

N° Série: ..... /2018

Université Kasdi Merbah Ouargla



*Faculté des hydrocarbures et 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**

Présenté Par :

**BELALIT Abdelghani, BENACHOUR Abdelhadi**

-THEME-

---

# ***Optimisation de réseau de collecte LDHP Z-CINA champs HMD***

---

Soutenue le : 25 / 06 / 2018 devant la commission d'examen

Jury:

**Président:** MAHSOUL Amar

**Rapporteur:** BRAHMIA Nabil

**Examineurs:** BOUFADES.D

## Remerciement

*Nous remercions «الله» tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté et de nous avoir bénie jusqu'à la réalisation de ce travail.*

*On remercie vivement les membres de jury qui nous honore en jugeant notre mémoire de fin d'étude.*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement notre encadreur M<sup>r</sup>: BRAHMIA Nabil, mine de savoir et d'expérience, pour son grand soutien au travail.*

*Nous n'oublierons pas de remercier tous les Enseignants de notre département Hydrocarbure, pour les efforts qu'ils ont fournis durant notre cursus afin de nous amener jusqu'au bout de la formation.*

*Enfin, grands merci à nos familles respectives et nos amis qui nous ont aidés.*

*Nous profitons de l'occasion pour remercier tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

## *Dédicace*

*C'est grâce à ALLAH, à Lui Seul la louange, que nous avons pu finir ce travail ;*

*Et je tiens fermement à signaler que cette aventure nous a permis d'apprendre énormément de connaissances.*

*Comme je saisis cette occasion pour dédicacer cette œuvre :*

*À mes chers parents pour leurs sacrifices et leurs efforts consentis;*

*À mes frères et mes sœurs;*

*Aux membres de ma grande famille paternelle maternelle et mes alliés;*

*A tous mes amis;*

*A tous ceux qui ont contribué à mon savoir et mon bonheur...*

## المخلص

يهدف هذا العمل إلى تطوير نموذج شبكة تجميع يتم استخدامه لتقييم ودراسة أداء نظام الإنتاج، واقتراح حلول لتحسين شبكة التجميع. تم التحقق من حالة الأنابيب التي تشكل شبكة التجميع في حقول حاسي مسعود من خلال حساب قيم فقد الضغط وسرعات التدفق في الأنابيب بواسطة PIPESIM ، تم اختيار 63 جامعاً ينتمي إلى حقل HMD . النتائج التي تم الحصول عليها 44 جامع مستقرة ، 9 تم تجميعها HOLD UP ، 10 جامعي ذات بعد صغير . النموذج المتطور هو أداة فعالة لتحسين شبكة التجميع في حقل حاسي مسعود . وبذلك يمكن تفعيل وتحليل وتحسين أداء جامعي الإنتاج.

الكلمات الرئيسية: نموذج، نظام تجميع، شبكة، خسارة، أنبوب، أداء.

## Résumé

Ce travail a pour but d'élaborer un modèle de réseau collecte sert pour évaluer et étudier la performance de système de production, proposition des solutions pour optimisation de réseau de collecte. L'état des pipes constituant le réseau de collecte dans les champs de Hassi Messaoud a été vérifié en calculant les valeurs de pertes de charges et les vitesses d'écoulement dans les pipes par le PIPESIM, 63 collecteurs appartenant au champ HMD ont été sélectionnés. Les résultats obtenus montrent 44 collecteurs sont stables, 9 collecteurs sont HOLD UP, 10 collecteurs sont sous dimensionnés. Le modèle élaboré constitue un outil efficace pour l'optimisation du réseau de collecte dans le champ de Hassi Messaoud. Il permet ainsi l'activation, l'analyse et l'amélioration des performances des collecteurs de production.

**Mot clé :** Modèle, système de collecte, réseau, perte, pipe, performance

## Abstract

This work aims to develop a collection network model is used to evaluate and study the production system performance, propose solutions for collection network optimization. The state of the pipes constituting the collection network in the fields of Hassi Messaoud was verified by calculating the pressure loss values and flow velocities in the pipes by the PIPESIM, 63 collectors belonging to the HMD field were selected. The results obtained show 44 collectors are stable, 9 collectors are HOLD UP, and 10 collectors are undersized. The elaborate model is an effective tool for optimizing the collection network in the Hassi Messaoud field. It this enables the activation, analysis and improvement of the performance of production collectors.

**Keyword:** Model, collection system, network, loss, pipe, performance

## Nomenclature

<b>L<sub>f</sub></b> : coefficient de correction	
<b>GOR</b> : Rapport de gaz sur l'huile	scf/bbl V $ft^3 / ft^3$
<b>GLR</b> : Rapport de gaz sur le liquide	scf/bbl V $ft^3 / ft^3$
<b>P<sub>line</sub></b> ou <b>P<sub>p</sub></b> : Pression de pipe	psi
<b>P<sub>DSV</sub></b> : Pression à la sortie de la vanne sécurité	psi
<b>Q</b> : Débit de production	bbbl/day
<b>WC</b> : parentage de l'eau	$m^3 / m^3$
<b>ΔP/ΔL</b> : Gradient de pression	(kg/cm <sup>2</sup> /Km)
<b>UTBS</b> : unité de traitement de brute stabilisé en sud HMD	
<b>CINA</b> : Centre Industrielle naili Abdelhalim Nord HMD	
<b>Z CINA</b> : Z Centre Industrielle naili Abdelhalim Nord HMD	
<b>MFD</b> : manifold	
<b>Ø</b> : diamètre de la duse	mm
<b>K</b> : constante déterminée lors du dernier jaugeage	
<b>TPC</b> : Tubing Performance Curves	
<b>BU</b> : build up	
<b>Q<sub>o</sub></b> : débit d'huile	$m^3$
<b>Q<sub>w</sub></b> : débit d'eau	$m^3$
<b>Q<sub>g</sub></b> : débit de gaz	$m^3$
<b>IP</b> : indice de productivité	Bbl/day.psi
<b>H-C</b> : hydrocarbure	
<b>HP</b> : haute pression	bars.
<b>MP</b> : moyen pression	bars.
<b>BP</b> : baisse pression	bars.

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Schéma de l'organisation du mémoire. ....	3
<b>Figure 2:</b> système de collecte et des canalisations d'expédition de Z-CINA vers CINA. ....	7
<b>Figure 3 :</b> L'état actuelle de reseau de collecteur LDHP Z-CINA .... le: Mars 2018.....	8
<b>Figure 4 :</b> Liaison individuelle .....	11
<b>Figure 5 :</b> La liaison par collecteur.....	12
<b>Figure 6 :</b> Le schéma d'un manifold.....	13
<b>Figure 7:</b> Ecoulements Diphasiques.....	18
<b>Figure 8:</b> Le problème de Liquide Hold-up .....	22
<b>Figure 9:</b> Plan d'analyse du travail.....	28
<b>Figure 10:</b> le dénivelé de pipe. ....	29
<b>Figure 11 :</b> L'organigramme l'analyse des données .....	31
<b>Figure 12:</b> L'organigramme de la modélisation.....	32
<b>Figure 13 :</b> profile l'erreur relative (l'écarte).....	32

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> les canalisations et leurs diamètres.....	6
<b>Tableau 2:</b> le pourcentage de chaque terme dans les pertes de charges.....	19
<b>Tableau 3 :</b> <i>Les valeurs (a, b et c) pour chaque régime d'écoulement</i> .....	21
<b>Tableau 4 :</b> Les valeurs (d, e, f et g) pour chaque régime d'écoulement.....	21
<b>Tableau 5:</b> le bilan-gaz du 26/02/2018.....	26
<b>Tableau 6:</b> Diagnostic du système .....	34
<b>Tableau 7:</b> Dévier la production MFDonn72 vers MFDDomo42 .....	35
<b>Tableau 8:</b> Optimisation du système de réseau .....	37

## Table des matières

Introduction.....	1
-------------------	---

---

### chapitre I

---

1	: Description de réseau de collecte LDHP Z-CINA :.....	5
1.1	Généralités .....	5
1.2	Réseau collecte "LDHP Z-CINA" :.....	5
1.3	Données des canalisations: .....	6
1.4	Résumé des résultats .....	7
1.4.1	Objectifs :.....	8
1.4.2	Consistance :.....	8
1.4.3	Situation du Projet:.....	8

---

### chapitre II

---

2	Généralité sur le réseau de collecte.....	10
2.1	Introduction :.....	10
2.2	Classification des conduites :.....	10
2.2.1	Selon leur destination :.....	10
2.2.2	Selon leur pression de service :.....	10
2.2.3	Selon le caractère du mouvement hydraulique :.....	10
2.3	Plans de réseau de collecte :.....	10
2.3.1	Liaison individuelle :.....	10
2.3.2	Liaison par collecteur :.....	11
2.3.3	Autres types de liaison :.....	13

---

### chapitre III

---

3	Etude de perte de charge.....	17
3.1	Définition de l'Écoulement Multiphasique :.....	17
3.1.1	Écoulement avec bulle (BUBBLE flow) :.....	17
3.1.2	Écoulement avec bouchon (PLUG flow) :.....	17
3.1.3	Écoulement stratifié (STRATIFIED flow) :.....	17
3.1.4	Écoulement avec vagues (WAVY flow) :.....	17
3.1.5	Écoulement avec vagues moutonnantes (SLUG flow) :.....	17
3.1.6	Écoulement annulaire (ANNULAR flow) :.....	17
3.1.7	Écoulement brouillard (SPRAY flow) :.....	18



3.2	Variation de la pression le long d'une conduite :.....	18
3.3	Liquid Hold-up : .....	20
4	Méthode de calcul de la production d'huile au niveau des puits :.....	23

---

## chapitre IV

---

4	Optimisation de réseau de collecte LDHP Z-CINA.....	25
4.1	Introduction :.....	25
4.2	Présentation des données utilisées :.....	25
4.3	Aperçu sur le logiciel d'optimisation PIPESIM:.....	27
4.3.1	Fonctionnement du logiciel :.....	27
4.3.2	Plan d'analyse :.....	28
4.4	Procédure de modélisation : .....	28
4.4.1	Type de Modèle :.....	28
4.4.2	Profile des pipes : .....	29
4.4.3	Corrélations de perte de charge dans le pipe : .....	30
4.4.4	Le Calage :.....	30
4.4.5	L'efficacité d'écoulement :.....	30
4.4.6	L'organigramme de la modélisation:.....	32
4.4.7	RESULTATS DE MODELISATION : .....	32
4.5	L'optimisation de réseau de collecte LDHPZ-CINA.....	33
4.5.1	Analyse des pertes de charge :.....	33
4.5.2	Analyse de la vitesse du fluide : .....	33
4.5.3	Résultat de modélisation :.....	36
4.6	Optimisation du système de réseau :.....	36

*Introduction*

*Générale*

## **Introduction**

Le gisement pétrolier de Hassi Messaoud est considéré parmi les gisements **les plus importants** dans le monde, il a été découvert en 1956. Actuellement, il produit environ **54829.995 m<sup>3</sup>/j d'huile**, et **53120386.5 Std.m<sup>3</sup>/j** de gaz.

L'exploitation des H.C gazeux ou liquides comprend une série d'étapes successives coûteuses. Parmi ces étapes, la canalisation des fluides depuis les puits producteurs jusqu'aux installations de traitement, ainsi que le transfert de gaz comprimé vers les puits de réinjection. Ces opérations sont effectuées respectivement par le biais d'un **réseau de collecte** et d'un **réseau de desserte**.

Au début de l'exploitation du champ, le réseau de collecte des puits fonctionnait avec une capacité normale pouvant recevoir la production du champ, après 40 années d'exploitation, on a enregistré une chute de pression du réservoir, avec une production **croissante du gaz**, ce qui a engendré de nombreux problèmes dans le réseau la cause principale de l'augmentation du GOR est l'injection du gaz dans presque toutes les zones du champ, pour cela le problème principal du réseau de collecte du champ de Hassi Messaoud est de pouvoir recevoir cette production en gaz sans pour autant pénaliser la production en huile. Toute solution proposée pour les installations sur le réseau fait appelle à **des budgets très importants** d'où, la nécessité d'avoir des études rigoureuses bien accomplies.

Cette étude vise un objectif bien déterminé qui est la Création d'un modèle de réseau de collecte sert pour évaluer et étudier la performance de système de production, afin de déterminer tout les scénarios possible.

### **❖ Problématique de la recherche:**

Actuellement le champ de HMD est caractérisé par un taux élevé de gaz dans l'huile (GOR = 968.819 Std.m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) et une quantité de production en eau croissante non négligeable. La diminution de la pression de gisement (Pg) n'a pas réduit l'intérêt d'un développement rapide du champ (forage de nouveaux puits). Le résultat logique d'une telle situation est d'avoir trois problèmes majeurs qui apparaissent sur le réseau :

- ✓ Capacité du réseau de collecte limité.
- ✓ Goulots d'étranglement et une  $\Delta P / \text{Km}$  élevée causant le freinage de la production.
- ✓ Fuites et éclatement des pipes si le phénomène de corrosion n'est pas pris en charge.

❖ **Objectifs de la recherche :**

Les principaux objectifs de ce travail sont :

- Détermination des valeurs de pertes de charges et les vitesses d'écoulement dans les pipes par le PIPESIM, pour vérifier l'état des pipes constituant le réseau de collecte dans les champs de HMD.
- Proposition des solutions pour optimisation de réseau de collecte.

❖ **Méthodologie du travail :**

La méthodologie qu'on va suivre pour atteindre nos objectifs de recherche est la suivante :

- Définition GOR, les pressions, débit, température, water-cut.
- Présentation d'un plan d'analyse des données conforme aux objectifs de notre travail.

❖ **Organisation du mémoire :**

Le mémoire commence par une introduction qui s'appuie sur le contexte création d'un modèle de réseau collecte, problématique et objectifs du travail par la suite nous avons :

**Chapitre I :** Description de réseau de collecte LDHP Z-CINA.

**Chapitre II:** généralité sur réseau de collecte.

**Chapitre III :** Etude de perte de charge.

**Chapitre VI :** Modélisation de réseau de collecte LDHP ZCINA.

Enfin ce mémoire se termine par une conclusion qui rappelle les résultats obtenus à partir de cette étude et les recommandations qui permettent d'éviter certains problèmes, maintenir les puits dans les meilleures conditions de performance.

