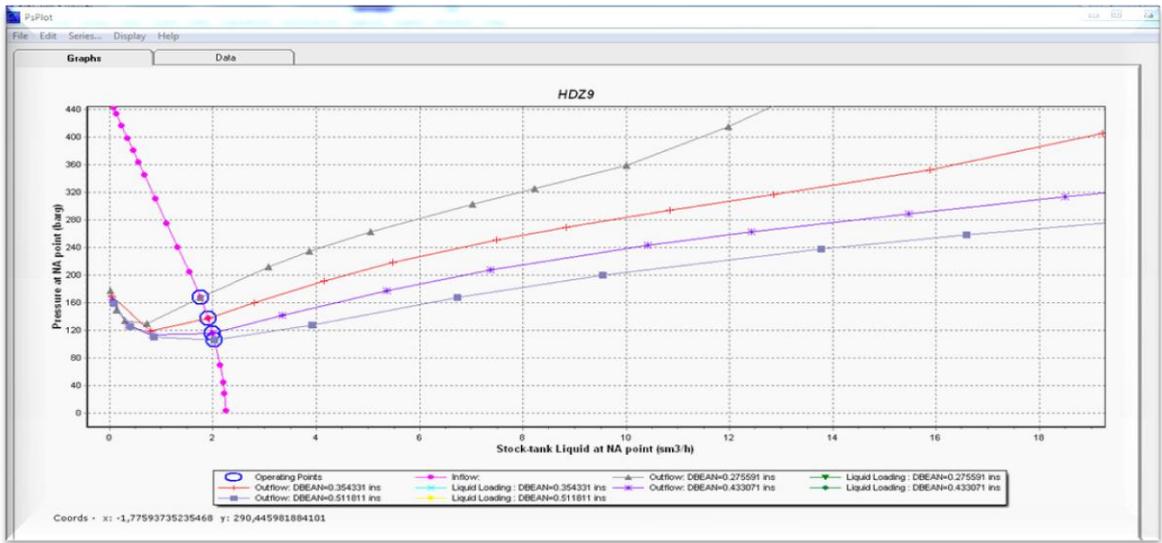


Figure E.1 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ9.

Le puits HDZ10 :

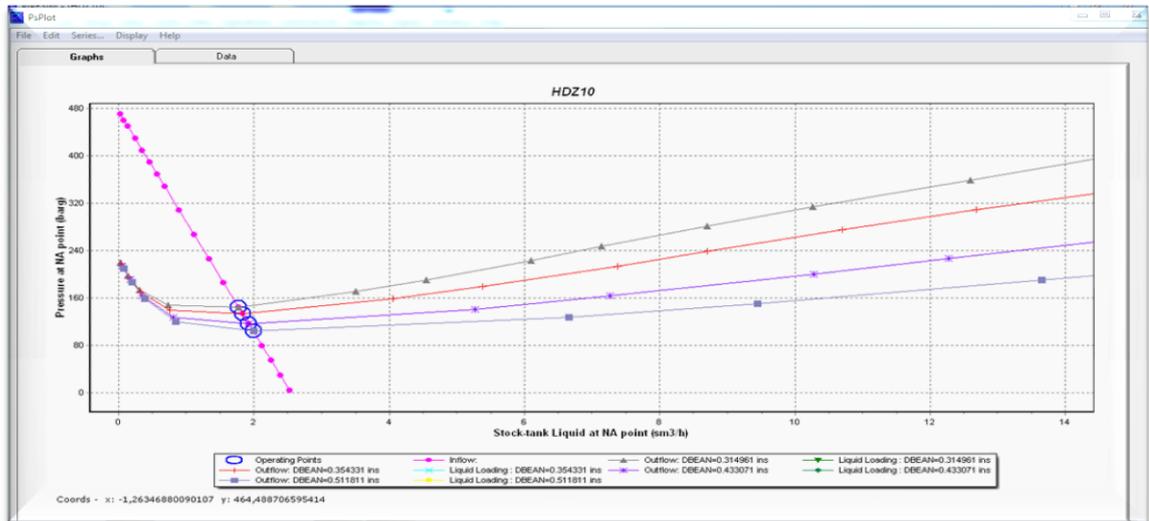


Figure E.2 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ10.

Le puits HDZ11 :

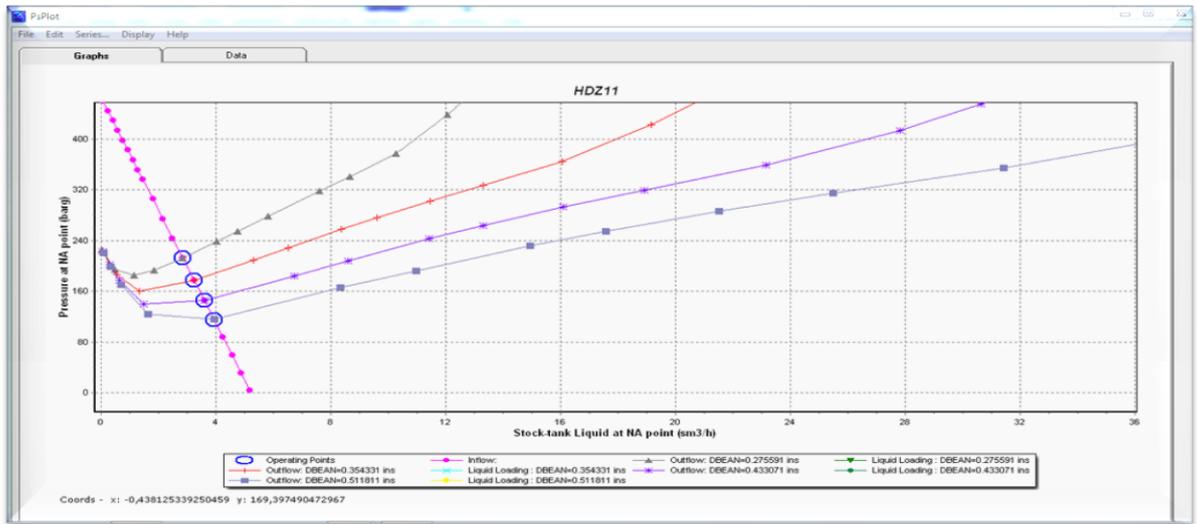


Figure E.3 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ11.

Le puits HDZ13 :

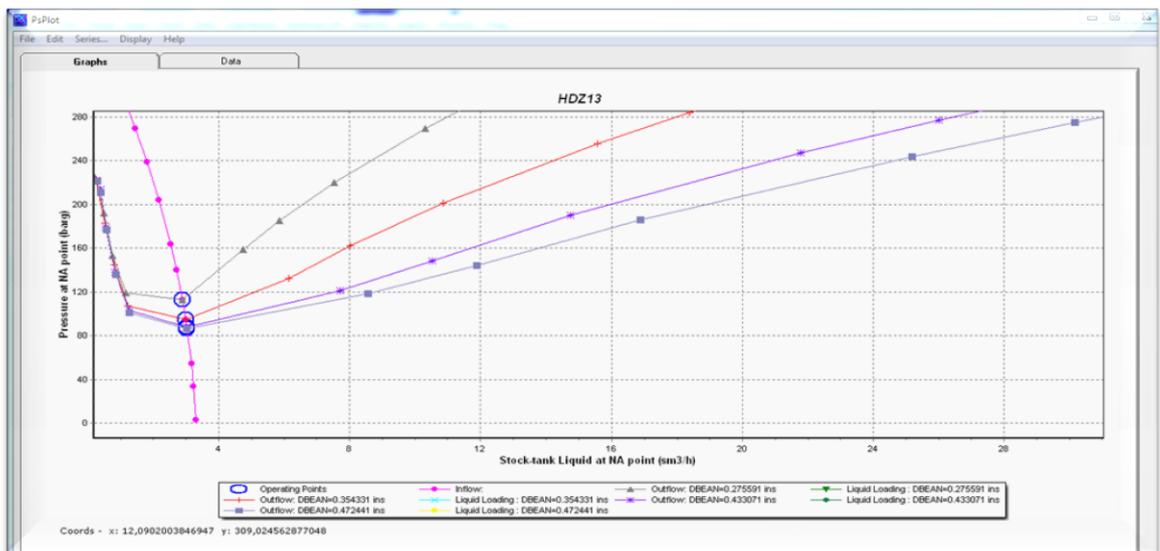


Figure E.4 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ13.

Le puits HDZ14 :

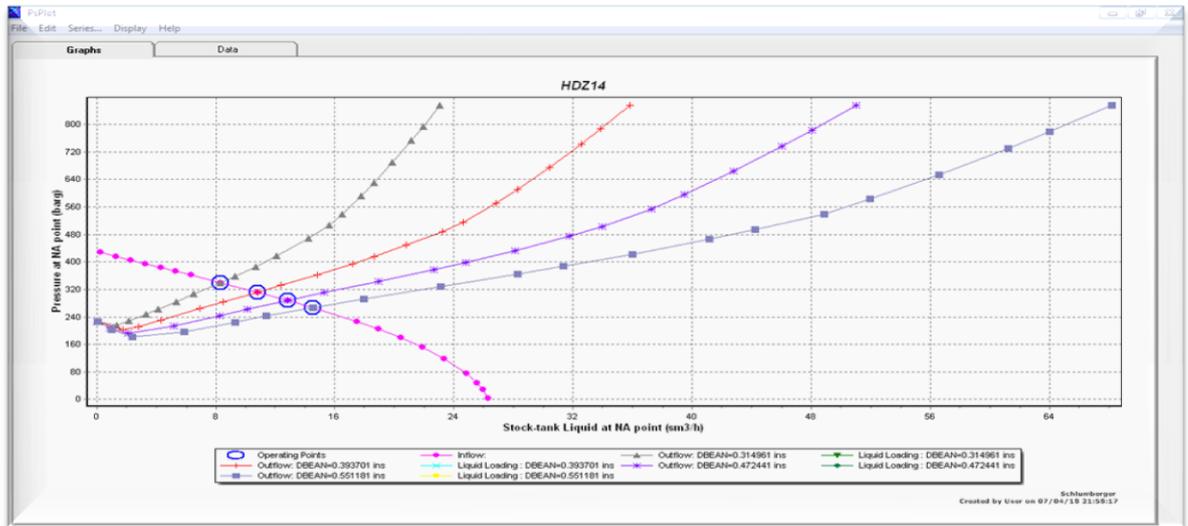


Figure E.5 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ14.

Le puits HDZ15 :

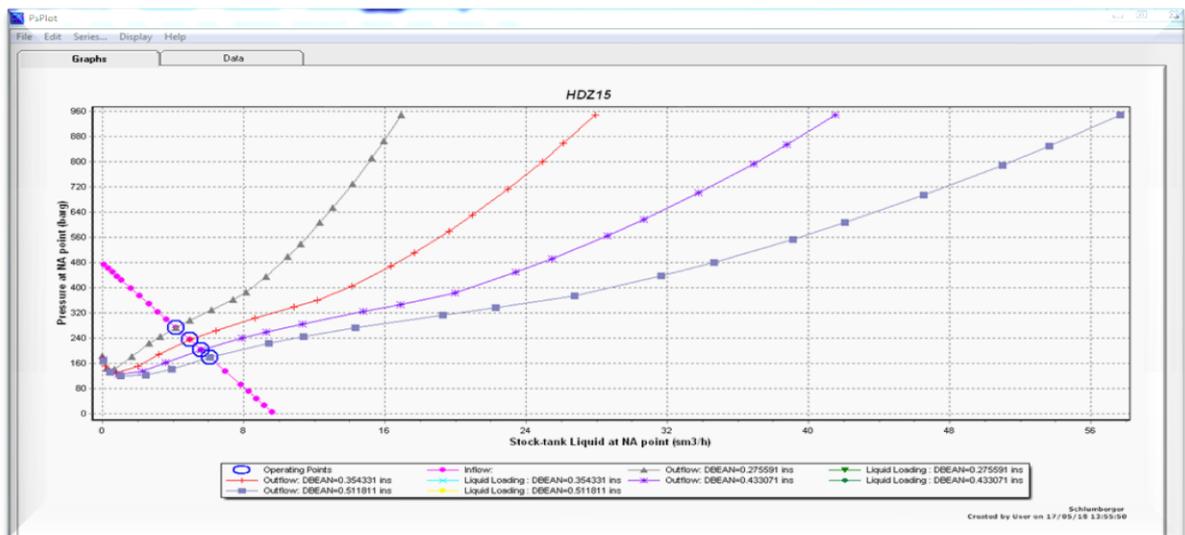


Figure E.6 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ15.

Le puits HDZ17 :

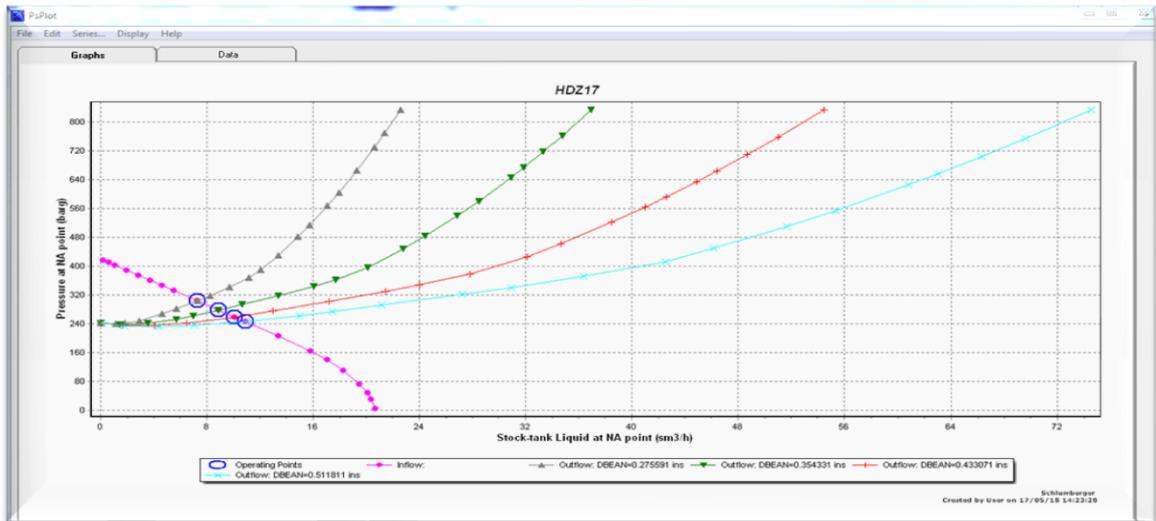


Figure E.7 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZ17.

Le puits HDZS1 :

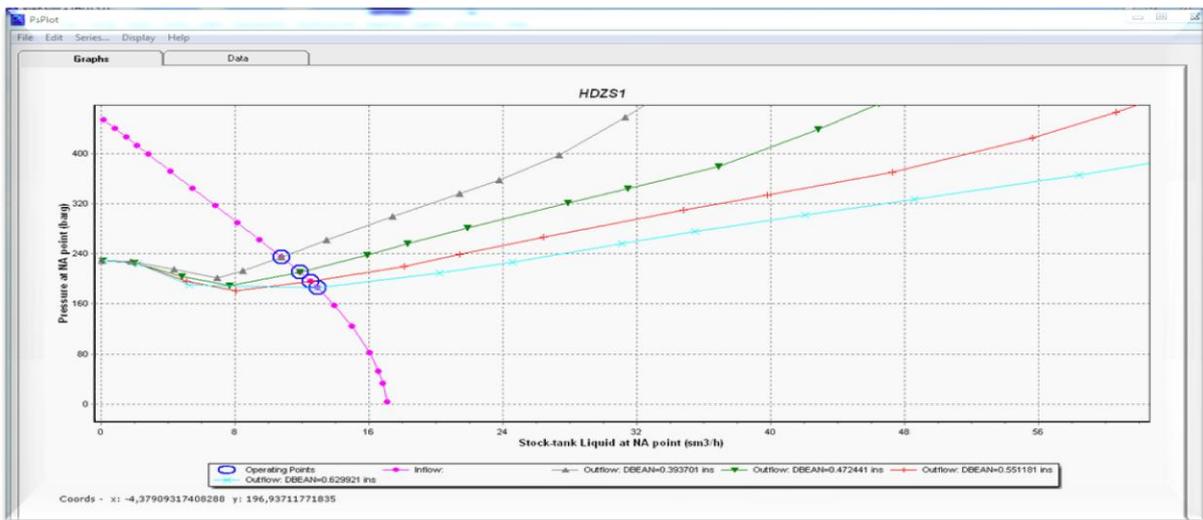


Figure E.8 : Sensibilité sur le diamètre de la duse du puits HDZS1.

Annexe F : Sensibilité sur la pression de gisement des puits

Le puits HDZ9 :

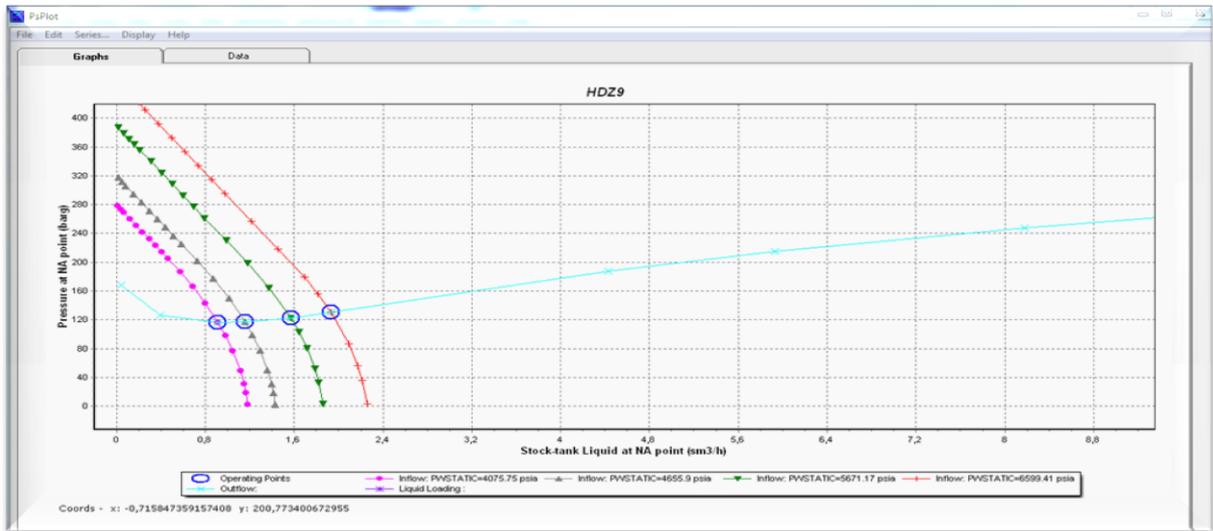


Figure F.1 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ9.

Le puits HDZ10 :

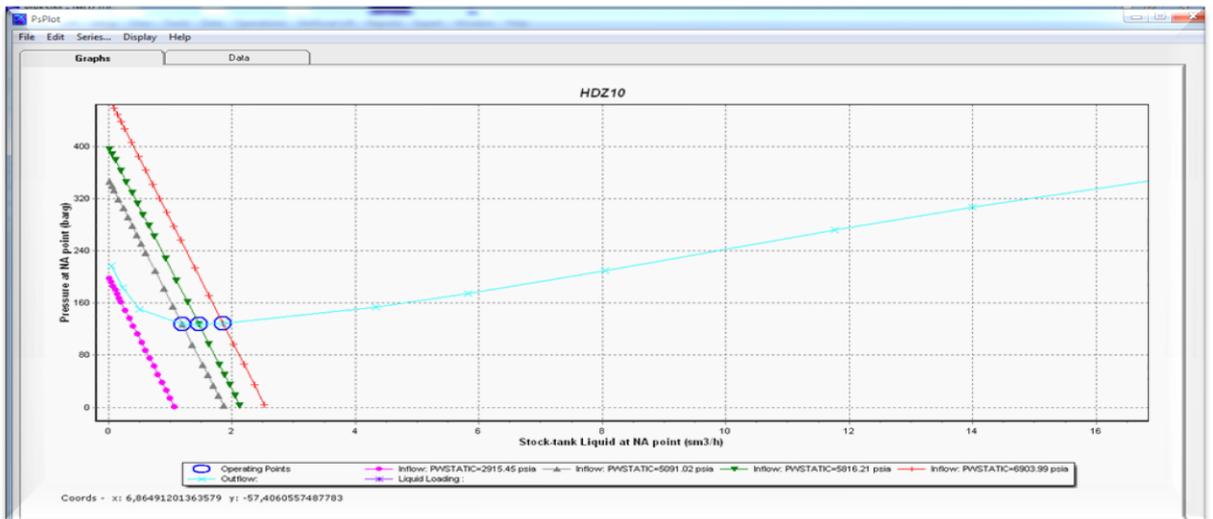


Figure F.2 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ10.

Le puits HDZ11 :

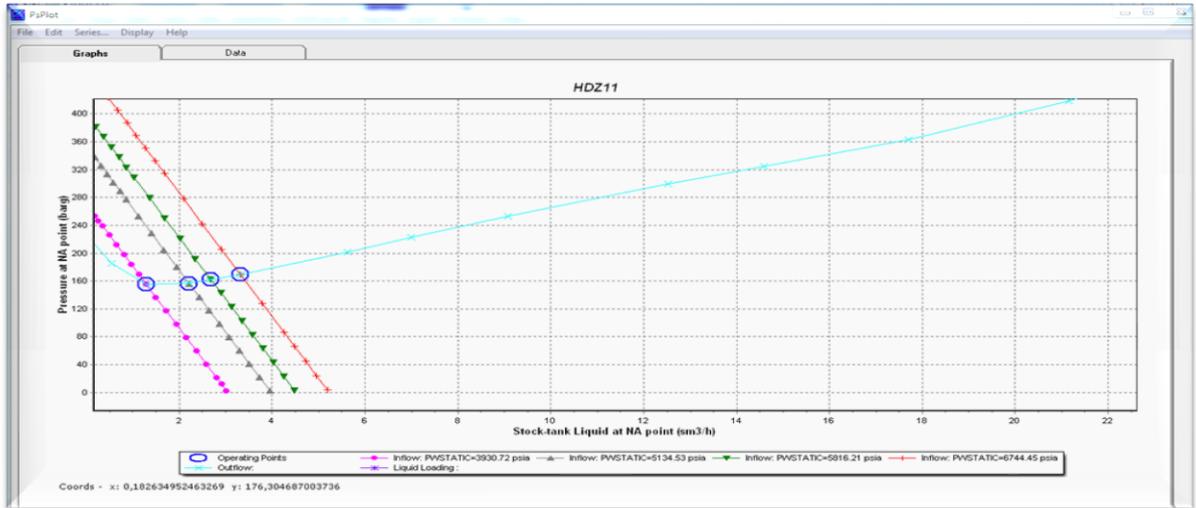


Figure F.3 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ11.