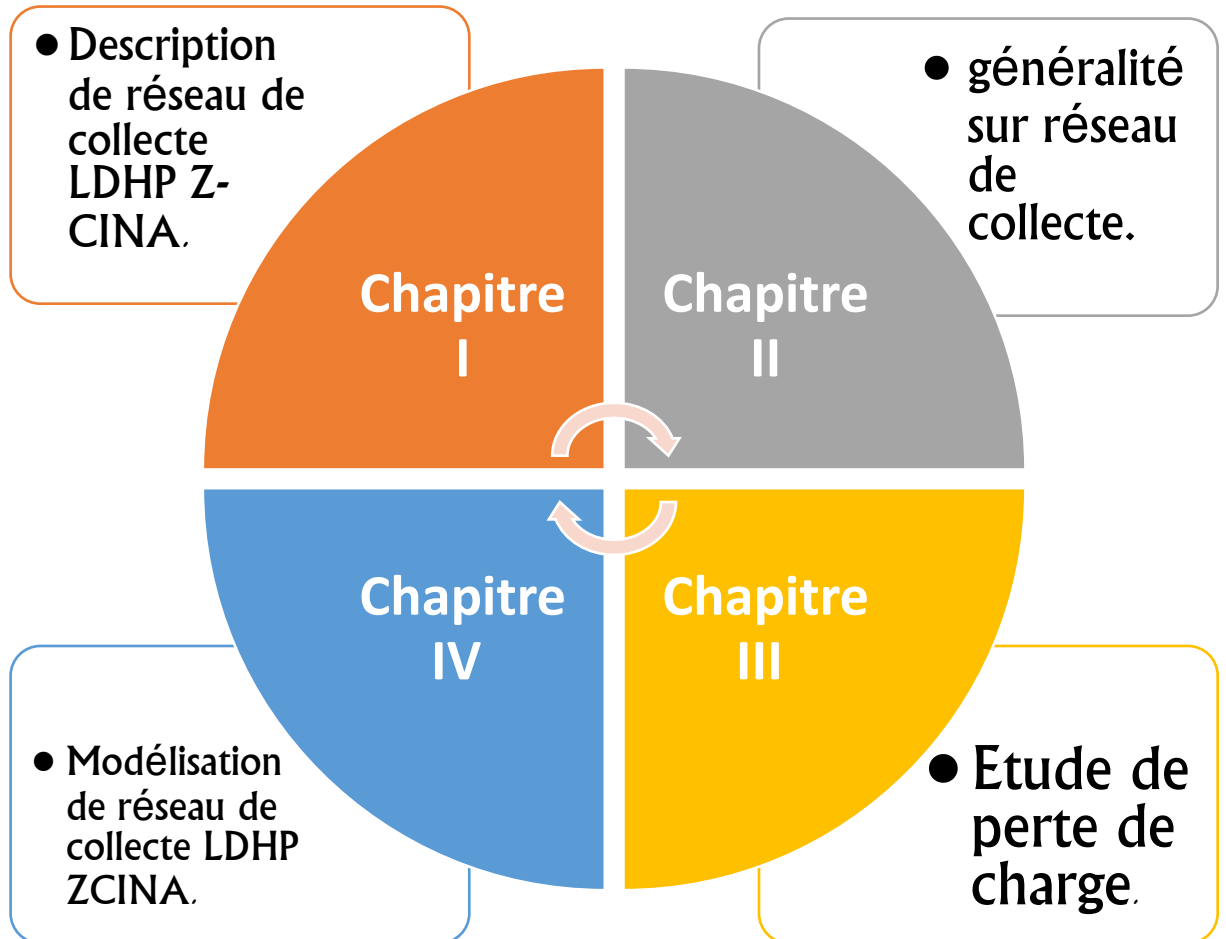


Figure 1: Schéma de l'organisation du mémoire.

# CHAPITRE 1 :

Description de

réseau de collecte

LDHP

Z-CINA.

## 1 : Description de réseau de collecte LDHP Z-CINA :

### 1.1 Généralités

Sonatrach a décidé de construire une nouvelle unité d'extraction des liquides des gaz associés et de séparations d'huile LDHP-ZCINA dans le champ de Hassi-Messaoud Nord. Cette nouvelle unité ZCINA, qui est localisée à 7 km environ au nord du CINA, sera alimentée par un réseau de collecte de brut LDHP (canalisations en acier) provenant des puits existants et futures dit de haute pression. Ce réseau collecte environ 200 puits à travers 21 sous manifolds et 5 manifolds (5 Branches): OML75, OMKZ72, CINA, OMP53, OMO13, dans la zone nord de Hassi Messaoud et des installations de séparation qui seront implantées adjacentes aux nouvelles installations GPL à Z-CINA. [1]

Le système de transport comprenant des canalisations d'interconnexion de manifolds et 5 canalisations principales ou trunklines assurera le cheminement du fluide vers l'unité de séparation située à Z-CINA.

En outre, l'huile et l'eau issues de la séparation seront acheminées vers les installations de traitement à CINA au moyen de deux lignes d'expédition.

### 1.2 Réseau collecte "LDHP Z-CINA" :

Le système de production LDHP Z-CINA est composée du 5 branches suivants :

- ✓ Branche LDHP CINA situé à la zone 8
- ✓ Branche LDHP OMKZ72 situé HZN
- ✓ Branche LDHP OML75 situé à la zone 9
- ✓ Branche LDHP OMO13 situé à la zone 7
- ✓ Branche LDHP OMP53 situé à la zone 13

Les lignes en projet du réseau de collecte LDHP transporteront un produit multiphasique (Gaz- Huile- Eau).

Trois lignes d'interconnexion entre le CINA et le Z-CINA et deux lignes d'exportation du ZCINA sont également illustrées dans ce document. Ces lignes sont :

- Ligne de 36'' de transfert de gaz d'alimentation de l'unité GPL (Feed Gas) du CINA vers Z-CINA.
- Ligne de 40'' de transfert de gaz résiduel (Residue Gas) de ZCINA vers CINA.
- Ligne de 4'' d'alimentation en Condensât de charge du CINA vers ZCINA.
- Ligne de 4'' d'exportation de condensât du ZCINA.
- Ligne de 12'' d'exportation de GPL. [2]

### 1.3 Données des canalisations:

Le réseau de collecte se compose de 15 lignes d'interconnexions entre manifolds et 5 canalisations principales d'arrivée au manifold de réception de l'unité de séparation à Z-CINA. L'ensemble des canalisations sont enterré, revêtu et muni d'une protection cathodique. L'huile et l'eau issues de la séparation au niveau de Z-CINA seront expédiées vers CINA à travers deux lignes d'expédition, ces 2 lignes seront enterrées.

Comme pour le réseau de collecte, la ligne d'huile sera revêtu et munie d'une protection cathodique. La ligne d'eau sera prévue non métallique (GRP). [1]

L'ensemble des longueurs des différentes lignes est repris dans le tableau I.1 ci-après.

**Tableau 1:** les canalisations et leurs diamètres.

Canalisation	DE	A	Diamètre (en inch)	Longueur (m)
<b>Lignes D'interconnection</b>	Omn332	Omn63	16	4822
	Omn63	Omo13	20	3762
	Omn72	Omo13	12	2862
	Omp57	Omp17	14	5140
	Omp42	Omp53	6	3950
	Omp71	Omp53	8	4228
	Oni412	Oml73	6	6428
	Oml73	Oml75	10	3196
	Oml65	Oml75	8	1788
	Omk31	Omkz72	14	4453
	Oml322	Omkz72	12	4771
	Omp153	Cina	10	2537
	Omo42	Cina	18	8291
	Omo73	Cina	14	4855
Omp17	Cina	16	3093	
<b>Lignes principal</b>	Cina	Z cina	30	6870
	Oml75	Z cina	16	13581
	Omp53	Z cina	14	15979
	Omo13	Z cina	24	10402
	Omkz72	Z cina	18	2861
<b>Ligne D'expéditions</b>	Zcina (huile)	Cina	18	6964
	Zcina (eau)	Cina	6	6964



1.4 Résumé des résultats

Les diamètres des canalisations ont été optimisés de manière à :

- a) Respecter la stabilité de fonctionnement en été et en hiver
- b) Minimiser les pertes de charges dans les canalisations
- c) Respecter des vitesses maximales de 4m/s pour le liquide et 20m/s pour le gaz
- d) Maintenir le taux d'érosion de la vitesse d'écoulement à une valeur inférieure à l'unité.

Le schéma I.1 reprend les différents diamètres relatifs aux canalisations du système de collecte et des canalisations d'expédition de ZCINA vers CINA.

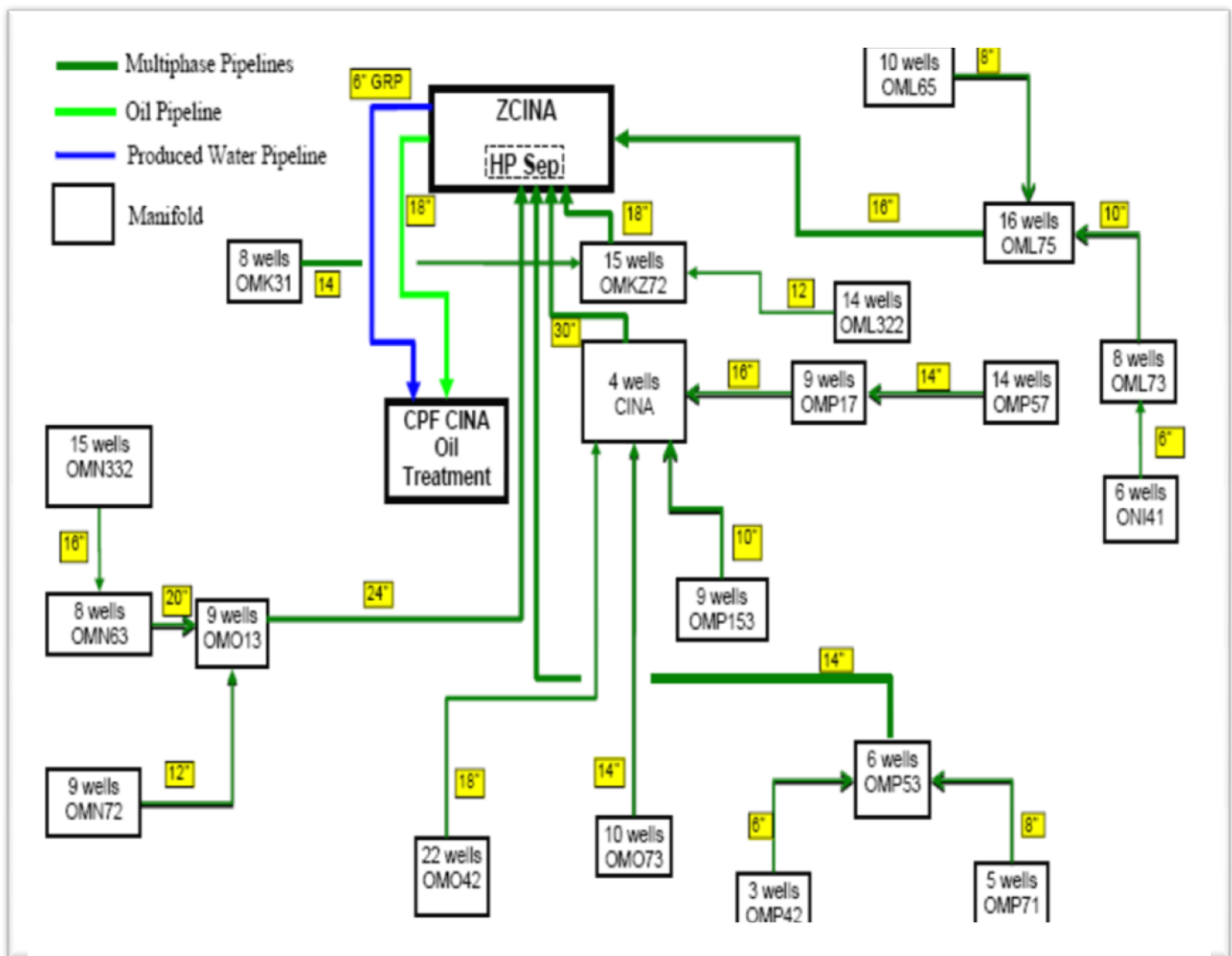


Figure 2: système de collecte et des canalisations d'expédition de Z-CINA vers CINA. [1]

## Système LDHP Z-CINA

## 1.4.1 Objectifs :

Décharger le CINA qui a été préalablement saturé en gaz, d'au moins 36% de la production.

- Soulager le réseau BP du gaz HP.
- Améliorer la production des puits BP.

## 1.4.2 Consistance :

- Une Batterie de quatre (04) Séparateurs au ZCINA.
- Un réseau de pipelines enterrés d'environ 100 KM.
- 21 Manifolds LDHP.
- Le raccordement des puits HP aux nouveaux Manifolds.

NB : Les capacités de design sont :

$$Q_h = 5695.62 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_g = 12577945 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_e = 274.58 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 1.4.3 Situation du Projet:

La réalisation a été confiée à l'ENC, ceci a été réalisé en même temps que le Nouveau GPL Nord.

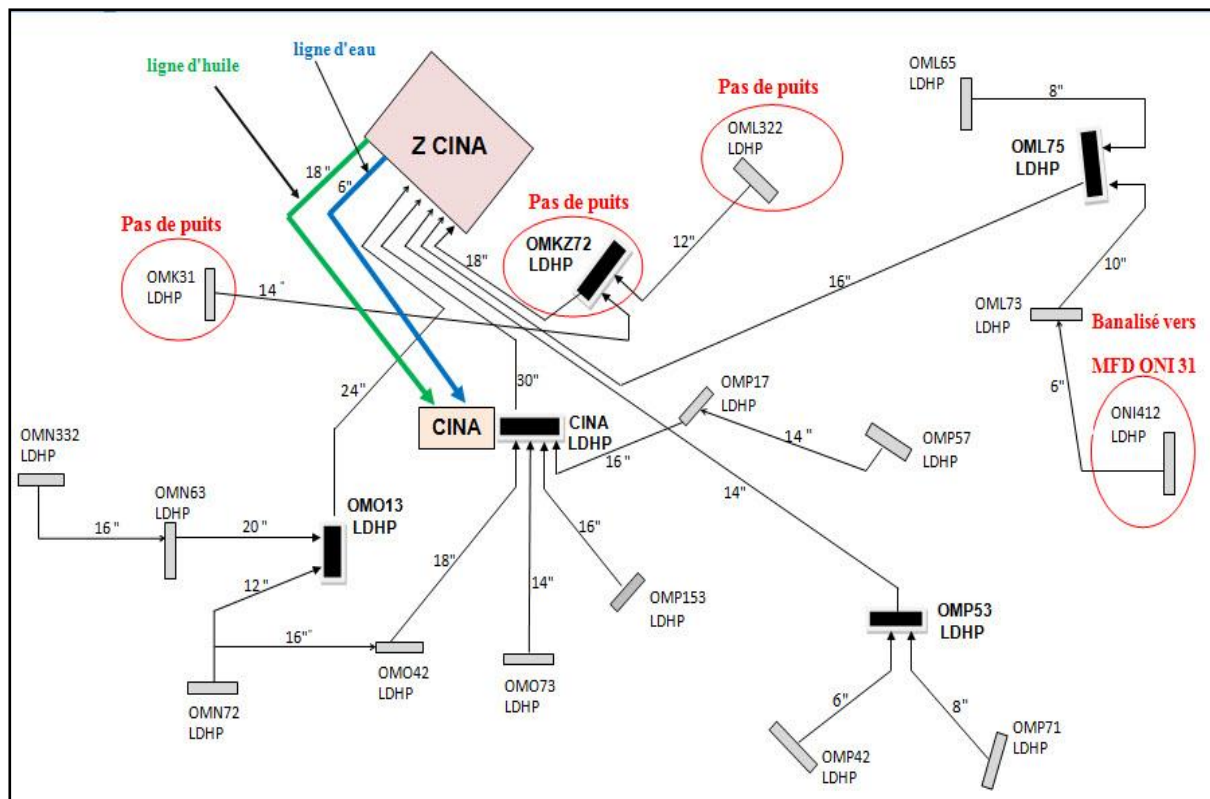


Figure 3 : L'état actuelle de reseau de collecteur LDHP Z-CINA [2]

# CHAPITRE 11:

## Généralité sur le réseau de collecte

## 2 Généralité sur le réseau de collecte

### 2.1 Introduction :

L'effluent brut recueilli en surface doit être transporté et expédié vers les centres de traitement par un réseau de conduites munies par des accessoires de ces conduites, l'ensemble de ces conduites et ses accessoires est appelé réseau de collecte.