Le puits HDZ13 :

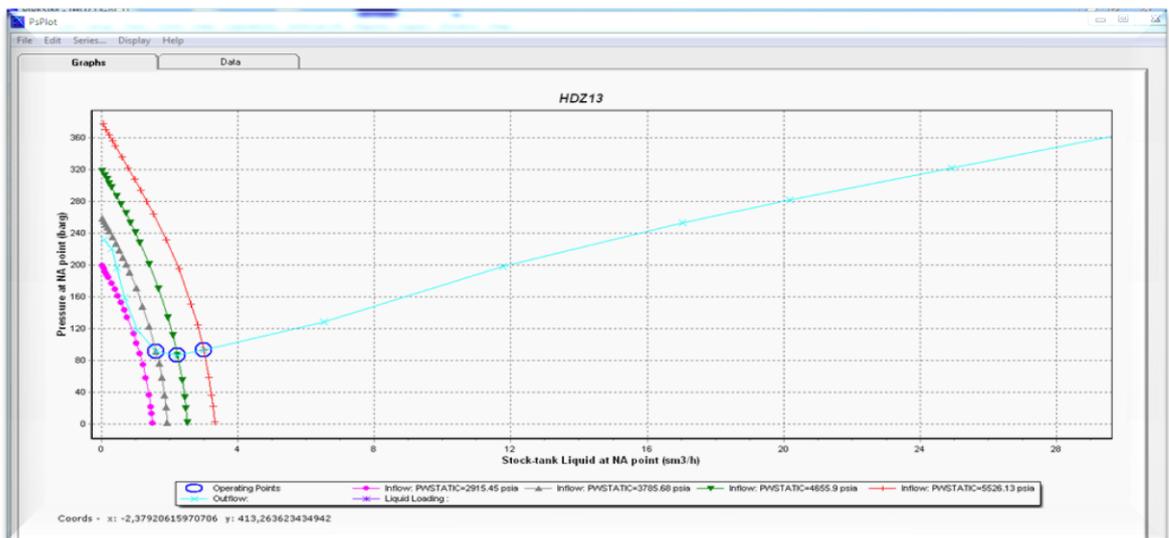


Figure F.4 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ13.

Le puits HDZ14 :

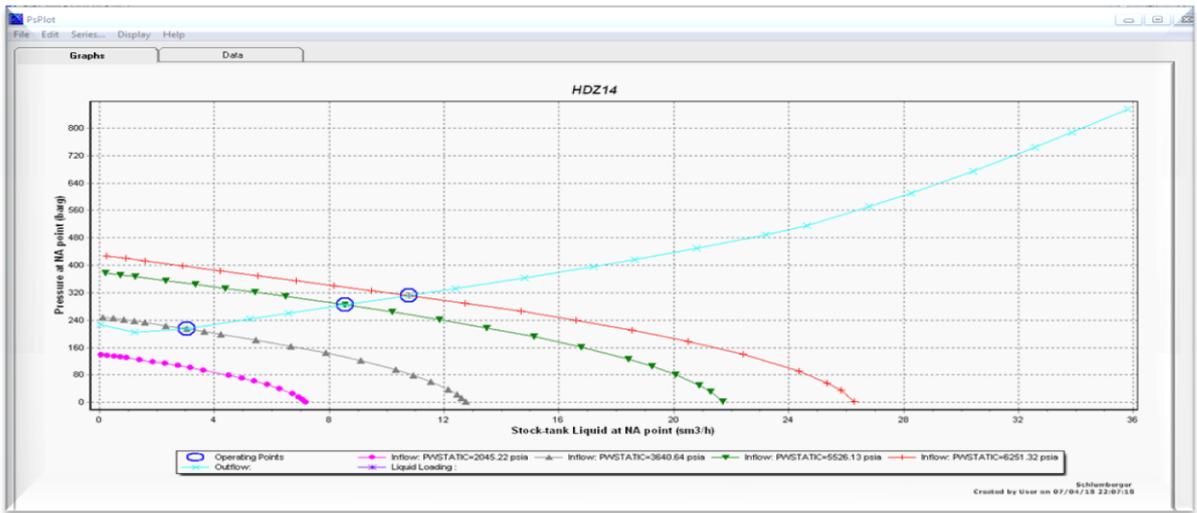


Figure F.5 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ14.

Le puits HDZ15 :

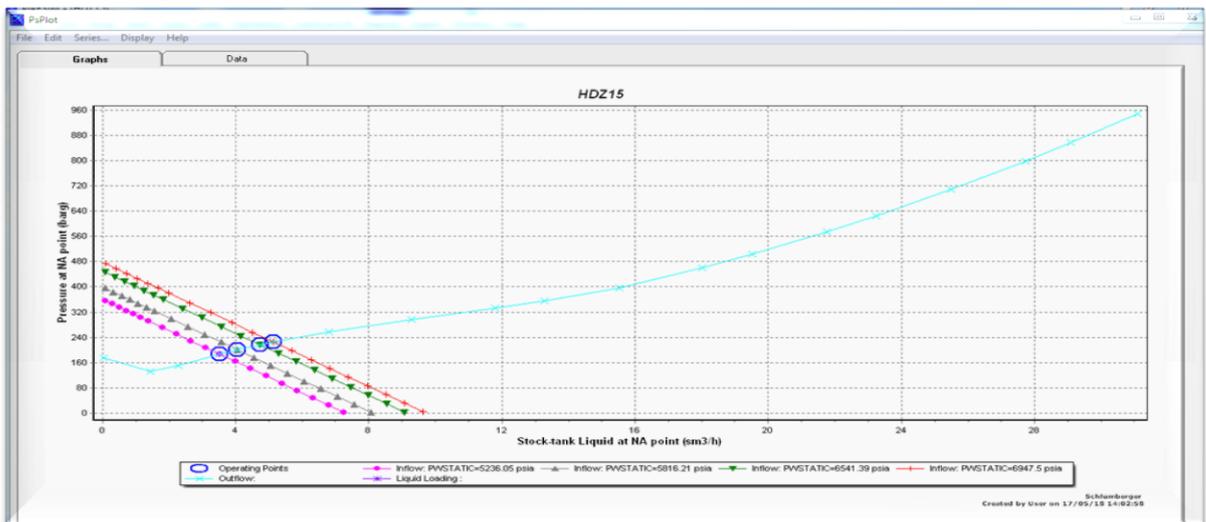


Figure F.6 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ15.

Le puits HDZ17 :

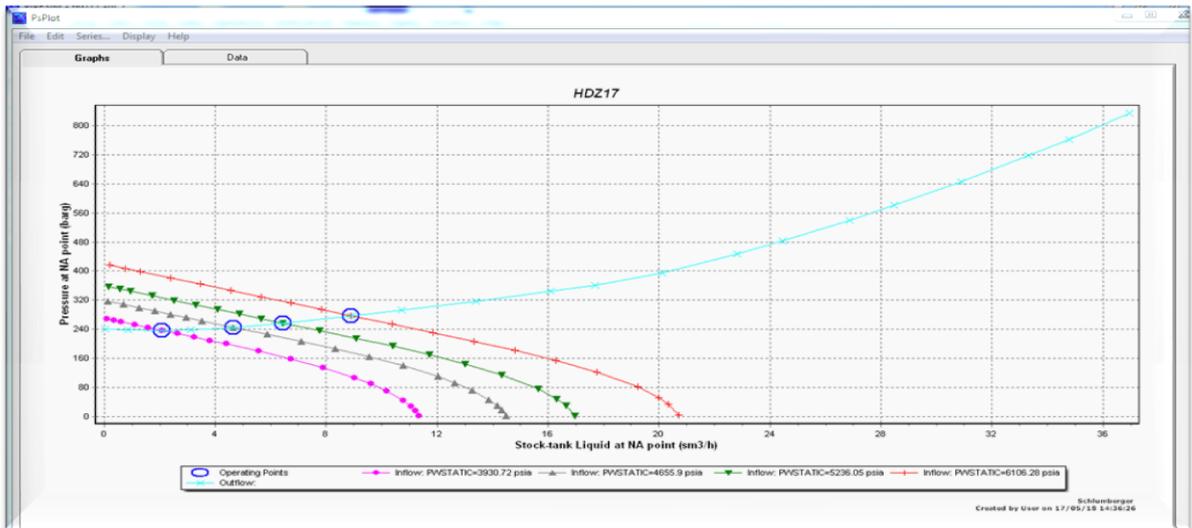


Figure F.7 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZ17.

Le puits HDZS1 :

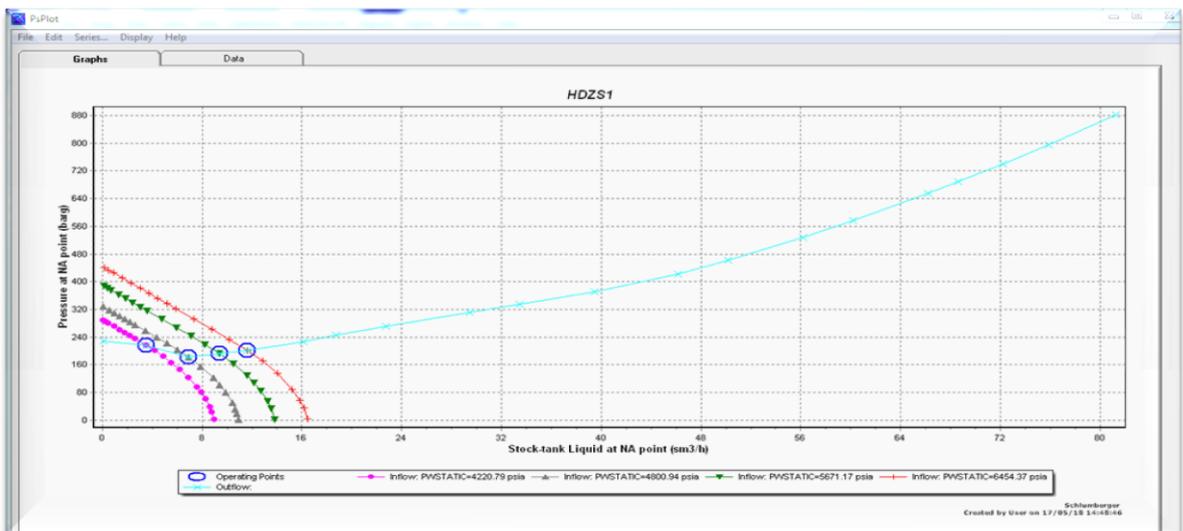


Figure F.8 : Sensibilité sur la pression de gisement du puits HDZS1.

Annexe G : Sensibilité sur la pression de tête des puits

Le puits HDZ9 :

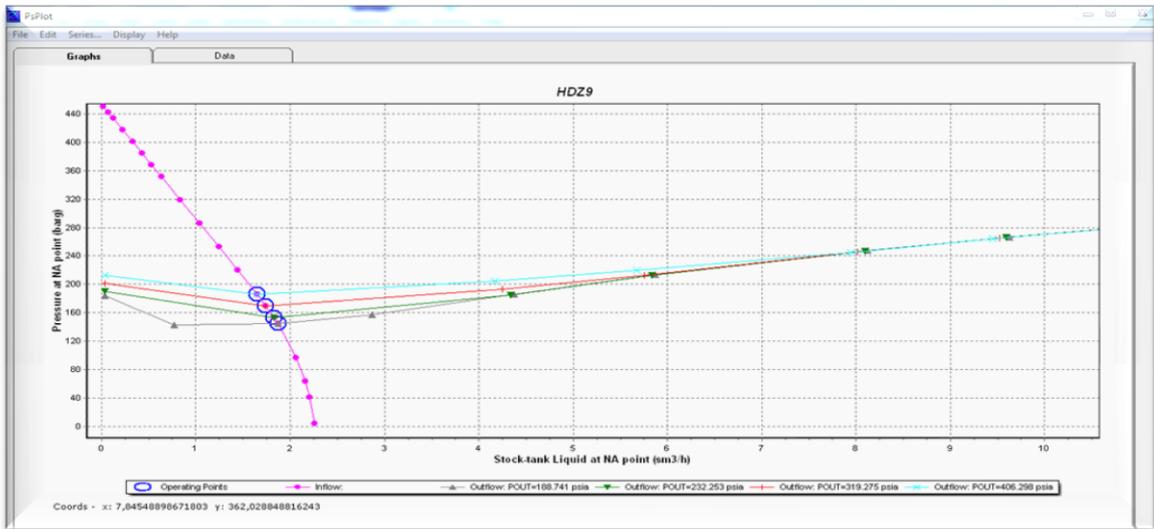


Figure G.1 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ9.

Le puits HDZ10 :

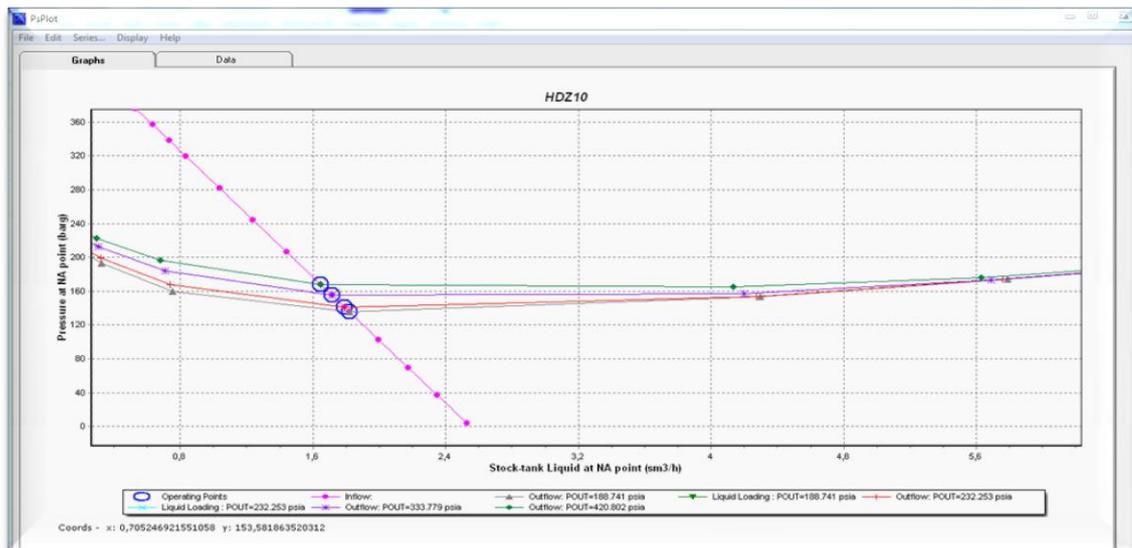


Figure G.2 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ10.

Le puits HDZ11 :

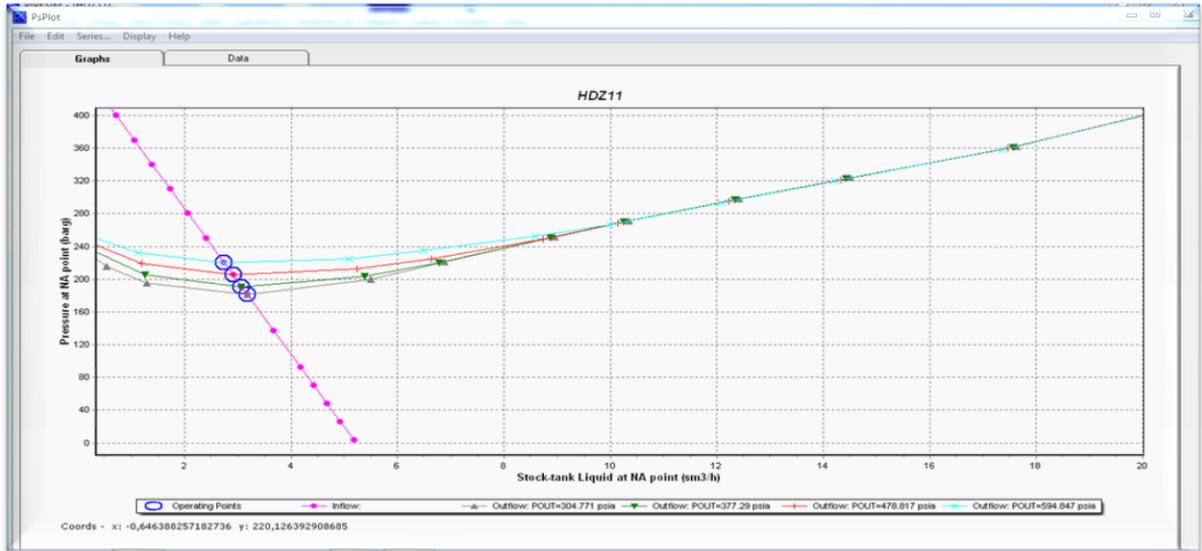


Figure G.3 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ11.

Le puits HDZ13 :

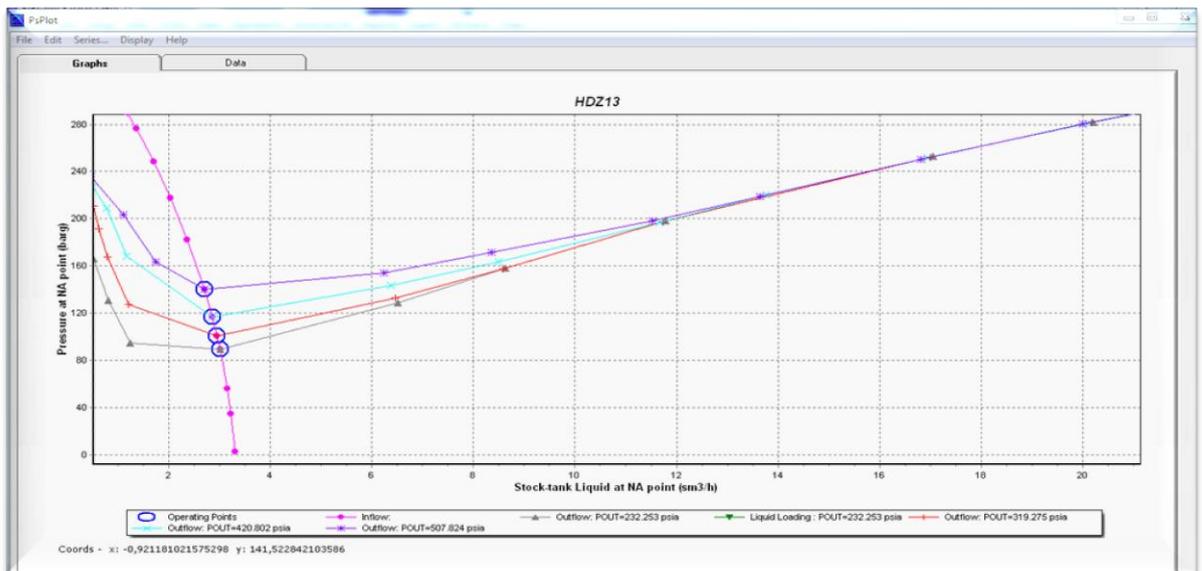


Figure G.4 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ13.

Le puits HDZ14 :

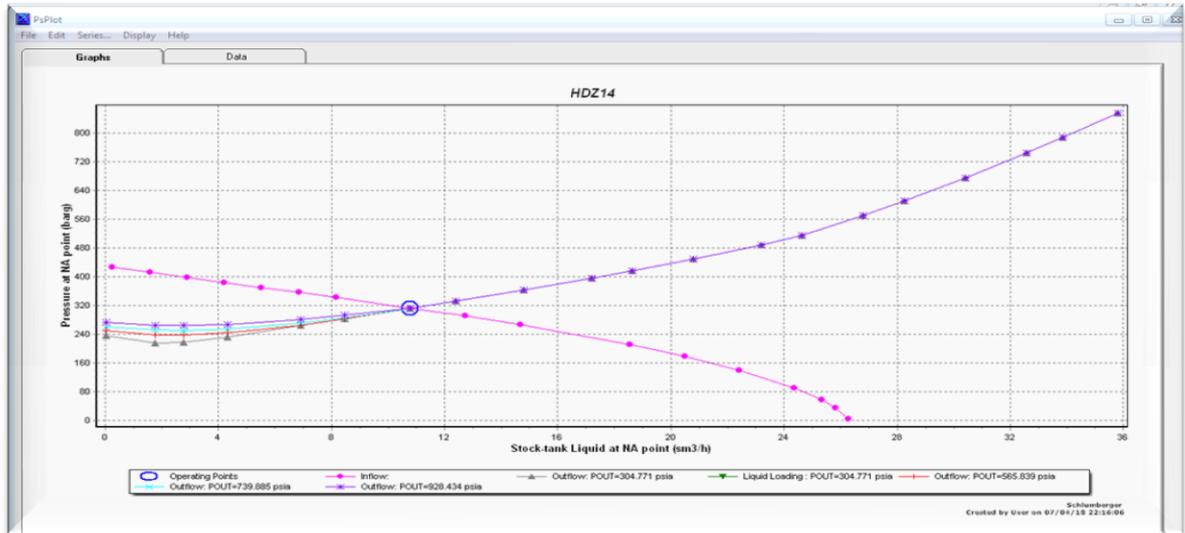


Figure G.5 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ14.

Le puits HDZ15 :

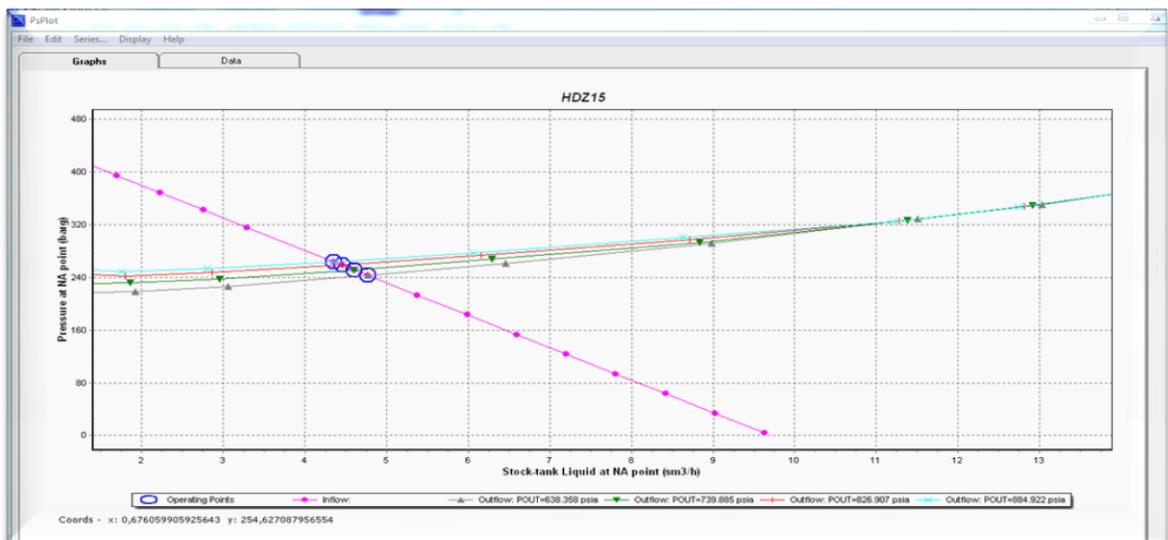


Figure G.6 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ15.