Les lignes de collecte transportent presque toujours un effluent polyphasique où les lois d'écoulement sont complexes et les pertes de charge sont importantes, ces derniers sont calculées par plusieurs méthodes qui utilisent des algorithmes différents. [7]

### 2.2 Classification des conduites :

Elles peuvent être classées comme suite :

#### 2.2.1 Selon leur destination :

- ✱ Conduites d'huile.
- ✱ Conduites de gaz.
- ✱ Conduites d'eau.

#### 2.2.2 Selon leur pression de service :

- ✱ à basse pression : 0-6 bars.
- ✱ à pression moyenne : 6-16 bars.
- ✱ à haute pression : > 16 bars.

#### 2.2.3 Selon le caractère du mouvement hydraulique :

- ✱ Conduites forcées (la section est remplie complètement).
- ✱ Conduites gravitaires (la section est remplie partiellement).

### 2.3 Plans de réseau de collecte :

Lors de l'établissement d'un projet de réseau de collecte on doit choisir le tracé (chemin à suivre) des conduites le plus court et le type de réseau de collecte assurant le système le plus rationnel. On distingue les réseaux de collecte suivants :

#### 2.3.1 Liaison individuelle :

Dans ce cas chaque puits est relié individuellement à l'entrée du centre de traitement, ce système offre d'importants avantages techniques :

- ✓ Identification sur le centre des puits en service et à l'arrêt :

- ✓ Contrôle des puits en service par un simple examen des pressions et températures d'arrivée.
- ✓ Facilité d'isoler une production polluée ;
- ✓ Rapidité de passage d'un puits en test ;

L'inconvénient principal est l'installation de plusieurs conduites dans le cas d'un grand gisement et des puits nombreux.

Le schéma suivant montre un réseau de collecte par ligne individuelle :

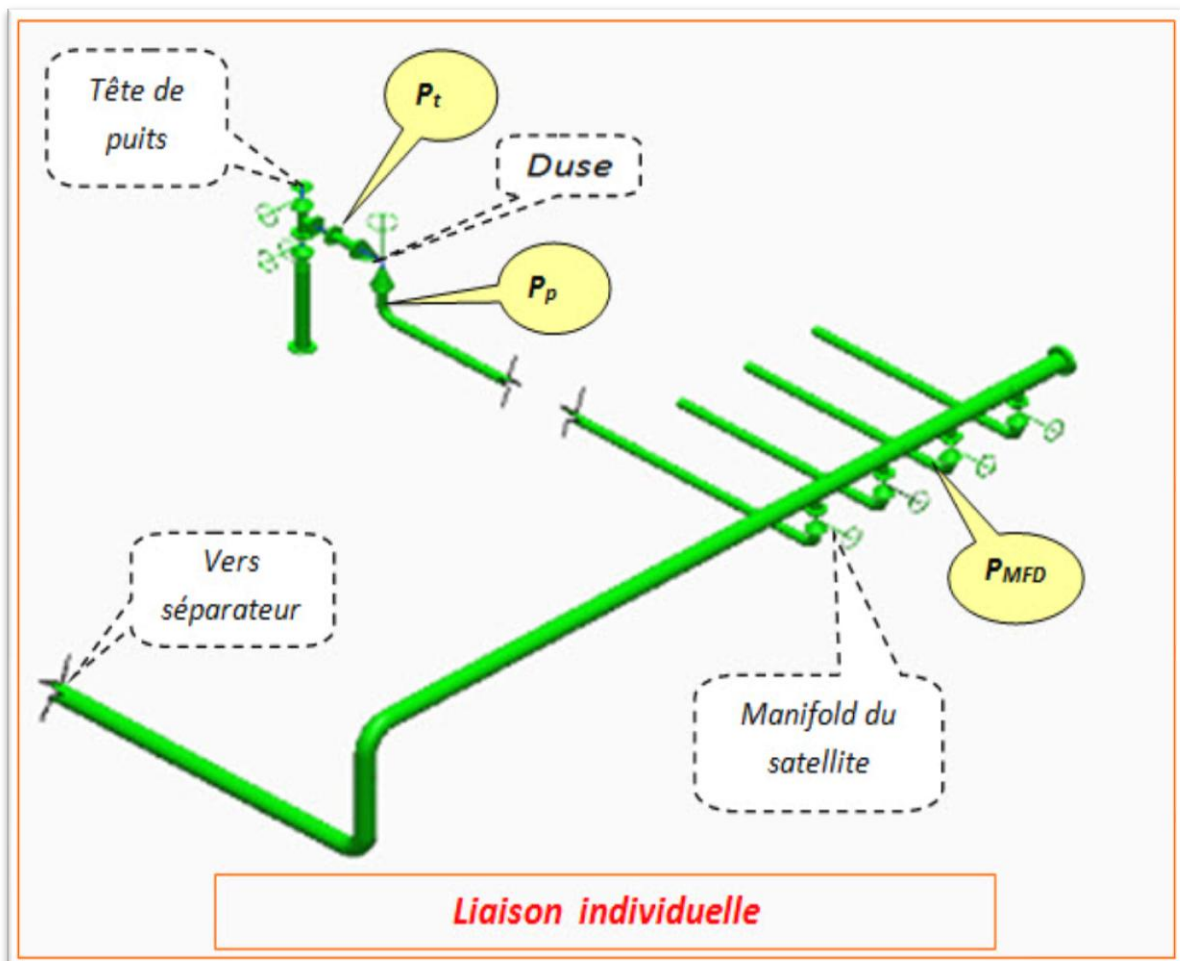


Figure 4 : Liaison individuelle [3]

### 2.3.2 Liaison par collecteur :

L'effluent brut des différents puits est acheminé par un collecteur de grande capacité vers le centre de traitement. Le (ou les) point de groupement des lignes individuelles des puits est choisi sur le terrain de telle façon à avoir les lignes individuelles les plus courtes possibles. Au point de regroupement on installe un ensemble de vannes qui permettent d'isoler la

production de chaque puits, ces points de groupement sont appelés manifold. Dans la plus part des cas on double le collecteur par une ligne de test.

Ce système de liaison prend un avantage incontesté sur le champ de grande étendue où les puits sont nombreux et le centre de traitement est assez éloigné, [3]

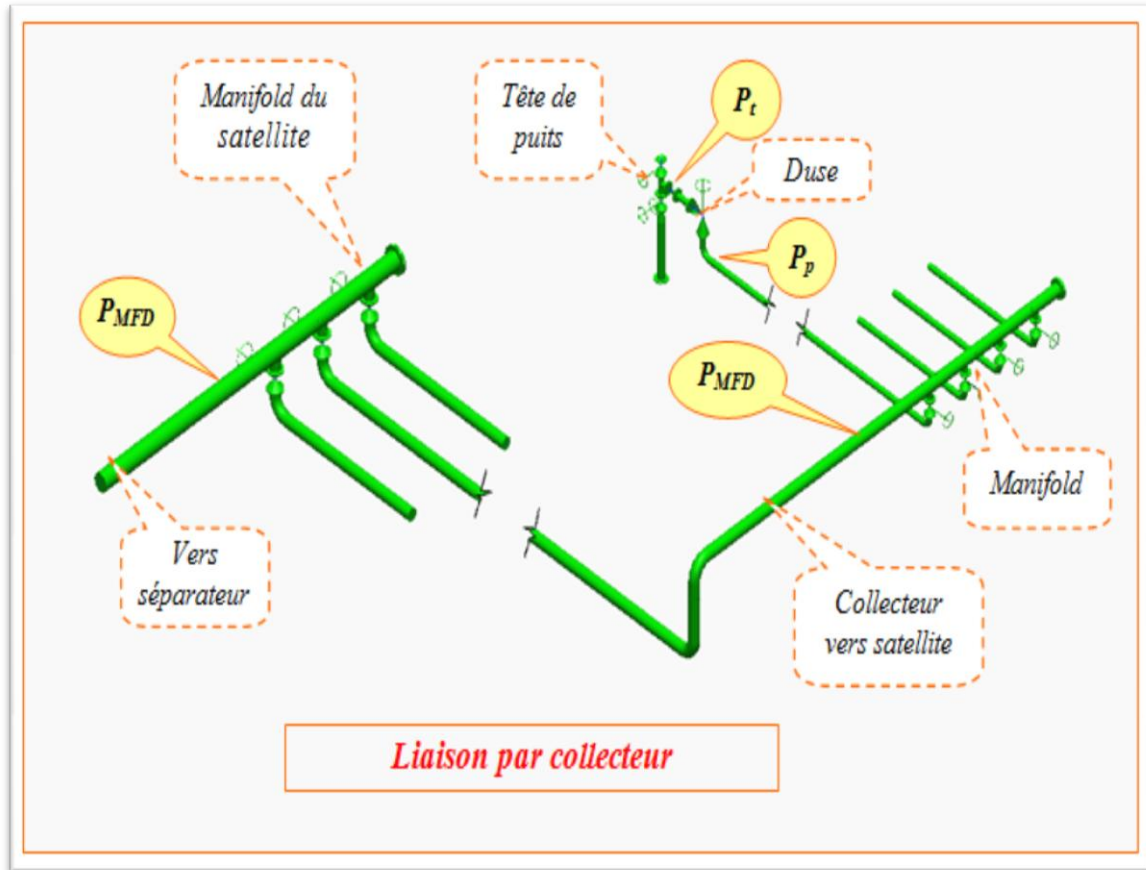


Figure 5 : La liaison par collecteur [3]

L'inconvénient principal est que la production entière peut être polluée par celle d'un seul puits.

- ✓ La production entière peut être polluée par celle d'un émetteur de l'eau.
- ✓ L'huile remplissant la conduite de test doit être chassée avant chaque nouvel essai, perte de temps gênantes quand les puits sont nombreux et le programme de contrôle est chargé.

La conduite et la surveillance de l'exploitation impose des navettes fréquentes du personnel entre les manifolds et le centre de traitement ce qui entraîne une augmentation des frais d'exploitation. Cet ensemble de considérations explique que, dans un cas litigieux,

beaucoup de producteurs préfèrent opter pour la liaison individuelle, même si celle-ci revient un peu plus cher.

### 2.3.3 Autres types de liaison :

Dérivés des systèmes précédents on rencontre assez souvent deux solutions intermédiaires. Dans la première, on installe au niveau de chaque manifold une batterie de séparateurs d'essai qui permet de supprimer la conduite de test. Sur les petits champs, on se contente même parfois d'un séparateur mobile que l'on déplace selon le besoin. Dans la seconde solution, on implante au niveau de chaque manifold une station de traitement ; on revient ainsi à la collecte par lignes individuelles, le produit traité est ensuite expédié par pipe dans un bac de stockage général. Cette solution exige un personnel relativement nombreux ou une automatisation poussée.

#### ❖ Manifold :

Le manifold de production reçoit les effluents provenant de différents puits.

Ce dispositif est constitué de 2 à 3 lignes transversales :

- ✓ Pour sélectionner les puits à basse pression (BP).
- ✓ Pour sélectionner les puits à moyenne pression (MP).
- ✓ Pour sélectionner les puits à haute pression (HP).

Son rôle est de diriger l'effluent des puits dans les directions désirées. [1]

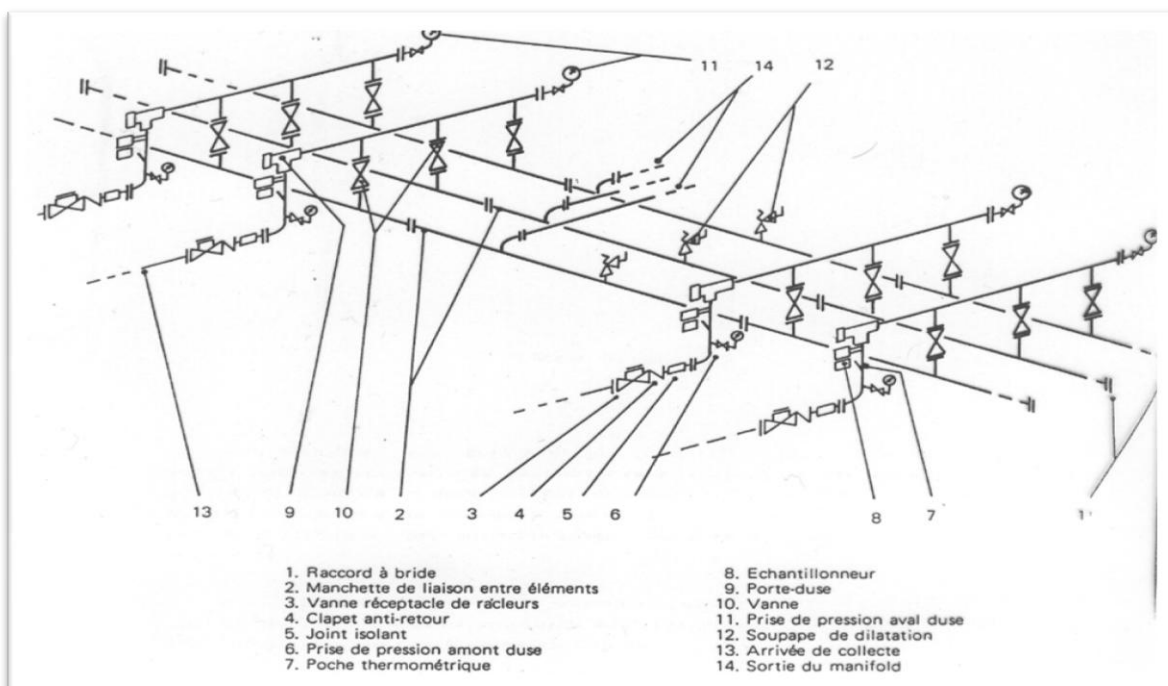


Figure 6 : Le schéma d'un manifold [9]

## **II.4- Le réseau de collecte à HMD :**

### **II.4.1- Le réseau de collecte nord :**

Il comporte un système de collecte composé d'environ 1500 km de pipelines, 67 manifolds, 9 stations satellites et deux centres de traitement destinés au transport, à la séparation et au traitement de la production de plus de 600 puits entre (MP et HP). Une grande partie de la production de ces puits (MP) est séparées dans les neuf stations satellite de séparations avant une deuxième séparation et un traitement final au niveau du Centre Industriel Nord (CINA). Alors que pour les puits HP, leur production est transporté pour la séparation vers Centre Industriel Z-CINA par un réseau de collecte LDHP (Ligne Directe Haut Pression).

Au niveau de CINA, l'huile venant des stations satellites est séparée dans le système de 2ème étage, où les séparateurs fonctionnent à une pression de 6 bars.

La production de quelques puits est séparée directement dans les séparateurs HP et MP au niveau de CINA, sans passer par les stations de séparations, Ces systèmes de séparation sont appelés LDHP, pour les puits connectés sur le système de séparation de 15 bar, et LDMP pour les puits connectés sur le système de séparation de 7 bar.

Une quantité du gaz reçue au niveau de CINA est envoyée vers l'unité de GPL pour l'extraction des condensas. Le gaz léger est envoyé vers les stations de compression pour l'injection.