Le puits HDZ17 :

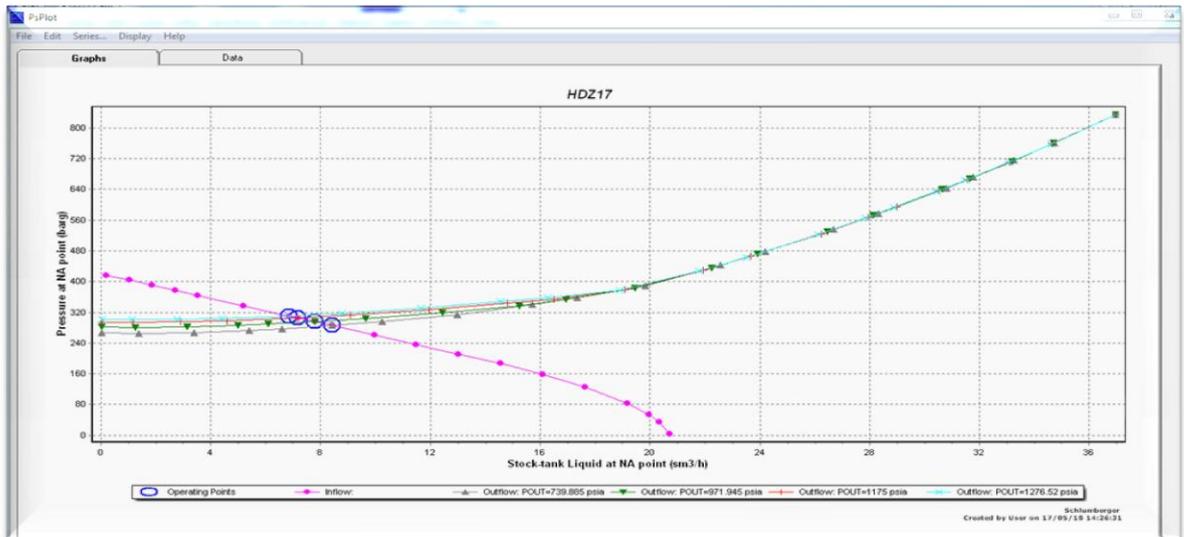


Figure G.7 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZ17.

Le puits HDZS1 :

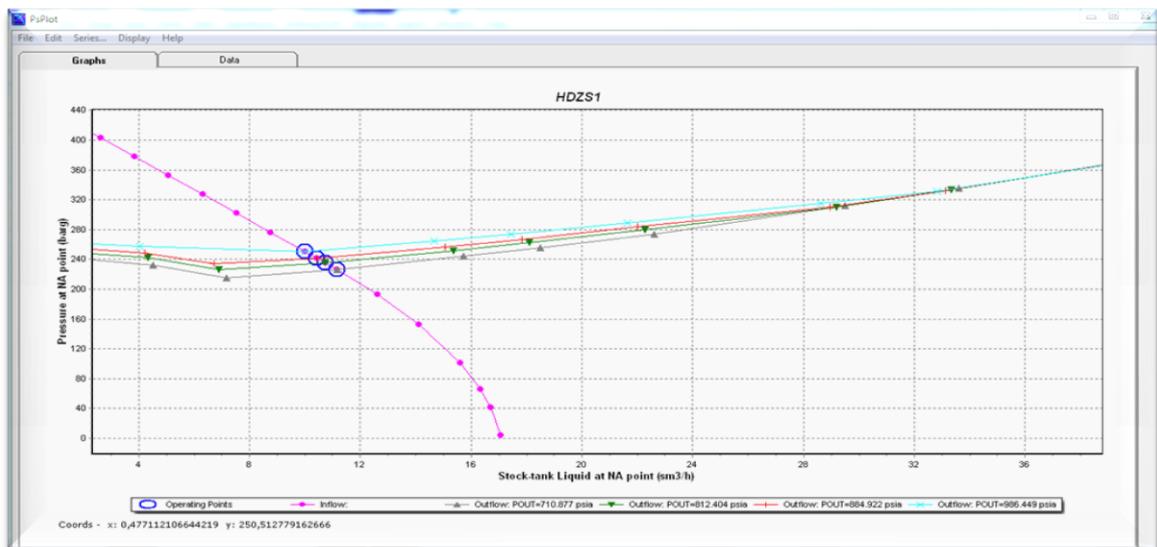
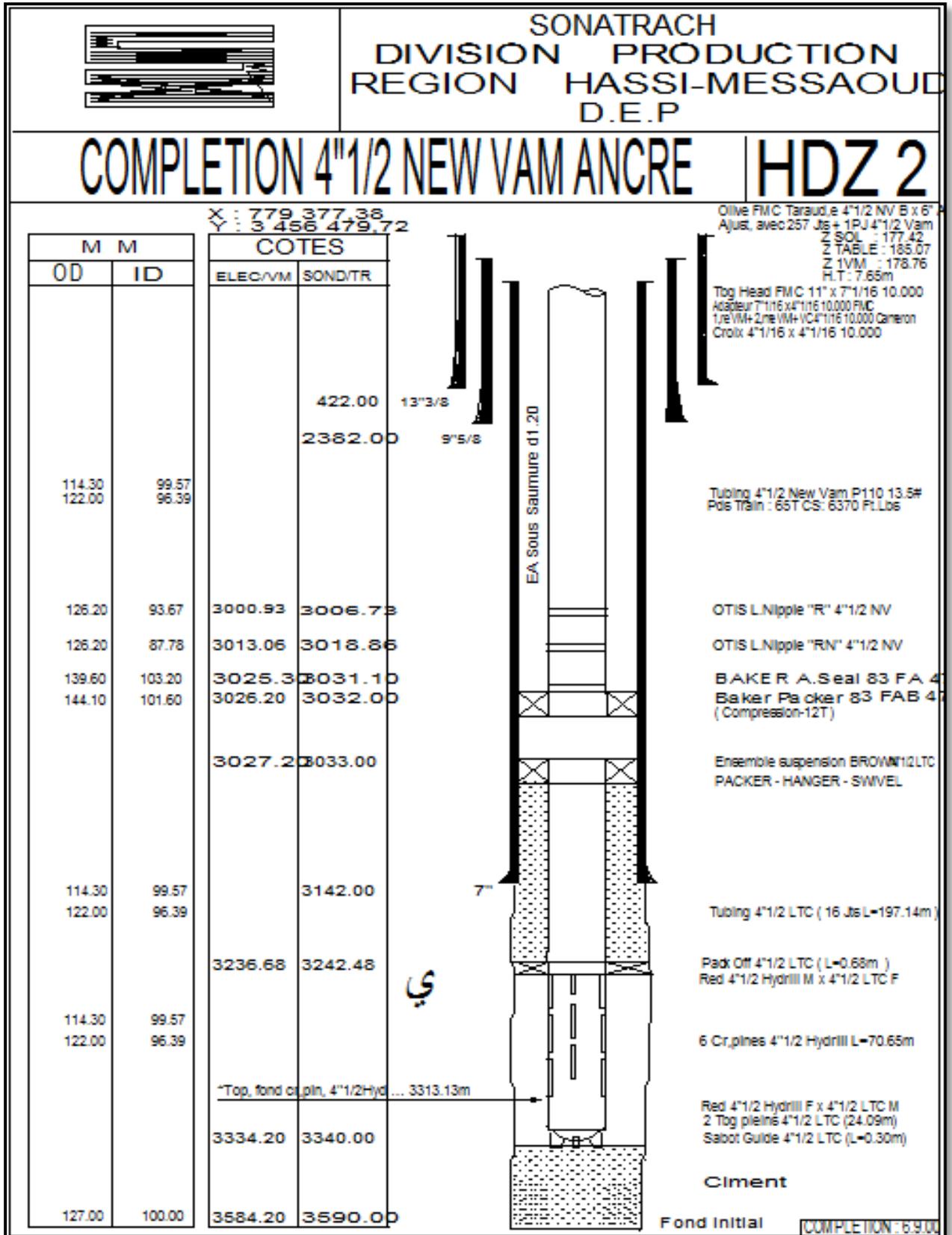
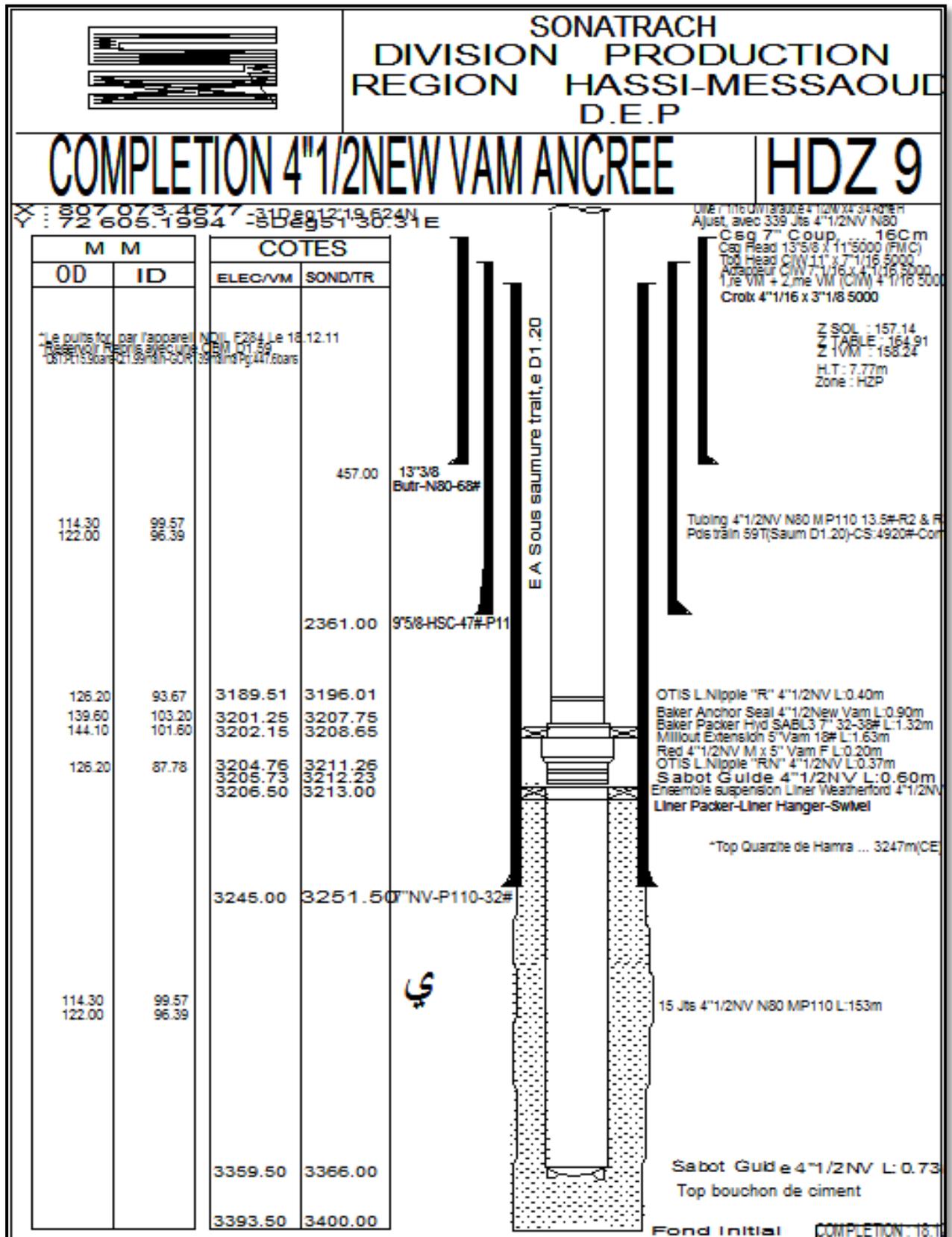


Figure G.8 : Sensibilité sur la pression de tête du puits HDZS1.

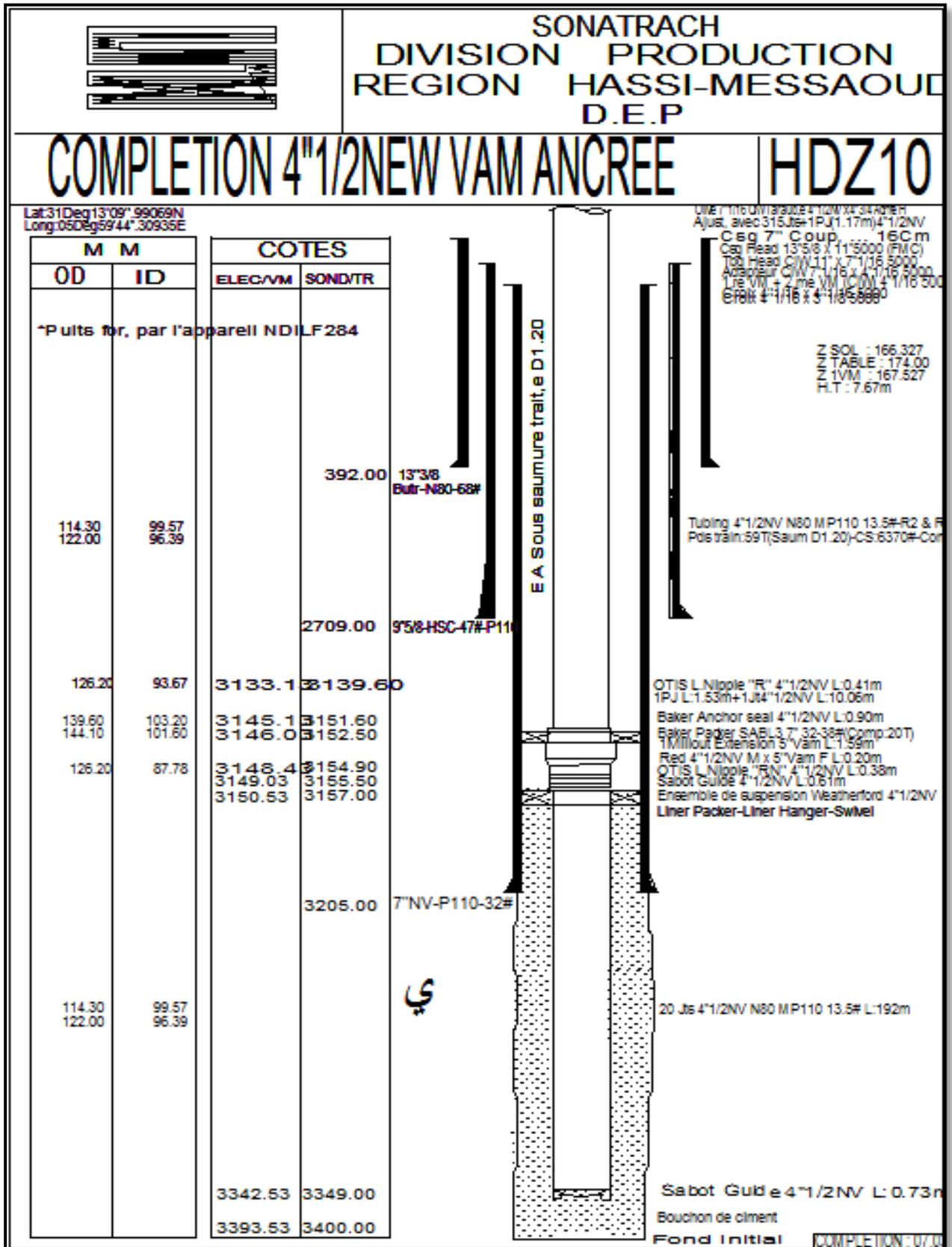
Annexe H : Fiche stratigraphique et technique



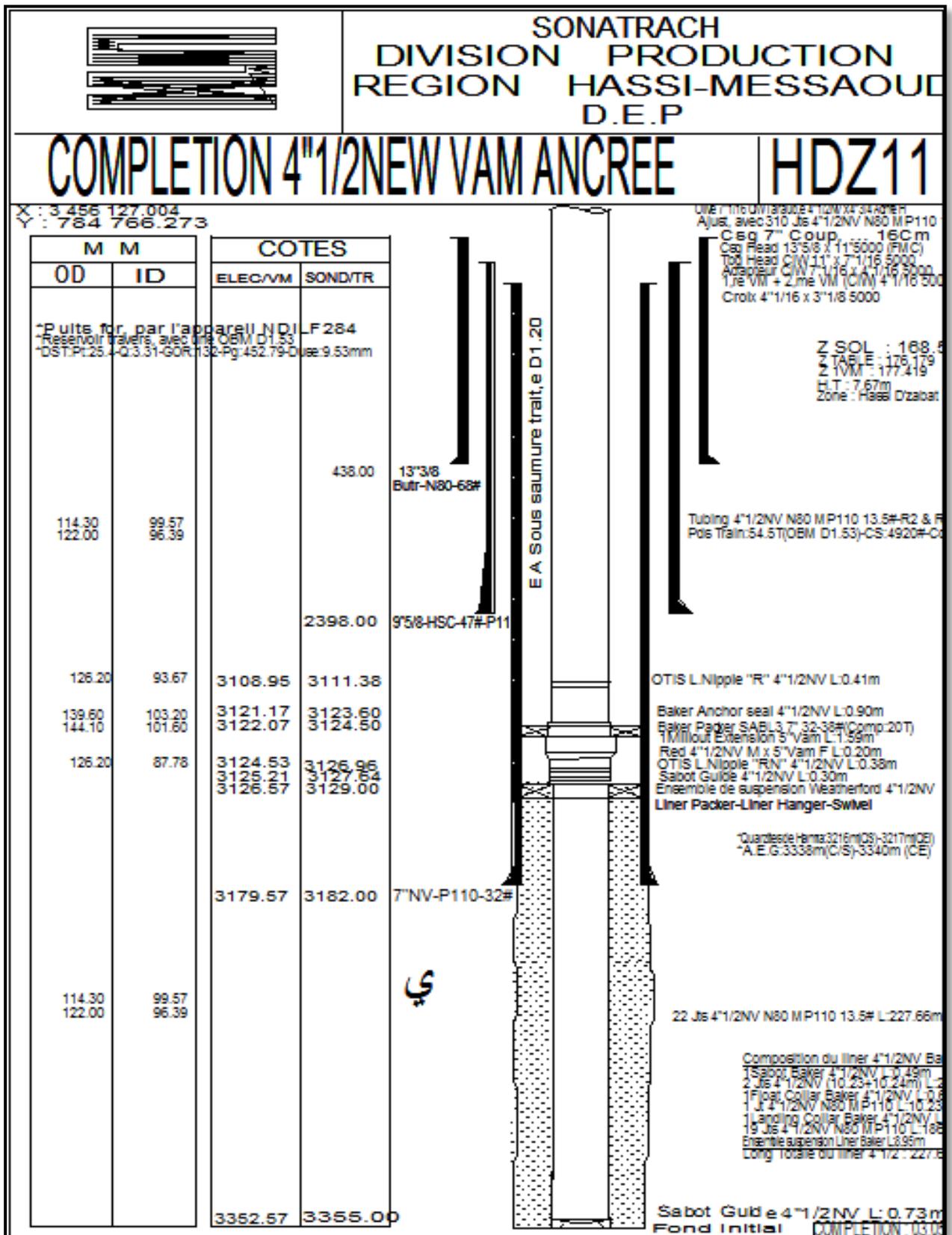
Fiche technique du puits HDZ2.



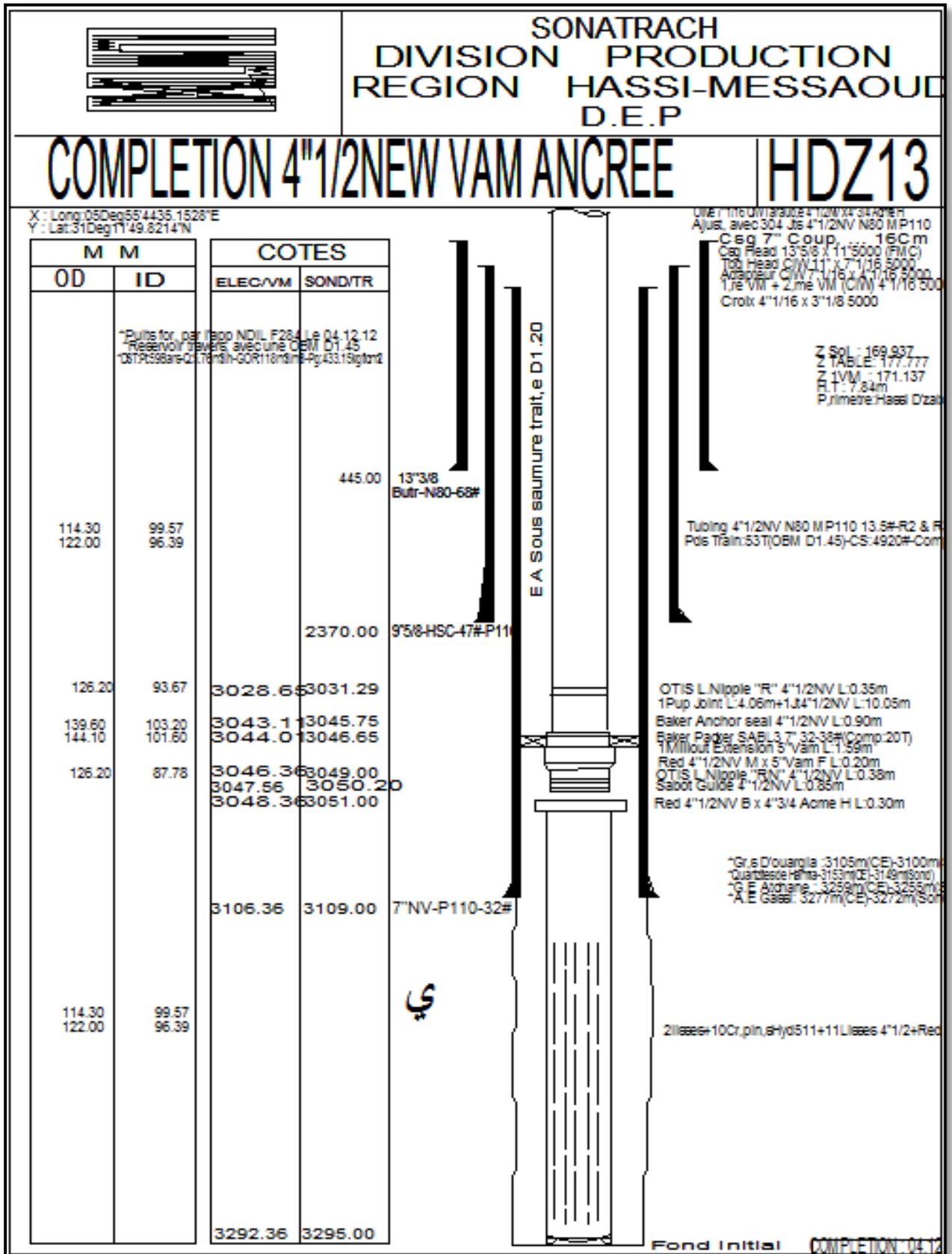
Fiche technique du puits HDZ9.