Au niveau de ZCINA l'huile venant des manifolds LDHP est séparée directement dans les séparateurs HP 32 bar [4]

### **II.4.2- Le réseau de collecte sud :**

Il est plus compliqué que celui du nord. Il comporte un système de collecte composé d'environ 1300 km de pipelines, 45 manifolds, 7 stations satellites et deux centres 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 sept stations satellites avant une deuxième séparation et un traitement final au niveau des Centres Industrielles Sud (CIS) et UTBS. Toutes les stations satellites contiennent, chacune un manifold, un séparateur ou plus, une pomperiez 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 est comprimé pour être envoyés vers CIS et UTBS. Au niveau du CIS,



l'huile venant des stations satellites est séparée dans le système de 2<sup>ème</sup> étage, où les séparateurs fonctionnent à une pression de 4,5 bars.

La production des puits non séparée dans les stations satellite est envoyée directement vers les séparateurs HP et BP au niveau du CIS. Ces systèmes de séparation sont appelés LDHP, pour les puits connectés sur le système de séparation de 28 bar, et LDBP pour les puits connectés sur le système de séparation de 11 bar. Le gaz riche est envoyé vers les unités de GPL pour l'extraction des condensas, le gaz léger est comprimé, jusqu'à 400 bar, dans les stations de compression pour être injecté dans les puits injecteurs gaz et gaz lift.

La production d'huile venant des stations satellites est séparée au niveau UTBS à (4.5bars) [4]

# CHAPITRE III :

## *Etude de perte de charge*

### 3 Etude de perte de charge

#### 3.1 Définition de l'Écoulement Multiphasique :

On appelle un écoulement multiphasique tout déplacement d'un effluent dans lequel plusieurs phases sont en présence, c'est le cas des écoulements des fluides pétroliers du fond du puits aux installations de séparation sur champ. Les phases qui existent dans ce type d'écoulement sont le gaz, l'huile ou le condensât, l'eau de gisement ainsi que des solides (sables et argiles ...).

Dans notre étude, l'écoulement multiphasique est assimilé à un écoulement diphasique, se composant d'une phase gazeuse et d'une phase liquide. Les pertes de charge sont différentes suivant le type d'écoulement. [3]

##### 3.1.1 Écoulement avec bulle (BUBBLE flow) :

Le gaz, en petites quantités (GOR très faible), se déplace sous forme de bulles à la partie supérieure de la conduite pipe à peu près à la même vitesse que le liquide. Le cheminement du fluide total s'apparente à celui d'une mousse ou d'une émulsion.

##### 3.1.2 Écoulement avec bouchon (PLUG flow) :

La phase gazeuse croit. Le gaz s'accumule à la partie supérieure de la conduite, l'écoulement se fait par alternance de bouchons de liquide et de gaz.

##### 3.1.3 Écoulement stratifié (STRATIFIED flow) :

Le gaz occupe toute la partie supérieure de la conduite et le liquide la partie inférieure, les vitesses d'écoulement étant encore à peu près identiques, l'interface Gaz-liquide est plan.

##### 3.1.4 Écoulement avec vagues (WAVY flow) :

Le régime d'écoulement est analogue au précédent Mais l'importance de la phase gazeuse s'étant accrue, le gaz circule plus vite que le liquide et des ondulations (vagues) apparaissent sur l'interface.

##### 3.1.5 Écoulement avec vagues moutonnantes (SLUG flow) :

Lorsque les vagues atteignent le sommet de la paroi du pipe et la vitesse du gaz devient suffisante pour arracher des crêtes d'écume aux vagues. L'écume forme un brouillard qui se déplace avec le gaz, plus vite que le liquide.

##### 3.1.6 Écoulement annulaire (ANNULAR flow) :

La vitesse du gaz est très grande. Le liquide est plaqué sur la paroi du tube et le gaz circule dans la partie centrale.

**3.1.7 Ecoulement brouillard (SPRAY flow) :**

L'importance de la phase liquide est faible de celle de la phase gazeuse. La plus grande partie du liquide, voir sa totalité est entraînée sous forme de brouillard.

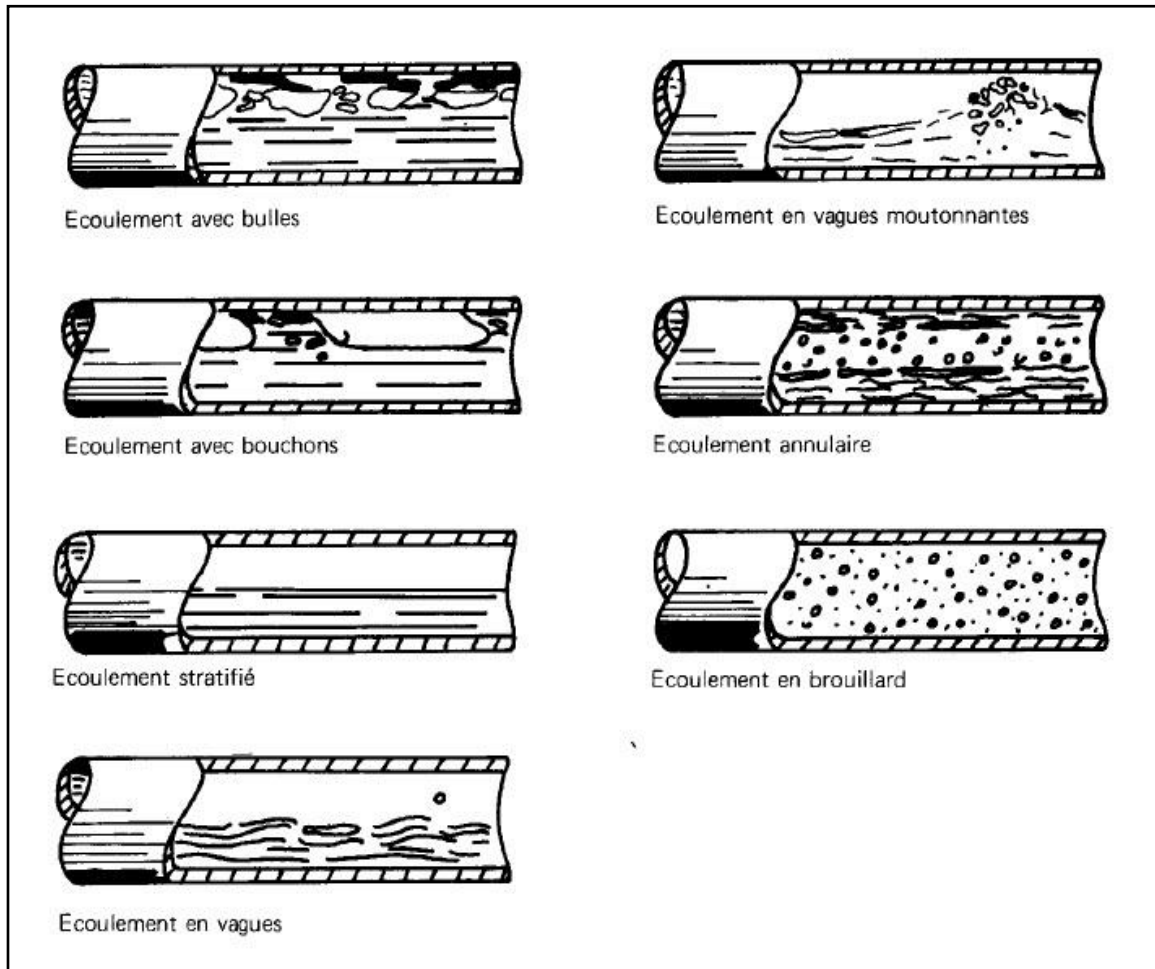


Figure 7: Ecoulements Diphasiques [9]

**3.2 Variation de la pression le long d'une conduite :**

L'analyse physique des phénomènes conduit à écrire que pour un écoulement diphasique la variation de pression le long de la conduite est comme pour un écoulement monophasique égal à la somme de trois termes : [4]

$$\left(\frac{dP}{dl}\right)_{\text{totale}} = \left(\frac{dP}{dl}\right)_{\text{accélération}} + \left(\frac{dP}{dl}\right)_{\text{élévation}} + \left(\frac{dP}{dl}\right)_{\text{friction}} \quad (III.1)$$

L'équation spécifique pour un écoulement monophasique représenté par trois termes est

Ecriture comme suite

$$\left(\frac{dP}{dl}\right)_{\text{totale}} = \frac{g}{g_c} \rho \sin \theta + \frac{f \rho V^2}{2 g_c \cdot D} + \frac{\rho V \cdot dV}{g_c \cdot dl} \quad (III.2)$$

Pour un écoulement multiphasique ou diphasique, l'équation est comme suite : [4]

$$\left( \frac{dP}{dl} \right)_{totale} = \frac{g}{g_c} \rho_m \sin \theta + \frac{f_m \rho_m V_m^2}{2 g_c \cdot D} + \frac{\rho_m V_m \cdot dV_m}{g_c \cdot dl} \quad (III.3)$$

où :

$\rho_m$  : la densité du mélange [ $Kg/m^3$ ]

$P_1, P_2$  : pression de pipe [ $bar$ ]

$V_m$  : la vitesse du mélange [ $m/s$ ]

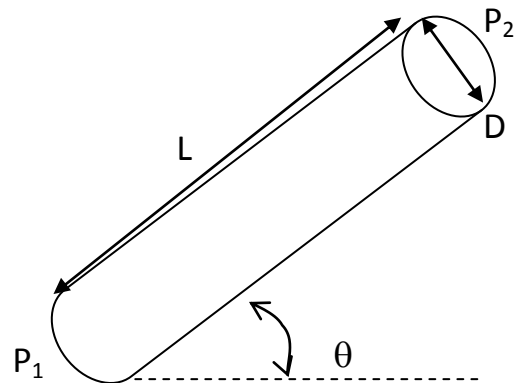
$D$  : diamètre de la pipe [ $m$ ]

$g_c$  : facteur de conversion.

$f_m$  : facteur de frottement du mélange. Il est fonction de  $R_e, \varepsilon, D$ .

$g$  : accélération de la gravité ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ).

$\theta$  : Pente de la conduite.



Dans le tableau suivant, on a présente le pourcentage de chaque terme dans les pertes de charges totales dans un système de production (tubing).

**Tableau 2:** le pourcentage de chaque terme dans les pertes de charges

Composante	Puits à huile	Puits à gaz
Elévation	70% - 90%	20% - 50%
Friction	10% - 30%	30% - 50%
Accélération	0% - 10%	0% - 10%

Le terme d'accélération qui correspond à la variation de l'énergie cinétique de la masse fluide, est d'une façon générale négligeable dans les écoulements monophasique pétroliers. Il est basé sur le changement de la vitesse entre différentes positions dans le pipe, ce terme est proche de zéro. Mais on doit cependant en tenir compte dans certain écoulement à grande vitesse (cas de basse pression et GOR élevé).

$$\left( \frac{dP}{dl} \right)_{\text{accélération}} = \frac{\rho_m V_m \cdot dV_m}{g_c \cdot dl} \quad (\text{III.4})$$

Le terme d'élévation où gravité est indépendant du débit de fluide et dépend seulement des dénivellations de la conduite. Il est égal au poids de la colonne de fluide. Il faut dire aussi que pour un même débit massique de fluide à l'entrée, la proportion de gaz et liquide va varier tout le long de la conduite en fonction de la chute de pression et de température. Pour déterminer ce terme, il est nécessaire de déterminer la densité du mélange dans les conditions statiques qui est en fonction du liquide hold-up ( $\rho_s = \rho_l H_L + \rho_g H_g$ ).

Ce terme est très souvent négligeable devant le terme de perte de charge pour un écoulement permanent de gaz. Par contre, il est important pour un écoulement permanent de liquide et prépondérant aux faibles débits.

$$\left( \frac{dP}{dl} \right)_{\text{élévation}} = \frac{g}{g_c} \rho_m \sin \theta \quad (\text{III.5})$$

Le terme de friction due aux forces de frottements.

$$\left( \frac{dP}{dl} \right)_{\text{friction}} = \frac{f_m \rho_m V_m^2}{2 g_c \cdot D} \quad (\text{III.6})$$

### 3.3 Liquid Hold-up :

Dans une ligne de collecte caractérisée par des points bas avec des dénivelés importants, le problème de Liquid Hold-up peut se manifester. Si on a des vitesses faibles du fluide circulant, sa partie lourde (l'eau) a tendance de stagner dans ces points bas, ce qui réduit la section de passage de la conduits et par conséquent, les perte de charges augmentent dans la conduite.

Le liquide HOLD up : Le liquide HOLD up (taux de présence locale de liquide dans la conduite) est calculé pour chaque type d'écoulement comme suit : [7]

$$H_L(\phi) = \psi H_L(0) \quad (\text{III.7})$$

Où :

$\phi$  : facteur d'inclinaison :

**HL (0)** : le liquide HOLD up dans un pipe horizontale, il est calculé par la formule suivante:

$$H_{L(0)} = a \lambda_L^b / N_{FR}^c \quad \text{(III.8)} \quad [11]$$

Où :

$$\lambda_L : 0.34Re^{-0.25}$$

a, b et c sont déterminés pour chaque régime d'écoulement à l'aide du tableau suivant :

**Tableau 3** : Les valeurs (a, b et c) pour chaque régime d'écoulement

Régime d'écoulement	a	b	c
Ségrégation	0.98	0.4846	0.0868
Intermittent	0.845	0.5351	0.0173
Distribué	0.1065	0.5824	0.0609

La valeur calculée de HL (0) doit être :  $HL(0) \geq \lambda L$

Le facteur de correction du HOLD UP dû à l'effet de l'inclinaison du pipe est donné par:

$$\Psi = 1 + C [\sin(1.8 \phi) - 0.333 \sin^3(1.8 \phi)] \quad \text{(III.9)}$$

Où :

$\phi$  : l'angle du pipe par rapport à l'horizontal.

e, f et g sont donnés par le tableau suivant :

$$C = (1 - \lambda_L) \ln [d L^e N_{LV}^f N_{FR}^g] \quad \text{(III.10)} \quad [11]$$

Où :

$\lambda_L$  : grand changement dans le pseudo holdup nécessaire pour correspondre à la chute de pression observée.

$N_{LV}$  : Numéro de vitesse du liquide.

$N_{FR}$  : Gas flow rate, Mscf/D

**Tableau 4** : Les valeurs (d, e, f et g) pour chaque régime d'écoulement

Régime	d	E	f	g
--------	---	---	---	---

d'écoulement				
Ségrégation	0.011	-3.768	3.539	-1.614
Intermittent	2.96	0.305	-0.4473	0.0978
Distribué	Pas de correction		c=0, Ψ =1, HL ≠ f(φ)	
Tout régime	4.70	-0.3692	0.1244	-0.5056

Donc la même équation est utilisée pour calculer le HOLD Up pour chaque régime, Seuls les coefficients et les exposants utilisés diffèrent d'un régime à un autre.