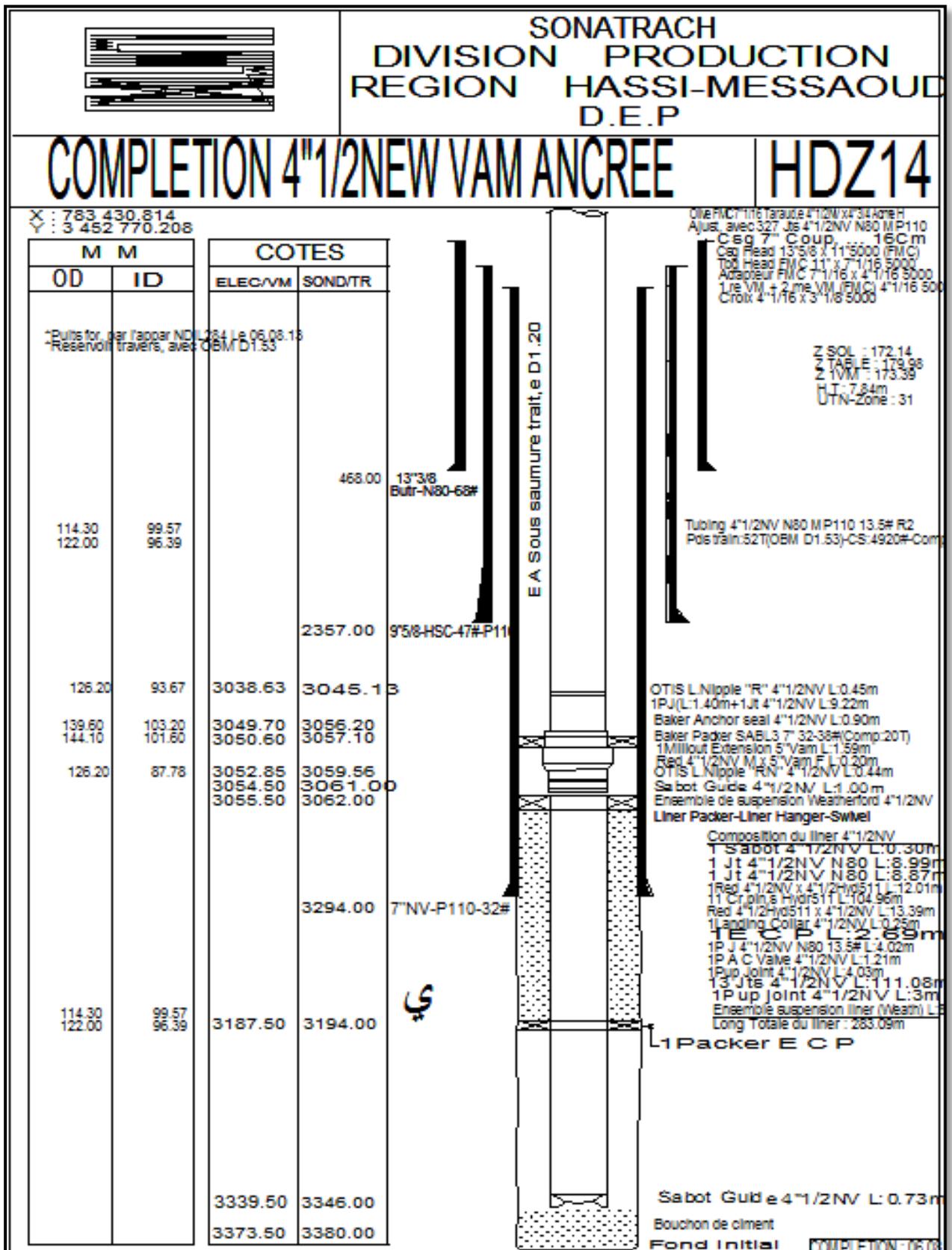
Fiche technique du puits HDZ10.



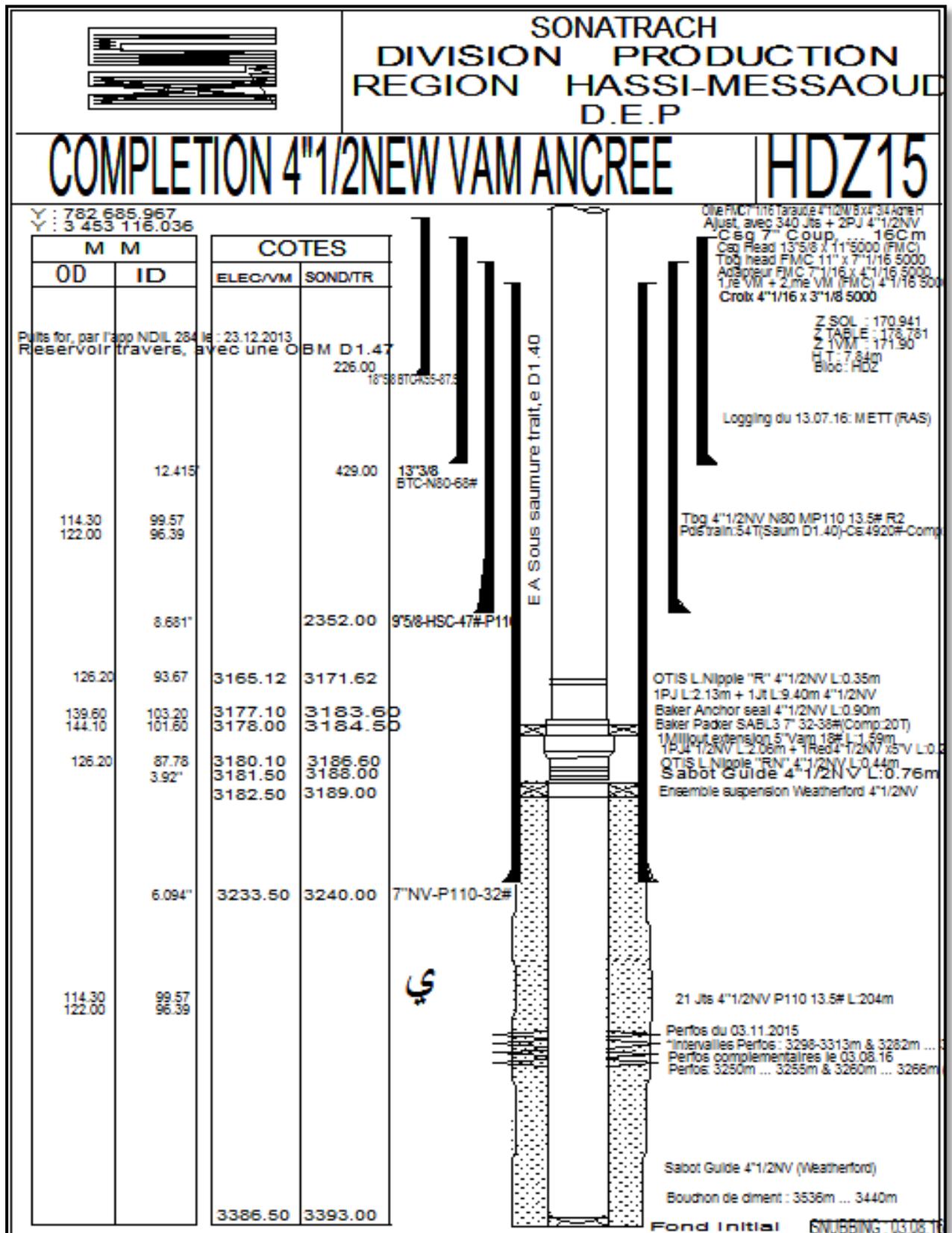
Fiche technique du puits HDZ11.



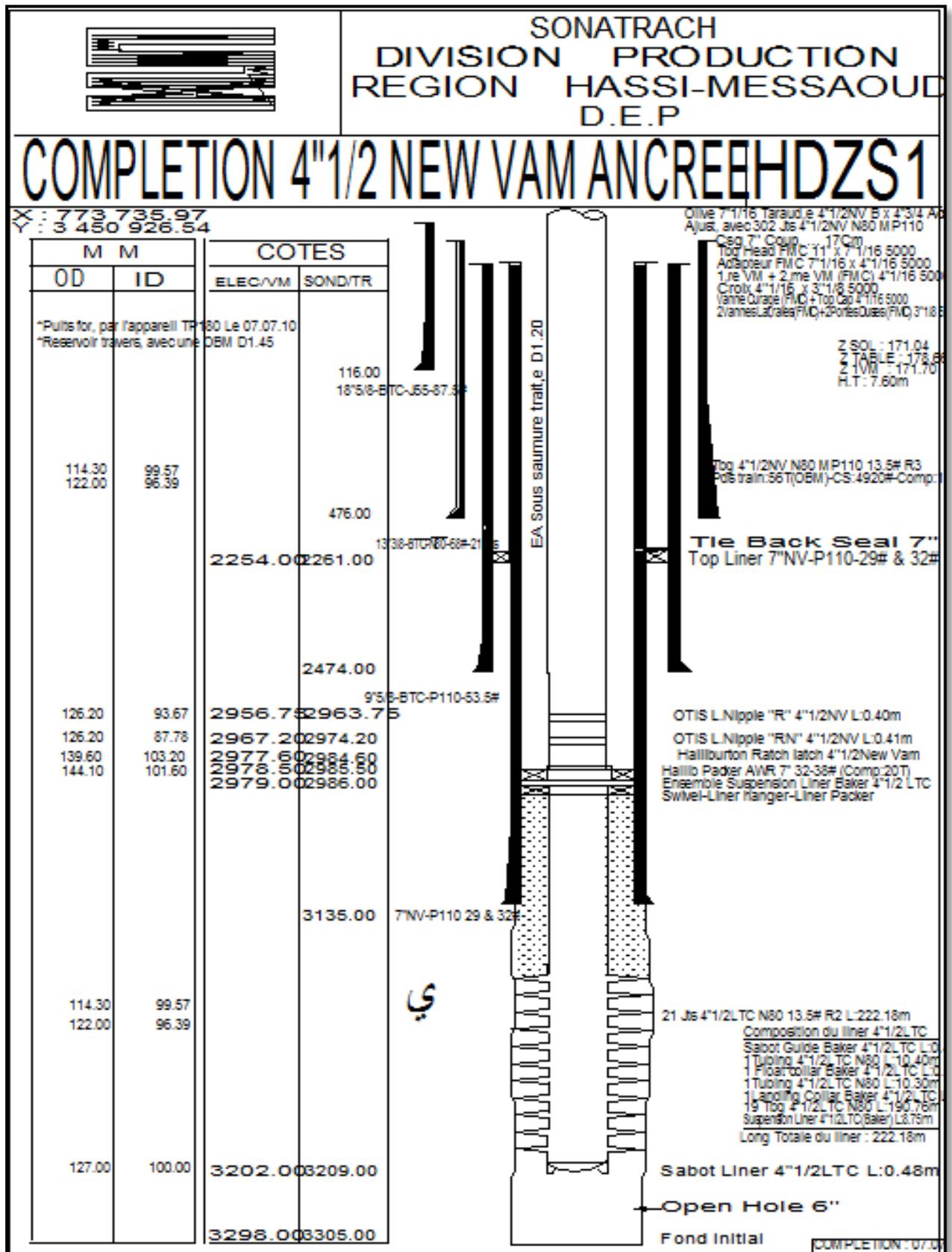
Fiche technique du puits HDZ13.



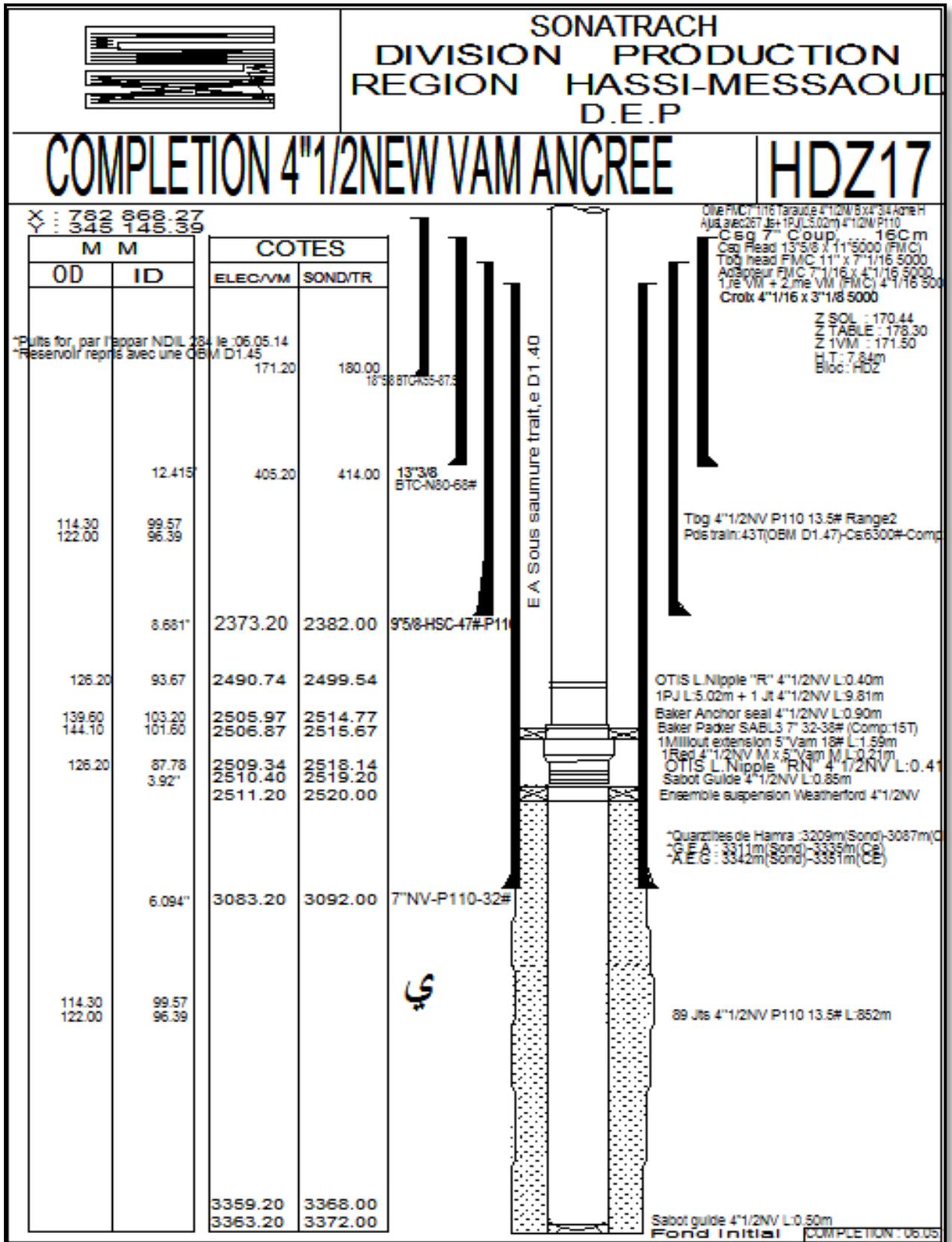
Fiche technique du puits HDZ14.



Fiche technique du puits HDZ15.



Fiche technique du puits HDZS1.



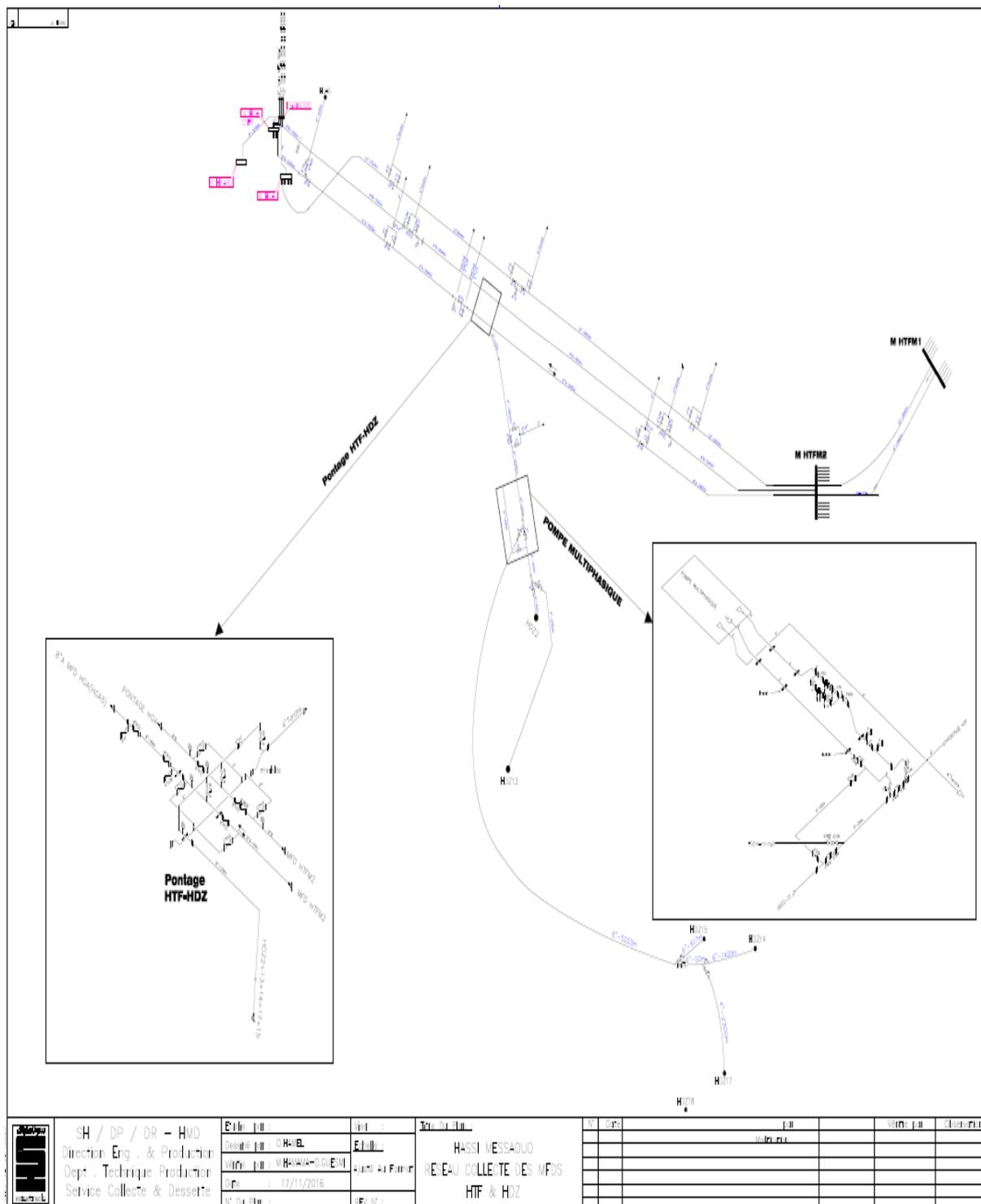
Fiche technique du puits HDZ17.

AGES		Lithologie	Ep	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	TUBAGES	BOUE	REMARQUES
Céno	MIO - PLIOCENE			sable silico-carbonaté	26" X 18"5/8	Boue Bentonitique D: 1,1 - 1,2 V: 45 - 50	Complexe aquifère eau potable. Zone d'éboulement
	EOCENE			calcaire dolomitique			
MESOZOIQUE	SENONIEN	Carbonaté	180	Calcaire dolomitique, passées anhydrites	CSG 18"5/8 ± 400m Phase 16" X Csgs 13"3/8 CSG 13"3/8 ± 2400 m Phase 12"1/4 X Csgs 9"5/8 CSG 9"5/8 ± 3100 m 8"3/8 X 7" CSG 7" ± 3200 m	Filtrat naturel Boue KEN X D: 1,26 - 1,32 V: 50 - 70 F: 2,4	Complexé d'eau à odeur d'H2S. Utilisée pour l'injection Aquifère eau douce.
		Anhydritique	200	Dolomie, anhydrite et calcaire blanc			
		Salifère	134	Sel massif avec passées argiles dolomitiques			
	TURONIEN		116	Calcaire avec passées d'argiles à la base			
	CENOMANIEN		179	Anhydrite, dolomie parfois argileuse			
	ALBIEN		300	Grès argileux à silico-argileux			
	APTIEN		24	Dolomie calcaire avec passées de marne			
	BARREMIEN		260	Grès, argile silto-sableuse et dolomie			
	NEOCOMIEN		208	Argile carbonatée avec passées de grès			
	MESOZOIQUE	MALM		205			
DOGGER			Argileux	220	Argile dolomitique, grès argileux et anhydrite		
		Lagunaire	79	Anhydrite, passées d'argile et dolomie			
LIAS		LD1	38	Anhydrite passées d'argile dolomitique			
		LS1	110	Sel massif, anhydrite, passées d'argile			
		LD2	55	Anhydrite, argile carbonatée, dolomie et marne			
		LS2	58	Sel massif avec passées d'argiles			
		Horizon B	27	Calcaire argileux, argile et anhydrite			
TRIAS		TS1	100	Anhydrite intercalée d'argile dolomitique			
		TS2	140	Sel massif, Anhydrite et argile			
	TS3	175	Sel massif avec passées d'argile				
	Argileux	50	Argile silteuse à passées de sel				
	Eruptif	0-90	Roches éruptives à passées d'argile				
PALEOZOIQUE	ORDOVICIAN	Grès de Ouargla	50	Argile silteuse avec passées de grès	8"3/8 X 7" CSG 7" ± 3200 m	Boue à base d'huile D: 1 - 1,5 V: 45 - 50 F: 2 - 3	Zones de pertes de boue.
		Quartzites Hamra	90	Grès silico-argileux à quartzitique			
		Grès d'El Atchane	18	Grès glauconieux, passées d'argile			
		Argiles d'El Gassi	85	Argile à passées de grès			
		Zone Des Alternances	22	Alternance d'argile et grès.			
		Ri	40	Grès Isométriques avec pyrite et lignite			
		Ra	120	Grès anisométrique avec joints d'argile			
CAMBRIAN	R2	100	Grès microconglomératique				
	R3	370	Grès grossier, conglomératique				
	INFRA-CAMBRIAN	45	Grès Argileux rouge				
SOCLE			-	Granite porphyroïde rose			
					Profondeur Totale		

Fiche stratigraphique et technique champ Hassi Dzabat.



La pompe multiphasique sur le champ de HDZ.



Réseau de collecte actuelle du champ HDZ