Quand le régime d'écoulement est transitoire, le HOLD UP doit être calculé en utilisant à la fois les équations du régime intermittent et celui en ségrégation en introduisant deux facteurs A et B :

$$HL \text{ (transition)} = A \times HL \text{ (ségrégation)} + B \times HL \text{ (intermittent)}$$

Où :

$$A = L3 - NFR / L3 - L2$$

$$B = 1 - A$$

Une fois  $H_{L(0)}$  est déterminé, la densité diphasique peut être calculée comme suit : [3]

$$\rho_m = \rho_L H_L + \rho_g H_g \tag{III.11}$$

Tel que :  $H_g = 1 - H_L$

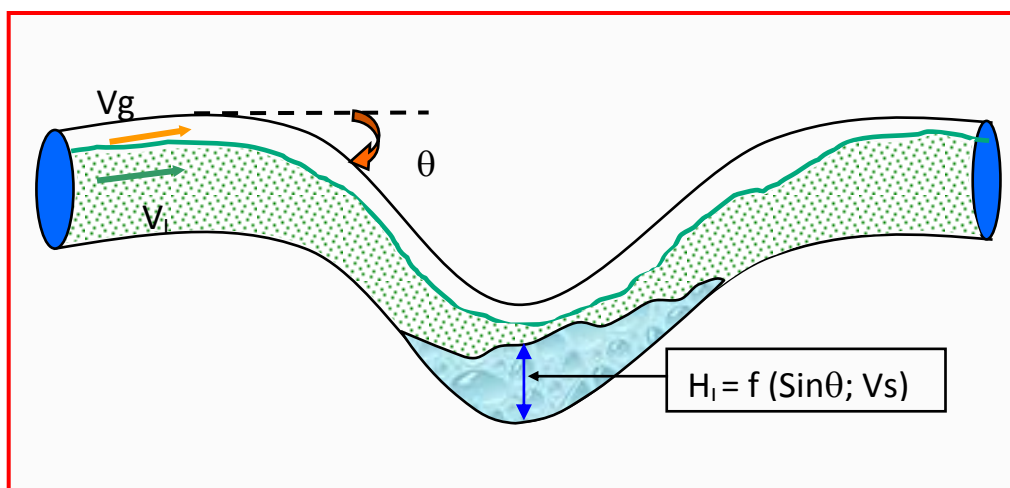


Figure 8: Le problème de Liquide Hold-up [7]



#### 4 Méthode de calcul de la production d'huile au niveau des puits :

La formule de calcul de débit d'huile d'un puit est la suivant :

$$Q_{cal} = \frac{P_t \cdot \varnothing^{1.8} \cdot F(x)}{1000 K}$$

Avec :

$Q_{cal}$  : le débit calculé.

$P_t$  : la pression de tête.

$P_p$  : la pression de pipe.

$\varnothing$  : le diametre de la Duse.

$F(x)$ : en fonction du rapport ( $P_p/P_t$ ).

$f(x) = 2,667 \cdot P_p/P_t \sqrt{(1 - P_p/P_t)}$  , Si  $P_p/P_t \geq 0,75$ ,

$f(x) = 1$  , Si  $P_p/P_t \leq 0,75$ ,

$K$  : coefficient de jaugeage.

$Q_{max}$  : le débit mesuré (donné par l'opération du jaugeage). [10]

# CHAPITRE IV:

Optimisation de

réseau de collecte

LDHP Z-CINA

## 5 Optimisation de réseau de collecte LDHP Z-CINA

### 5.1 Introduction :

L'optimisation de la production consiste à étudier la chaîne de production à partir du réservoir jusqu'aux bacs de stockage. L'analyse détaillée des paramètres de chaque partie de système sert à déterminer les variables clés qui seront prises en considération dans l'optimisation. La solution optimale du système est en fonction de tous les paramètres (Variable Clés) qui influent sur la production. L'organisation de ce cas d'étude de l'optimisation intégré est comme suit :

- ✓ La modélisation des puits, et de réseaux.
- ✓ Propositions des scénarios possibles d'optimisation de la production.

#### ❖ Création de modèle:

L'objet de ce travail consiste à créer un modèle machine du système de collecte LDHP Z-CINA. Une fois créé, ce modèle sera utilisé comme outil de simulation. Pour avoir une bonne présentation du système de Z-CINA, il faut choisir une période où on peut avoir le maximum d'information. On a opté pour la journée du 24 Mars 2018 parce qu'elle nous fournit un maximum des données, après la création de modèle, nous pouvons régler les problèmes rencontrés dans notre réseau de collecte et proposer des solutions.

### 5.2 Présentation des données utilisées :

Les données utilisées pour créer une présentation du réseau LDHPZ-CINA :

- ❖ Données des derniers jaugeages: débit d'huile, les pressions (tête, pipe), GOR, water-cut, débit de gaz

Les pressions : La pression de pipe (PP) réelle seront déterminées à partir des données de Bilan-Gaz, ( $P_p \text{ min} = 37.58 \text{ bar}$  /  $P_p \text{ max} = 54.47 \text{ bar}$ ) et la pression de séparation Z-CINA fixée à 32bar.

Rapport gaz pétrole : Le rapport gaz pétrole noté (GOR) est égal au rapport du volume total de gaz sur le volume total de pétrole dans un mélange, tous les deux pris dans des conditions standards de température et pression ( $\text{GOR} = 4769 \text{ Std.m}^3/\text{m}^3$ ). [7]

Water-cut : c'est la quantité d'eau récupérée avec l'huile (Eau Prod = 262.27 l/h)

Le débit est calculé à partir des données de Sonatrach qui utilise les pressions moyennes mesurées sur le terrain en amont (Pt) et en aval (Pp) de la Duse de tête de puits et les dimensions de Duse obtenues de la base de données appropriée (débit d'huile=  $66.36 \text{ Sm}^3/\text{j}$ ).

❖ La carte réseau l'huile LDHP nord : [6]

Distance horizontale (L).

Diamètre intérieur ( $\emptyset$ ).

Tableau 5: le bilan-gaz du 26/02/2018

Puits	Date	GOR	Pp	Q	Eau
			Kg/cm <sup>2</sup>	Sm <sup>3</sup> /J	l/h
OMO862	14-07-17	1461	41	47.04	0
OMLZ761	11-02-18	20751	47.2	27.84	0
OML862	09-12-17	1123	49.99	24.24	0
OML623	14-02-18	3048	46.5	55.68	147
OML82	01-03-18	2777	48.3	132.96	0
OML822	11-06-17	2488	49.5	131.76	950
OML832	12-02-18	3356	47	78.24	560
OMLZ643	20-02-18	659	42.4	95.04	0
OML852	06-01-18	14066	47.6	18.96	160
OML86	24-05-17	2813	54.72	171.12	0
OMN25	29-11-17	2587	47	56.88	2600
OMN302	15-02-18	1619	46	96.72	0
OMN33	11-02-18	1356	44.1	22.56	0
OMN422	15-12-17	24726	51.2	4.8	268
OMN442	02-03-18	1956	45.8	22.56	0
OMN402	08-11-17	4145	46.4	52.8	0
OMN42	02-03-18	2304	43	136.32	0
OMN522	18-01-18	984	46.5	120.96	0
OMN53	23-12-17	2779	46	76.32	0
OMNZ701	23-12-17	10609	46	28.8	0
OMN40	29-10-17	4016	47.99	43.92	2249
OMN601	25-09-17	2400	45	33.12	0
OMN61	19-01-18	9013	47.8	19.2	0
OMN70	09-01-18	13263	47.69	18.48	60
OMN73	25-02-18	22961	40.4	13.44	0
OMN802	03-02-18	3310	46.6	50.64	898
OMN812	13-01-18	765	43.03	42	0
OMNZ83	11-01-18	4588	43.9	19.2	0
OMNZ833	27-02-18	4525	43.2	119.52	0
OMN822	26-02-18	4083	41	61.68	0
OMO521	13-12-17	3365	48	84.72	0
OMOZ642	21-01-18	1417	46.32	97.44	260
OMOZ821	23-02-18	2093	23.9	111.36	10
OMO712	31-01-18	2995	51.71	97.92	50
OMO72	06-01-18	1869	48.85	62.16	0
OMP141	05-03-17	6465	44.2	37.68	0
OML11	01-03-18	1687	40.8	93.6	0
OMPZ173	01-02-18	3828	48.36	53.76	0
OMPZ261	26-01-18	1753	44.3	45.6	0
OMP272	28-01-18	3021	44	49.92	0
OMP21B	05-09-17	6065	50.57	46.8	0
OMP312	27-01-18	4172	49	72.24	0
OMLZ402	28-02-18	5386	42.2	56.16	1635
OMLZ512	01-03-18	1270	45.3	203.04	0
OMP57	09-12-17	4141	47.4	50.88	0
OMP572	14-06-17	16395	44.3	8.88	6
OMPZ812	25-02-18	2557	49.5	97.68	0
OMP70	24-02-18	1913	49.9	136.56	3400
OMP712	20-07-17	7477	56.9	28.56	0
OMP312	03-02-18	3310	46.6	50.64	898
OMLZ402	13-01-18	765	43.03	42	0

NB : Ces données sont prises du Data banque de l'entreprise Sonatrach du (26/02/2018) [8].

### 5.3 Aperçu sur le logiciel d'optimisation PIPESIM:

Le PIPESIM (Pipeline Simulator) est un simulateur conçu par Schlumberger afin d'effectuer les tâches suivantes:

- ✓ La définition des points de fonctionnement des puits  $Q_{liq}$ ,  $P_{wf}$  (le point de fonctionnement c'est l'intersection des deux courbes IPR et VLP).

L'étude de sensibilité des points de fonctionnement par la variation des paramètres :

- Les paramètres des fluides : la densité d'huile, le water-cut, le GOR.
  - Les paramètres du réservoir : la pression, température, perméabilité et l'épaisseur du réservoir, le Skin aux abords du puits, son rayon, le rayon de drainage.
- ✓ L'optimisation de l'équipement des puits.
  - ✓ L'analyse des performances des puits.
  - ✓ L'analyse des réseaux de puits.
  - ✓ L'optimisation de la production.
  - ✓ L'analyse des puits multilatéraux.

Le PIPESIM est un logiciel d'analyse de performance des systèmes de production. Il peut aider les ingénieurs de production ou de réservoir à prédire et simuler l'écoulement et la température dans les tubings et les pipelines avec exactitude. Les calculs de sensibilité du PIPESIM nous permettent d'optimiser les designs existants et de prédire l'influence des futurs changements sur les paramètres du système considéré. En séparant la modélisation de chaque composante du système de production, PIPESIM permet ainsi à l'utilisateur de vérifier chaque modèle de sous-système. Par le biais de la fonction matching, PIPESIM s'assure que les calculs sont aussi exacts que possible.

Une fois un modèle du système a été réglé aux vraies données de champ, PIPESIM peut être utilisé avec confiance pour modeler le système de production, simuler son comportement et étudier sa sensibilité aux différents paramètres.

Le PIPESIM comporte deux modèles

- ❖ **Well Performance Analysis:** Ce module permet de créer les modèles des puits avant de les intégrer dans le modèle du réseau.
- ❖ **Network Analysis:** Ce module nous offre la possibilité de simuler le comportement tout un réseau de puits et d'étudier l'effet des différents paramètres de ce réseau sur la production de chaque puits.

#### 5.3.1 Fonctionnement du logiciel :

Après le choix et la construction du modèle du puits :

- Introduire les paramètres du puits :  $P_p$ ,  $P_t$ ,  $T$ ,  $Q$ .
- Introduire les paramètres obtenus à partir de la carte : la longueur et le diamètre intérieur du PIPE (FLOWLINE)
  - Introduire le type du fluide : Black oil dans notre cas avec ces paramètres GOR, Water-cut, API et les caractéristiques du point de bulle.
  - Modélisation des puits (flow correlations matching) : dans cette étape le logiciel va construire un modèle à partir des données introduites (Input data) et il nous propose plusieurs corrélations pour le modèle construit et c'est à nous de choisir la meilleure corrélation qui s'adapte bien à notre cas. [5]

### 5.3.2 Plan d'analyse :

L'outil choisi pour ce travail « le PIPESIM » et les étapes à suivre pour L'analyse des données sont présentées dans la figure

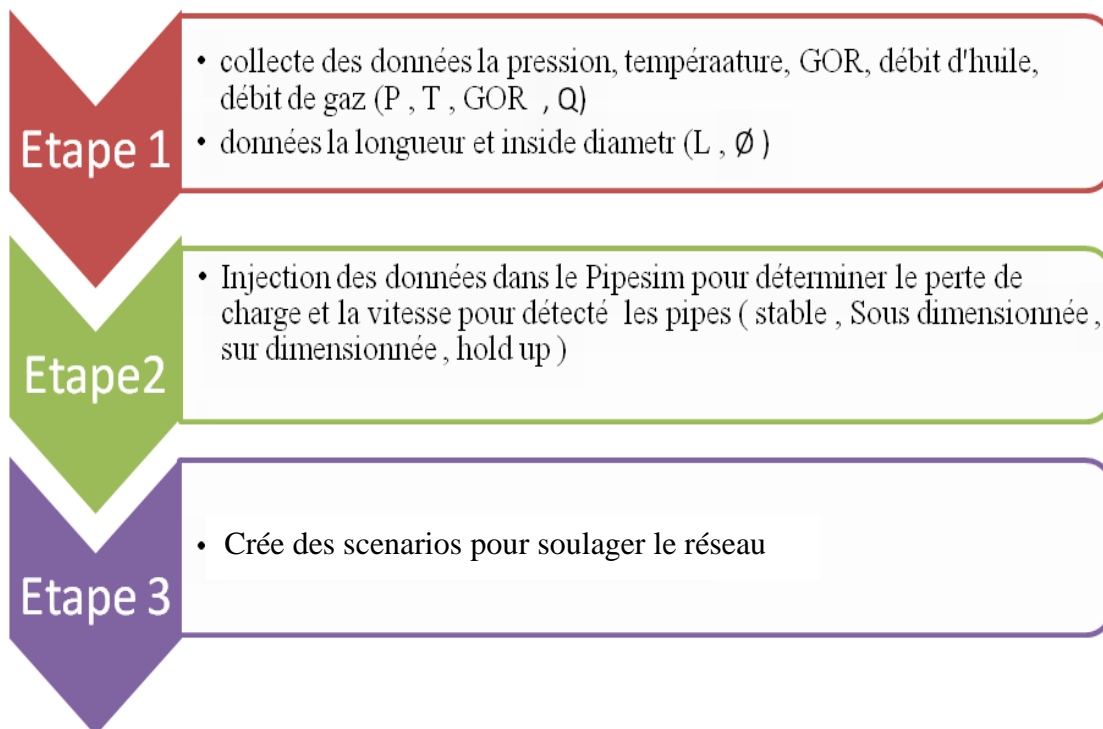


Figure 9: Plan d'analyse du travail.

## 5.4 Procédure de modélisation :

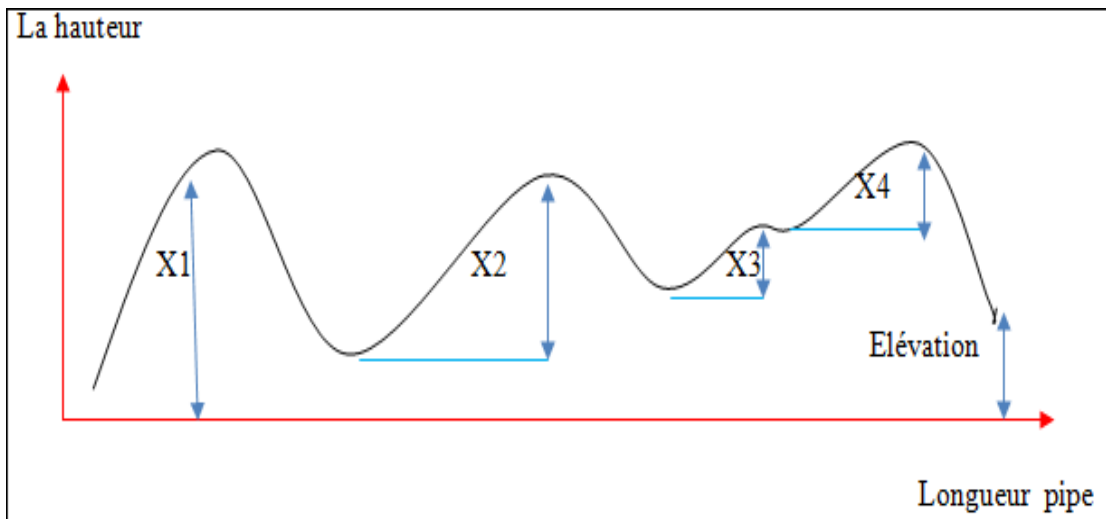
### 5.4.1 Type de Modèle :

Le modèle hydraulique informatisé choisi est de type black oil (Produits noirs), par opposition à un modèle compositionnel (Produits de composition).

Dans un modèle Produit de composition, les propriétés des fluides sont déterminées par les courbes des points de vaporisation des produits de composition des fluides individuels dans diverses conditions de pression et de température. Inversement, dans le modèle Produits noirs, ces propriétés physiques sont saisies directement. [3]

**5.4.2 Profile des pipes :**

La carte de réseau du système LDHPZ-CINA est nécessaire pour déterminer l’emplacement des puits et des manifolds ainsi que les différents raccordements entre pipes. Les longueurs de ligne ainsi que les élévations sont tirées à partir de la base de données du Sce Collecte & Desserte. Une formule appliquée par ce service qui sert à simuler des profils artificiels des pipes, à partir des profils réels. Ces derniers sont visualisés sur des fichiers, ils sont utilisés pour calculer le dénivelé de chaque segment du PIPE.



**Figure 10:** le dénivelé de pipe. [7]

Calcul le dénivelé de pipe :

$$X = \frac{(\sum \text{remontés}) \cdot 2}{N^{br} \text{seg}}$$

X : dénivelé de chaque segment.

Nbr seg : 6 , pour un pipe > 2000 m.

Nbr seg : 4 , pour un pipe de 1000 à 2000 m.

Nbr seg : 2 , pour un pipe < 1000 m.

On ajoute au dénivelé de dernier segment l’élévation total entre le départ et celui d’arrivée. [3]

### 5.4.3 Corrélations de perte de charge dans le pipe :

Il existe plusieurs corrélations dans le domaine des calculs les pertes de charge des conduites horizontales, mais seulement deux qui donnent des bons résultats pour le réseau de HMD à savoir :

- Beggs / Brill / Moody (BBM).
- Dukler / Eaton/ Flannigan (DE).

La corrélation de BBM a généralement tendances à sous-estimer les pertes de charge dans le système, quand les lignes ont des points bas qui peuvent accumuler les liquides ou ont beaucoup de segment en remonté. Inversement, la corrélation de DE sur-estime généralement les pertes de charge dans les lignes qui sont principalement en descente, sans ondulation ou point bas. Et comme notre réseau LDHP Z-CINA est caractérisé par des lignes de pipe accidentées (conditions extrêmes), on a choisi la corrélation de DE, qui donne de meilleurs résultats. [4]

### 5.4.4 Le Calage :

L'objectif du calage consiste à ajuster les valeurs des pressions calculées avec les valeurs mesurées, afin de trouver un modèle de base qui reflète l'état du réseau de collecte avec le moins d'itérations possibles. On a pris comme hypothèse que l'erreur admissible entre la valeur mesurée  $P_{Pm}$  et la valeur calculée  $P_{Pc}$  ne doit pas dépasser 7%. C'est à dire :

$$Ecart = \left| \frac{P_{Pm} - P_{Pc}}{P_{Pm}} \right| \leq 7\%$$

Tout puits qui présente un écart dépassant cette limite doit être revue. En premier lieu, il faut revoir les données entrées. Une fois qu'il a été confirmé que les pressions enregistrées, les différents débits, les profils de niveau, les longueurs et les dimensions de ligne sont corrects, le calage de  $P_{Pc}$  au  $P_{Pm}$  se fait par les ajustements de l'efficacité d'écoulement et de la rugosité du PIPE.

### 5.4.5 L'efficacité d'écoulement :

On prend l'efficacité comme un facteur englobant les autres paramètres relie à la perte de charge, elle a une relation proportionnelle avec la  $P_{Pc}$ . Par défaut, elle est égale à 100% pour tous les pipelines. Toute modification apportée sur sa valeur nous donne une idée sur l'état du PIPE.

90 % < Eff. < 100 %    pipe en bon état.



60 % < Eff. < 90 % acceptable sous réserve.

Eff. < 60 % on a un problème, bouchage du PIPE où réplique d'un autre pipe (freinage) dans le cas d'une jonction. [4]

- La rugosité est égale à " 0,0018" pour une nouveau pipe et ne dépasse pas "0,02" pour un vieu pipe.
- L'intervalle de taux d'ondulations (rate of Undulations) [10-1000] :  
 Si  $PPC > PPM$  Doit être réduite le taux d'ondulation de pipe.  
 Si  $PPC < PPM$  Doit être augmente le taux d'ondulation de pipe.
- Le profil d'élévation c'est un facteur influent sur les pertes de charge.

Elévation : exemple Profil d'élévation des Puits OMP 712----MFD OMP71

11,4m - 13,8m = -2,4m la différence d'élévation

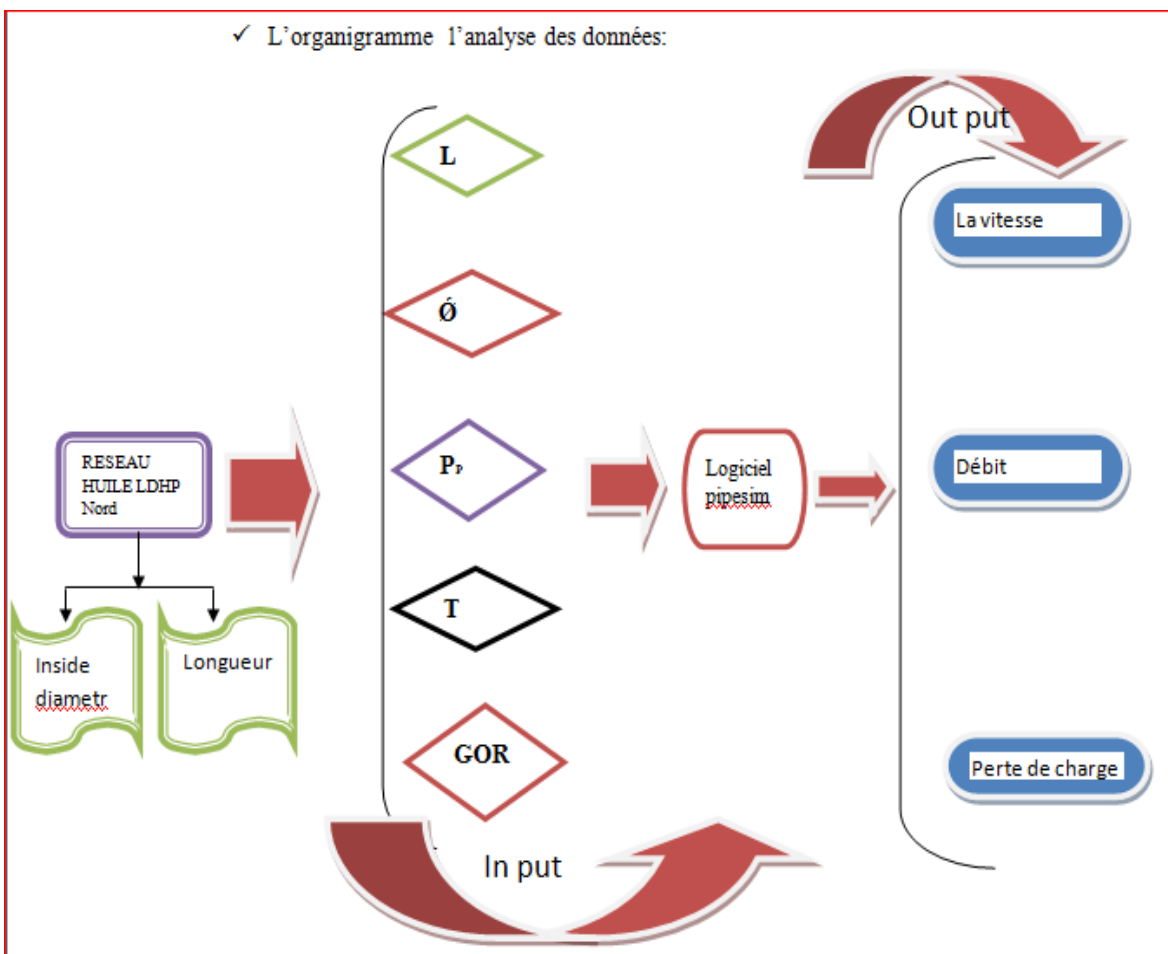


Figure 11 : L'organigramme l'analyse des données

5.4.6 L'organigramme de la modélisation:

L'organigramme suivant résume la procédure de modélisation suivie :

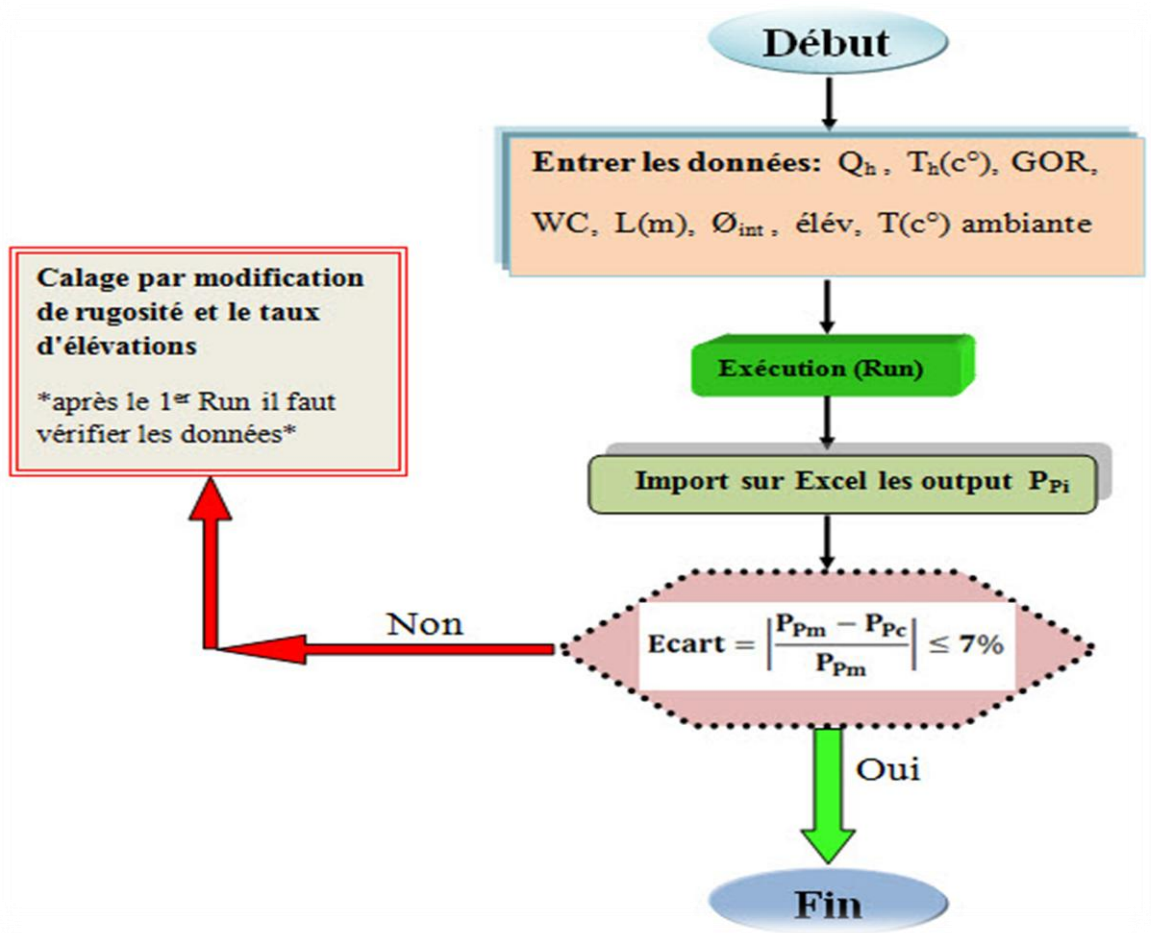


Figure 12: L'organigramme de la modélisation

5.4.7 RESULTATS DE MODELISATION :

Sur la figure résumée suivant, on compare les valeurs de pression calculées à l'aide du logiciel PIPESIM aux valeurs mesurées sur le terrain. Aussi, on a des cellules qui nous donnent un jugement sur la modélisation.

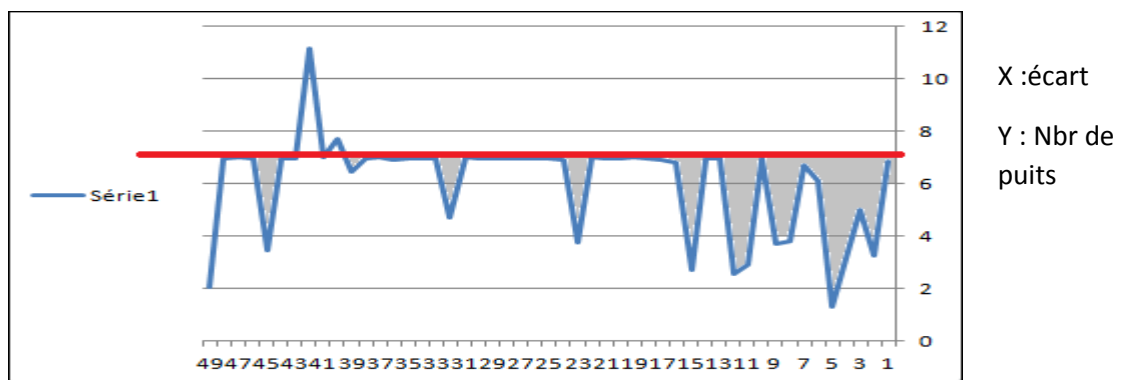


Figure 13 : profile l'erreur relative (l'écarte)

D'après la figure le modèle est calé, puisque les écarts sont acceptables (inf à 7%).

## 5.5 L'optimisation de réseau de collecte LDHPZ-CINA.

### 5.5.1 Analyse des pertes de charge :

Le modèle étant calé, on calcule les pertes de charges dans chaque flow line. Il existe des pertes de charge additionnelles (restrictions) dans toutes les branches.

D'après ces résultats, on remarque que toutes les branches génèrent relativement des grandes pertes de charges en particulier les branches.

On suppose que ces pertes de charge sont reliées aux dépôts ou à un autre type de restriction inconnu. [1]

### 5.5.2 Analyse de la vitesse du fluide :

Les pipelines du réseau de collecte comprennent différentes tailles, allant de 4 "à 8" pour les branches partant des puits jusqu'au manifold, et de 8 "à 14" pour les collecteurs. Le modèle du réseau montre que les branches actuelles de pipeline ne sont pas très appropriées pour la production actuelle, sauf pour quelques branches.

Basé sur l'intervalle recommandé de la vitesse moyenne du fluide ( $1.5 \text{ m/s} < V < 4.7 \text{ m/s}$ )

Éviter la corrosion et la décantation du sable ou du solide pour les faibles vitesses ( $< 1.5 \text{ m/s}$ )

Prévenir l'érosion pour les vitesses élevées ( $> 4.7 \text{ m/s}$ ), les analyses de la vitesse du fluide dans les pipelines montrent que :

Les pipelines :  
OML11/OML632/OML82/OML822/OML832/OML852/OMLZ402/OMLZ512/OMN61/OMN40/OMN70/OMN25/OMN302/OMN40/OMN402/OMN422/ OMN522

Fonctionnent dans l'intervalle recommandé de vitesse de fluide donc on peut les accepter.

Les autres pipelines fonctionnent à des vitesses inférieures à la limite recommandée ce qui signifie que ces pipelines sont surdimensionnés, cela est dû au faible GOR dans le flux on cite : OML862/OMLZ643/OMN601/OMN812/OMN802/OMN33

Tableau 6: Diagnostique du système

Branche	$\Delta p$	v	Remarque
OML 11	1.0635	2.58	Acceptable
OML623	0.4299	2.03	pipe stable
OML82	1.6776	4.33	Acceptable
OML822	0.6521	2.28	pipe stable
OML832	0.9469	3.31	pipe stable
OML852	0.8339	3.47	pipe stable
OML86	2.7379	5.89	sous dimensionnée
OML862	1.2566	0.78	hold up
OMLZ402	0.8424	2.58	pipe stable
OMLZ512	1.6279	3.84	Acceptables
OMLZ643	0.2990	0.86	pipe stable
OMLZ761	2.0806	7.12	sous dimensionnée
OMN 601	1.5835	1.2	hold up
OMN 61	3.4646	2.56	Acceptable
OMN 70	2.7812	3.4	Acceptable
OMN 802	3.4353	1.34	hold up
OMN 812	3.9637	0.51	hold up
OMN25	2.928	2.16	Acceptable
OMN302	1.4547	2.31	Acceptables
OMN33	2.8254	1.06	hold up
OMN40	1.7547	2.55	Acceptable
OMN402	1.2557	3.24	Acceptables
OMN42	1.7227	4.78	sous dimensionnée
OMN422	5.418	1.65	Acceptable
OMN442	3.1444	0.67	hold up
OMN522	2.9842	1.72	Acceptables
OMN53	3.8563	3.25	Acceptable
OMN73	1.1063	2.55	pipe stable
OMN822	1.6802	2.35	Acceptables
OMNZ 701	2.2885	4.55	Acceptable
OMNZ83	5.4898	0.81	hold up
OMNZ833	2.4235	8.17	sous dimensionnée
OMO 521	1.2216	0.58	hold up

Branche	$\Delta p$	v	remarque
OMP 312	0.94	3.18	pipe stable
OMO 712	4.2488	4.19	acceptable
OMO72	4.5463	3.84	acceptables
OMO862	4.9528	1.19	hold up
OMOZ642	2.6534	2.08	acceptable
OMP 141	1.9483	1.63	acceptable
OMP 21B	0.7577	2.98	pipe stable
OMP 272	5.5086	2.45	acceptable
OMP57	6.4184	3.15	acceptable
OMP572	4.2523	2.19	acceptable
OMP70	1.0438	3.07	acceptable
OMP712	4.8729	2.47	acceptable
OMPZ 173	11.399	7.1	sous dimensionnée
OMPZ261	5.3862	1.3	hold up
OMPZ812	0.8776	2.94	pipe stable
omo13-zcina	0.2917	4.43	pipe stable
omp71-omp53	1.6977	5.45	sous dimensionnée
omp332-omp63	0.2355	1.13	hold up
omn72-omo13	0.4692	4.2	pipe stable
omo73-cina	0.4936	1.92	pipe stable
omp57-omp17	0.5044	3.11	pipe stable
CINA-ZCINA	0.2143	2.06	pipe stable
oml75-zcina	0.806	6.34	acceptable
omp53-zcina	0.5329	4.74	acceptable
oml73-oml75	1.2471	5.32	sous dimensionnée
omp17-zcina	0.473	4.13	pipe stable
oml65-oml75	0.7563	4.59	pipe stable
omp42-omp53	3.2329	7.04	sous dimensionnée
omn63-omo13	0.2439	2.55	pipe stable

Tableau 7: Dévier la production MFDonn72 vers MFDomo42

Branche	Δp	v	Remarque
OML 11	1.06	2.58	Acceptable
OML623	0.43	2.03	pipe stable
OML82	1.67	4.33	Acceptable
OML822	0.65	2.28	pipe stable
OML832	0.94	3.32	pipe stable
OML852	0.87	3.32	pipe stable
OML86	2.73	5.89	sous dimensionnée
OML862	1.25	0.79	pipe stable
OMLZ402	0.84	2.59	pipe stable
OMLZ512	1.64	3.84	Acceptable
OMLZ643	0.29	0.86	pipe stable
OMLZ761	2.08	7.13	sous dimensionnée
OMN 601	1.6	1.16	Acceptable
OMN 61	2.96	2.51	Acceptable
OMN 70	3.69	3.37	Acceptable
OMN 802	2.87	1.4	hold up
OMN 812	2.91	0.5	hold up
OMN25	3.22	2.18	Acceptable
OMN302	1.61	2.34	Acceptable
OMN33	3.27	1.07	hold up
OMN40	1.87	2.58	Acceptable
OMN402	1.36	3.27	Acceptable
OMN42	1.77	4.96	sous dimensionnée
OMN422	5.73	1.67	Acceptable
OMN442	3.5	0.67	hold up
OMN522	3.24	1.74	Acceptable
OMN53	4.02	3.3	Acceptable
OMN73	1.73	2.94	Acceptable
OMN822	2.01	2.38	Acceptable
OMNZ 701	2.3	4.42	Acceptable
OMNZ83	7.02	0.83	hold up
OMNZ833	3.49	8.49	sous dimensionnée
OMO 521	6.68	4.41	Acceptable

Branche	Δp	v	remarque
OMP312	0.94	3.18	pipe stable
OMO 712	4.28	4.19	acceptable
OMO72	4.56	3.87	acceptable
OMO862	4.98	1.19	hold up
OMOZ642	2.67	2.08	acceptable
OMP 141	1.93	1.55	acceptable
OMP 21B	0.75	2.98	pipe stable
OMP 272	5.55	2.45	acceptable
OMP 312	0.94	3.18	pipe stable
OMP57	6.45	3.15	acceptable
OMP572	4.31	2.19	acceptable
OMP70	1.06	3.15	acceptable
OMP712	4.87	2.47	acceptable
OMPZ 173	11.46	7.11	sous dimensionnée
OMPZ261	5.42	1.3	hold up
OMPZ812	0.89	3.01	pipe stable
omo13--zcina	0.23	3.31	pipe stable
omp71---omp53	1.73	5.6	sous dimensionnée
omp332--opm63	0.23	1.29	pipe stable
omn72---omo42	0.46	4.08	pipe stable
omo73—cina	0.49	1.96	pipe stable
omp57---omp17	0.5	3.12	pipe stable
cina----zcina	0.2	2.8	pipe stable
oml75---zcina	0.8	6.53	sous dimensionnée
omp53---zcina	0.47	4.52	pipe stable
oml73--oml75	1.24	5.33	sous dimensionnée
omp17—cina	0.47	4.14	pipe stable
oml65--oml75	0.75	4.6	pipe stable
omp42---omp53	3.27	7.29	sous dimensionnée

### 5.5.3 Résultat de modélisation :

62 pipe l'ensemble et les collecteurs sur le réseau :

10 PIPE sous dimensionnée :

Puits OML86	MFD OMP71--OMP53
Puits OMLZ761	MFD OML73--OML75
Puits OMN42	MFD OML75--Z-CINA
Puits OMNZ833	MFD OMP53--Z-CINA
Puits OMPZ173	MFD OMP42--OMP53

NB : 5 pipelines et 5 collecteur est sous dimensionnée.

9 pipe sur dimensionnée (Hold up) :

Puits OML862	Puits OMN33
Puits OMN812	Puits OMNZ83
Puits OMN442	Puits OMO862
Puits OMN601	Puits OMPZ261
Puits OMN802	

### Résumé des résultats de modélisation :

43pipes stables et acceptables :

43des 63 pipes et collecteurs sont stables et acceptables ce qui nous mène à dire que 68.25% du réseau acceptable sous réserve.

### 5.6 Optimisation du système de réseau :

La modélisation de réseau consiste à collecter les données nécessaires pour avoir une conception sur le réseau, puis ajuster ce modèle avec les modèles des puits pour obtenir un scénario d'optimisation de réseau et une conception de raccordement des lignes entre eux.

- Changement diamètre de pipe pour optimiser les pertes de charge dans les canalisations Selon  $0 \leq \Delta P \leq 1$  bar/km respecter les vitesses minimum et maximum (de 1,5 à 4,7 m/s).
- Dévier la production a un autre MFD (MFDomn72 vers MFDomo42)

Tableau 8: Optimisation du système de réseau

Branche	Long	I D	$\Delta p$	v	Remarque
OML86	2957	6.065	2.73	5.89	Sous dimensionnée
OML86	2957	7.981	4.28	3.83	Acceptable
OMLZ761	1964	6.065	2.08	7.12	Sous dimensionnée
OMLZ761	1964	7.981	2.6	4.70	Acceptable
OMN42	3105	6.065	1.72	4.78	Sous dimensionnée
OMN42	3105	7.981	1.49	2.84	Acceptable
OMNZ833	1780	6.065	2.42	8.17	Sous dimensionnée
OMNZ833	1780	10.02	3.08	3.21	Acceptable
OMPZ173	881	4.026	11.4	7.11	Sous dimensionnée
OMPZ173	881	6.065	7.99	3.26	Acceptable
OML862	2999	4.026	1.25	0.79	Hold up
OML862	2999	3.064	2.62	1.50	Acceptable
OMN601	3464	4.026	1.6	1.16	Hold up
OMN601	3464	4.026	0.46	1.14	pipe stable après la déviation
OMN802	2052	7.981	2.87	1.4	Hold up
OMN802	2052	6.065	2.84	2.43	Acceptable
OMN812	998	6.065	2.91	0.5	Hold up
OMN812	998	3.068	2.88	1.96	Acceptable
OMN33	1395	4.026	3.27	1.07	Hold up
OMN33	1395	3.068	3.21	1.85	Acceptable
OMN442	1765	6.065	3.5	0.67	Hold up
OMN442	1765	4.026	3.41	1.53	Acceptable
OMNZ83	916	7.981	7.02	0.83	Hold up
OMNZ83	916	5.047	6.10	2.09	Acceptable
OMO862	946	6.065	4.98	1.19	Hold up
OMO862	946	5.047	4.68	1.71	Acceptable
OMO521	863	6.065	1.22	0.58	Hold up
OMO521	863	6.065	7.22	4.07	acceptable après la déviation
OMPZ261	1166	6.065	5.20	1.28	Hold up
OMPZ261	1166	5.047	5.04	1.88	Acceptable
MFDOMP71-MFDOMP53	4228	10.020	0.70	4.12	pipe stable
MFDOML75-MFDZ-CINA	13581	19.25	0.35	4.36	pipe stable
MFDOMP35- MFDZ-CINA	15979	15.25	0.25	3.6	pipe stable
MFDOML73-MFDOML75	3196	12.00	0.65	4.49	pipe stable
MFDOMP42-MFDOMP53	3950	10.020	0.36	3.36	pipe stable

Résultat de modélisation :

Totale de Production Z-CINA

Water cut=1510 m<sup>3</sup>/d

$Q_{\text{gaz}} = 1359199.11 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{\text{huile}} = 16470.5991 \text{ m}^3/\text{d}$

Grace a notre étude de performance de réseau LDHP Z-CINA nous avons découvert que des anomalies sur le réseau LDHP Z-CINA ont été résolus par changement de leurs diamètres

Des pipes sous dimensionnée ou liquide Hold up pour soulager le réseau à l'effet de freinage d'écoulement.

Résultat après l'optimisation de réseau :

60 des 63 pipes stables et acceptables

60 des 63 pipes et collecteur sont stables et acceptable ce qui nous mène à dire que 96% du réseau est performant



**CONCLUSION**

**ET**

**RECOMENDATIONS**

Conclusion

Cette étude nous a amené à déduire les conclusions suivantes :

- ✓ Des changements de diamètre des pipes à cause des pertes de charge additionnelles. La dénivellation des pipelines fait apparaître le problème de HOLD up qui peut entraîner un freinage dans la production.
- ✓ Diminuer la pression dans le manifold.
- ✓ Diminution de la perturbation de la production au cours du transport.
- ✓ Les acheminements des puits influent sur la production, alors, en les modifiant on a vécu des variations de débit de production.

Aussi, on peut donc recevoir la production de tous les puits du manifold Z-CINA

L'installation Projet LDHP Z-CINA décharger le CINA qui a été saturé en gaz pour soulager le réseau.

Cette situation va engendrer une diminution de la pression et donc augmenter la production.

## Conclusion et recommandations

Recommandation :

L'état actuel des puits du Z-CINA LDHP

Actuel on a 67 puits ouverte sur HP – ZCINA.  
Il y a 15 puits repassé sur CINA.

Parmi les 49 puits il y a 6 puits fermés pour GOR élevé

On a 1 puits fermé pour opération.

### Liste des puits fermé pour GOR élevé

N	puits	Etat	Q gaz	Q huile	observation
1	OML73	Fermé	30549.12	3.6	Fermé GOR élevé
2	OML733	Fermé	-----	-----	Fermé GOR élevé
3	OML852	Fermé	302533.68	19.92	Fermé GOR élevé
4	OMNZ842	Fermé	295082.64	18.96	Fermé GOR élevé
5	OMN63	Fermé	92516.4	4.8	Fermé GOR élevé
6	OMN72	Fermé	147004.08	17.28	Fermé GOR élevé

### Liste des puits repassés sur CINA

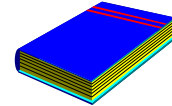
N	puits	Etat avant	Q huiles	Observation
1	OMO142	ouvert	7.47	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
2	OMP31	ouvert	3.91	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
3	OMO773	ouvert	2.4	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
4	OMO82B	ouvert	7.83	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
5	ONI353	ouvert	2.03	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
6	ONI45	ouvert	3.64	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
7	ONI551	ouvert	5.93	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
8	OMN443	ouvert	6.83	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
9	OMN21	fermé	1.59	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
10	OMN332	ouvert	1.36	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
11	OMO10	ouvert	1.43	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
12	OMO132	ouvert	1.65	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
13	OML51	ouvert	2.75	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
14	ONI341	ouvert	6.77	Puits de Z-CINA repassé sur CINA
15	ONI343	ouvert	8.5	Puits de Z-CINA repassé sur CINA

### Liste des puits fermé pour opération

N	puits	Etat	Q huiles	Q gaz	observation
1	OMNZ703	Fermé	61.44	95824.8	WO_ATTENTE WORK-OVER

# BIBLIOGRAPHIE

## **BIBLIOGRAPHIE**



1/📖). **Fichier PDF:** Sonatrach extraction des liquides des gaz associés Hassi Messaoud et séparation d'huile LDHP Z.CINA / ENC 08 1046Z / rapport hydraulique en régime Permanent pour les canalisations.

**Réf:** 1046Z-100-CE-C-00-CX-000001 date 25/06/2009 / Saipem Contracting Algérie.

2/📖). **Fichier PDF:** Sonatrach extraction des liquides des gaz associé Hassi Messaoud et séparation d'huile LDHP Z.CINA / ENC 08 1046Z / Note de calcul des épaisseur des canalisation.

**Réf:** 1046Z-00-CE-C-18CX-000009-F date 23/08/2009 / Saipem Contracting Algérie.

3/📖). **Mémoire de projet d'induction:** Etude d'installation d'une unité de pompe a W2A  
**M<sup>r</sup> Zaatout Kamel,** Ingénieur Production ..... Décembre 2002

4/📖). **Mémoire fin d'étude Master:** Réseau collecte et installation séparateur et unité Pompage de niveau manifold

Mr : SADAOUI KHALED, Mr : ABDENNOUR BOUGESBA, ..... 24/06/2012

5/📖). **Mémoire fin d'étude Master:** Etude et evaluation de Skin à partir d'une interpretation de tests de puits dans le champ de Hassi-Messaoud (MD119, MD634, MD227, OMPZ812, HGA1)

**M<sup>em</sup>: SIAGH Chafia, M<sup>em</sup>: HAMIDANI Chafiq...** 23/ 05 /2016

6/📖). **Fichier PDF :** RESEAU HUILE LDHP NORD.DWG-MODEL (Fichier Sonatrach)

7/📖). **Mémoire fin d'étude Master :** 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

**Mr : Bouras Khaled, Mr : Mechalikh Farouq**

8/📖). Les puits LDHP data banque de l'entreprise Sonatrach

9/📖). A.HOUPEURT, cours production, MAILHE, collecte, traitement, stockage.

10/📖). **M<sup>r</sup> ZAIDI Naceur,** mémoire de projet d'indication, étude bilan matière comparative entre EP/EXP de champ sud.

11/📖).BAKER, (DESIGNING FOR SIMULTANEOUS FLOW OF OIL AND GAS). OIL AND GAS J., 52, 7, 1954, PP. 185-195

### **OUTILS INFORMATIQUES**

📖. Microsoft Excel.

📖. Logiciel PIPESIM (version2014).

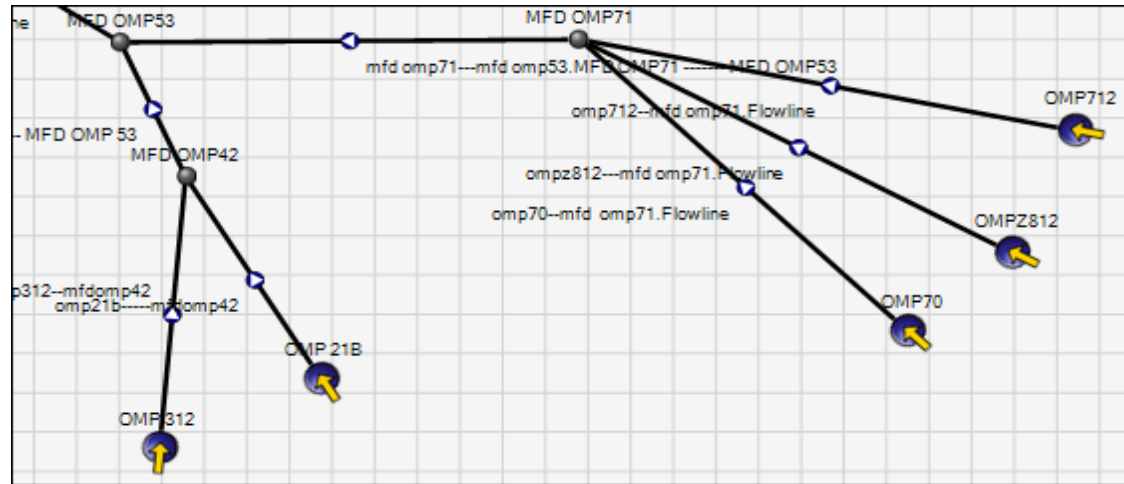
**ANNEXES**







# Annexes



**FLOWLINE**

Name: mfd omp71---mfd omp53.MFD

Active:

Mode:  Simple  Detailed

Environment:  Land  Subsea

Override global environmental data:

**PIPE DATA**

Inside diameter: 7.981 in

Wall thickness: 12.7 mm

Roughness: 0.508 mm

**PROFILE DATA**

Rate of undulations (1/1000): 1

Horizontal distance: 4228 m

Elevation difference: 27 m

Flowline starts at: MFD OMP71

**LAND HEAT TRANSFER DATA**

Ambient temperature: 20 degC

U Value type: Bare (in air)

Heat transfer coefficient: 113.5653 J/(s.degC.m2)

Inside film coefficient:  Include  Calculate separately

**FLOWLINE**

Name: mfd omp71---mfd omp53.MFD

Active:

Mode:  Simple  Detailed

Environment:  Land  Subsea

Override global environmental data:

**PIPE DATA**

Inside diameter: 10.02 in

Wall thickness: 12.7 mm

Roughness: 0.508 mm

**PROFILE DATA**

Rate of undulations (1/1000): 1

Horizontal distance: 4228 m

Elevation difference: 27 m

Flowline starts at: MFD OMP71

**LAND HEAT TRANSFER DATA**

Ambient temperature: 20 degC

U Value type: Bare (in air)

Heat transfer coefficient: 113.5653 J/(s.degC.m2)

Inside film coefficient:  Include  Calculate separately



# Annexes

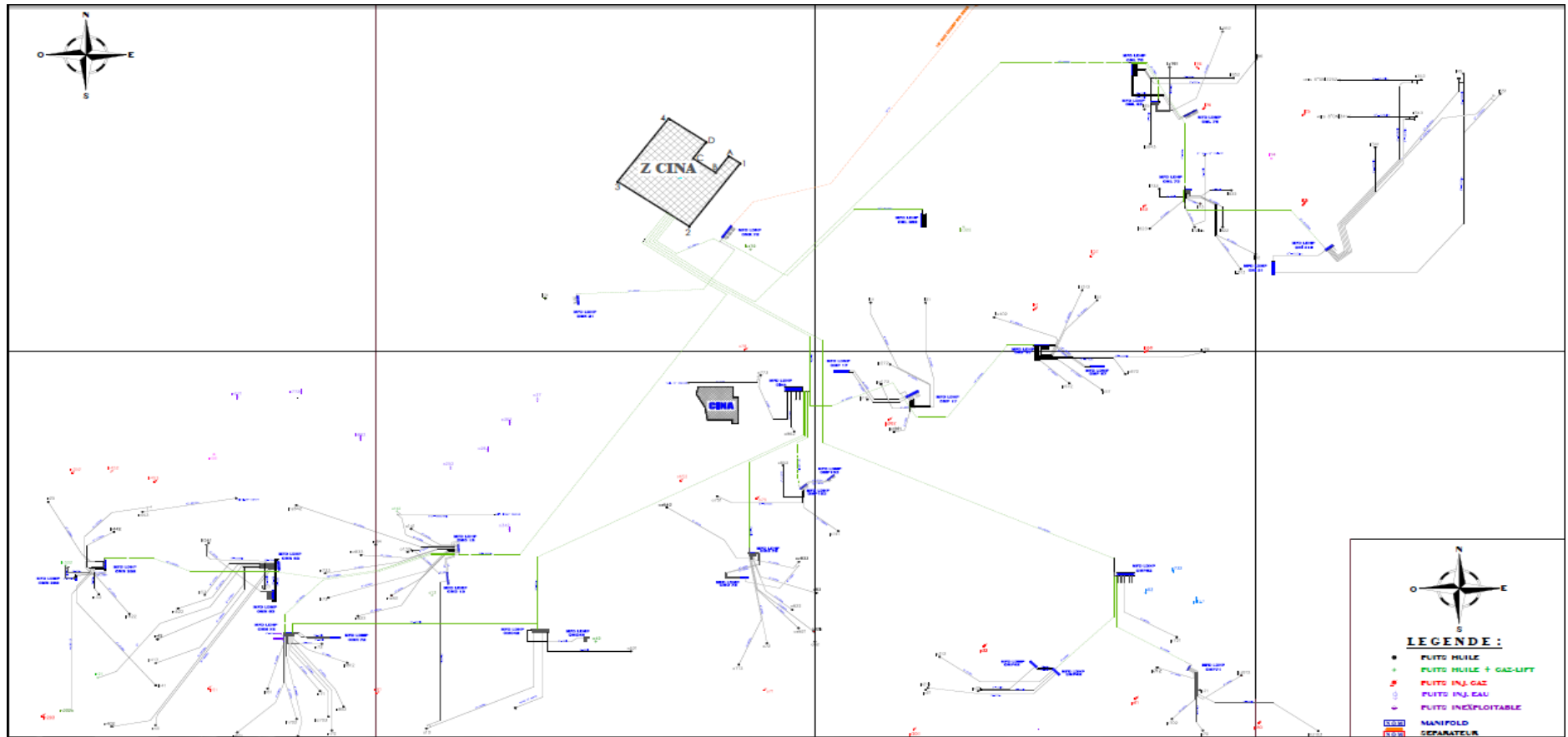


Figure annexe : réseau huile LDHP nord.dwg-model

## Annexes

**Tableau annexes : Les puits LDHP**

Puits	Sous manif	GOR	Date	Diam Duse	Débit Hui(m <sup>3</sup> /h)	Débit Hui(m <sup>3</sup> /d)	Débit Gaz	Pression T	Pression P	Eau Prod
OMOZ662	LDHP	1410	06-02-2018	13	3.48	83.52	117799.2	57.59	40.52	0
OMO862	LDHP	1461	14-07-2017	20	1.96	47.04	68713.68	43	41	0
OMLZ761	OML65	20751	11-02-2018	23	1.16	27.84	577702.32	85	47.2	0
OML862	OML65	1123	09-12-2017	12.7	1.01	24.24	27215.28	51.72	49.99	0
OML623	OML73	3048	14-02-2018	14	2.32	55.68	169719.36	74	46.5	147
OML82	OML73	2777	01-03-2018	22	5.54	132.96	369208.56	80	48.3	0
OML822	OML73	2488	11-06-2017	21	5.49	131.76	327845.28	109	49.5	950
OML832	OML73	3356	12-02-2018	20	3.26	78.24	262548.48	85.2	47	560
OMLZ643	OML75	659	20-02-2018	14.3	3.96	95.04	62677.92	45.1	42.4	0
OML852	OML75	14066	06-01-2018	19.05	0.79	18.96	266694.48	57.6	47.6	160
OML86	OML75	2813	24-05-2017	23	7.13	171.12	481276.8	109.97	54.72	0
OMN25	OMN332	2587	29-11-2017	16	2.37	56.88	147122.88	67	47	2600
OMN302	OMN332	1619	15-02-2018	25	4.03	96.72	156569.28	49	46	0
OMN33	OMN332	1356	11-02-2018	17	0.94	22.56	30597.6	44.9	44.1	0
OMN422	OMN332	24726	15-12-2017	13	0.2	4.8	118684.8	75.7	51.2	268
OMN442	OMN332	1956	02-03-2018	12	0.94	22.56	44125.44	49.9	45.8	0
OMN402	OMN63	4145	08-11-2017	18	2.2	52.8	218878.08	56	46.4	0
OMN42	OMN63	2304	02-03-2018	25.4	5.68	136.32	314056.8	53.4	43	0
OMN522	OMN63	984	18-01-2018	16	5.04	120.96	118966.56	63	46.5	0
OMN53	OMN63	2779	23-12-2017	16	3.18	76.32	212123.76	70	46	0
OMN541	OMN63	4417	04-02-2018	20	1.81	43.44	191874.48	41.1	16.9	825
OMNZ701	OMN72	10609	23-12-2017	16	1.2	28.8	305544.96	88.6	46	0
OMN40	OMN72	4016	29-10-2017	17	1.83	43.92	176390.64	68.15	47.99	2249
OMN601	OMN72	2400	25-09-2017	13	1.38	33.12	79496.64	55	45	0
OMN61	OMN72	9013	19-01-2018	18.5	0.8	19.2	173053.92	50.6	47.8	0
OMN70	OMN72	13263	09-01-2018	20	0.77	18.48	245095.92	57.09	47.69	60

## Annexes

OMN73	OMN72	22961	25-02-2018	14.29	0.56	13.44	308590.8	99.1	40.4	0
OMN802	OMN72	3310	03-02-2018	16	2.11	50.64	167618.88	63	46.6	898
OMN812	OMN72	765	13-01-2018	12.7	1.75	42	32146.8	44.58	43.03	0
OMNZ83	OMO13	4588	11-01-2018	16	0.8	19.2	88092	59	43.9	0
OMNZ833	OMO13	4525	27-02-2018	25	4.98	119.52	540780.24	67.7	43.2	0
OMN822	OMO13	4083	26-02-2018	20	2.57	61.68	251820.24	69.8	41	0
OMO521	OMO42	3365	13-12-2017	20	3.53	84.72	285092.88	56.5	48	0
OMOZ642	OMO73	1417	21-01-2018	20	4.06	97.44	138042.24	52.2	46.32	260
OMOZ821	OMO73	2093	23-02-2018	25	4.64	111.36	233056.32	36.6	23.9	10
OMO712	OMO73	2995	31-01-2018	25	4.08	97.92	293313.6	59.07	51.71	50
OMO72	OMO73	1869	06-01-2018	24	2.59	62.16	116190.72	52.03	48.85	0
OMO82B	OMO73	2114	22-02-2018	25	2.97	71.28	150683.76	26	23	0
OMO822	OMO73	1324	23-02-2018	13	3.71	89.04	117847.92	49.3	22.2	12
OMP141	OMP153	6465	05-03-2017	25	1.57	37.68	243603.84	54.8	44.2	0
OML11	OMP17	1687	01-03-2018	22	3.9	93.6	157926.72	48	40.8	0
OMPZ173	OMP17	3828	01-02-2018	22	2.24	53.76	205806.24	54.76	48.36	0
OMPZ261	OMP17	1753	26-01-2018	16	1.9	45.6	79946.88	50.3	44.3	0
OMP272	OMP17	3021	28-01-2018	18	2.08	49.92	150817.2	48	44	0
OMP21B	OMP42	6065	05-09-2017	16.27	1.95	46.8	283821.36	88.07	50.57	0
OMP31	OMP42	4485	08-12-2017	24	2.58	61.92	277724.88	55	23	0
OMP312	OMP42	4172	27-01-2018	9.53	3.01	72.24	301393.92	72.8	49	0
OMLZ402	OMP57	5386	28-02-2018	25	2.34	56.16	302473.2	56	42.2	1635
OMLZ512	OMP57	1270	01-03-2018	20	8.46	203.04	257917.68	78.9	45.3	0
OMP57	OMP57	4141	09-12-2017	12.7	2.12	50.88	210688.56	60.6	47.4	0
OMP572	OMP57	16395	14-06-2017	15.87	0.37	8.88	145591.44	49.1	44.3	6
OMPZ812	OMP71	2557	25-02-2018	20	4.07	97.68	249727.68	68.8	49.5	0
OMP70	OMP71	1913	24-02-2018	24	5.69	136.56	261296.64	73.8	49.9	3400
OMP702	OMP71	1717	16-02-2018	14	1.79	42.96	73771.68	44.95	31.11	335
OMP712	OMP71	7477	20-07-2017	15	1.19	28.56	213550.08	86.4	56.9	0