

N° Série : ...../2021

Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des Hydrocarbures, Energies 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 :

**BOUTEKHILI MOHAMED, ARAB MOHAMED ILYAS, BAIR ABDELKADER**

-THEME-

**MODELISATION ET OPTIMISATION DE LA PRODUCTION (PUITS-  
RESEAU DE COLLECTE) PAR L'INSTALLATION D'EPF**

Soutenu le : 20 / 06 / 2021 devant la commission d'examen

**Jury:**

Président :	KADRI AHMED YACINE	Docteur	Univ. Ouargla
Rapporteur :	ALI ZERROUKI AHMED	MCA	Univ. Ouargla
Co-Rapporteur :	CHAUCHE Wafa	Doctorante	Univ. Ouargla
Examineur :	SID ROUHOU HADJ MED	MAA	Univ. Ouargla

Année Universitaire 2020/2021

## DÉDICACE

Nous dédions ce travail à nos sources de tendresse les êtres les plus chères dans le monde les femmes les plus patientes nos très chères mères. Nos idéals, les êtres les plus généraux nos très chères pères tous leur sacrifices qu'ils trouvent ici nos reconnaissance éternelles et nos profonde gratitude, nos grand respect et amour pour eux. A nos petites familles ; tous nos sœurs et frères. Nos dédicaces vont aussi à tous les enseignants, qui ont contribué à notre enseignement de loin ou de près. Aux encadreurs Mr ZERROUKI et Mme CHAUCHE. A tout enseignant, tout instituteur, du primaire jusqu'à l'université ; à tous ceux, qui consacrent leur vie à diffuser la connaissance ; nous voulons saluer leur sens de sacrifice, leur générosité, et leur investissement pour nos enfants.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le bon Dieu ALLAH qui nous a aidées à accomplir ce travail. Nous adressons un vif remerciement très spécial à nos encadreurs Mr ALI ZERROUKI et Mme CHAUCHE Wafa pour leurs conseils et leur soutien précieux. Aux personnes qui nous ont aidées à réaliser ce modeste travail ; pour leur encouragement et leur Soutien moral. Nos remerciements vont également à tous les enseignants du département de production de l'université KASDI MERBAH.

## Résumé:

Afin d'évaluer et d'optimiser la production actuelle du réseau de collecte du LHDP Z-CINA situé au nord du champ de Hassi-Messaoud, on développe un modèle de réseau de surface ce qui est le but de notre travail; l'analyse du système a défini les variables clés de l'optimisation et l'analyse de sensibilité utilisée dans notre étude a été basée sur ces différents paramètres pour conclure leur impact sur le débit et le système global de production. Le simulateur de pipeline PIPESIM; a été utilisé pour modéliser les puits et le réseau de collecte en calculant le Hold-up liquide, la température, la vitesse d'écoulement et d'autres. Différents scénarios ont été exécutés où les extrants qui dépassent l'écart de sept pourcent ont été calibrés. Les résultats montrent une anomalie sur le réseau de collecte sélectionné qui a été éliminé en modifiant les diamètres des pipelines et donc en éliminant le liquide Hold-up; cette situation va engendra une diminution de la pression et donc augmenter la production.

**Mots clés :** Installation de surface, optimisation, modélisation, réseau de collecte, pipeline, production, performance.

## المخلص:

من أجل تقييم وتحسين الإنتاج الحالي لشبكة التجميع LHDP Z-CINA في شمال حقل حاسي مسعود، نقوم بتطوير نموذج للشبكة السطحية، وهو هدف عملنا؛ حدد تحليل النظام المتغيرات الرئيسية لتحقيق المستوى الأمثل واستند تحليل الحساسية المستخدم في دراستنا إلى تلك الخصائص المختلفة لاستخلاص تأثيرها على معدل التدفق وعلى نظام الإنتاج بأكمله. برنامج PIPESIM لمحاكاة خط الأنابيب استُخدم لنمذجة الآبار وشبكة الجمع عن طريق حساب كبح السوائل ودرجة الحرارة وسرعة التدفق وغيرها. وتم تنفيذ سيناريوهات مختلفة حيث تمت معايرة النواتج التي تتجاوز نسبة الارتياح 7 في المائة. وتظهر النتائج حالة خلل في نظام شبكة الجمع الذي تم إلغاؤه عن طريق تعديل أقطار الأنابيب وبالتالي إزالة كبح السوائل. هذه الوضعية تؤدي إلى انخفاض في الضغط ومنه إلى ارتفاع في الإنتاج.

**الكلمات المفتاحية:** معدات السطح , تحسين , نمذجة , شبكة التجميع , خط الأنابيب , الإنتاج , الأداء.

## Abstract:

In order to evaluate and optimize the current production of the LHDP Z-CINA collection network located north of the Hassi-Messaoud field, we are developing a surface network model, which is the goal of our work; the system analysis defined the optimization's key variables and the sensitivity analyses employed in our study were based on those different parameters to conclude their impact on flow rate and the entire production system. The pipeline simulator PIPESIM; was used to model the wells and the gathering network by calculating liquid Hold-up, temperature, flow velocity and others. Different scenarios were run where the outputs that surpass error percentage of seven percent were calibrated. Results show abnormality on the selected gathering network that was eliminated by modifying pipeline's diameters and hence discards liquid Hold-up; this situation will lead to a decrease in pressure and therefore increase production.

**Key words:** surface network, optimization, modeling, gathering network, pipeline, production, performance.

## Liste des abréviations

<b>GOR</b> : Rapport de gaz sur l'huile	scf/bbl $V_{ft^3} / ft^3$
<b>IPR</b> : In flow Performance Relationship	-
<b>P<sub>t</sub></b> : Pression tête	psi
<b>P<sub>wfs</sub></b> : Pression de fond aux abords du puits	psi
<b>P<sub>wf</sub></b> : Pression de fond dynamique	psi
<b>P<sub>sep</sub></b> : Pression de séparateur	psi
<b>P<sub>DSC</sub></b> : Pression à la sortie de la duse	psi
<b>P<sub>line</sub> ou 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>P<sub>ws</sub></b> : La pression statique de réservoir	psi
<b>Q</b> : Débit de production	bbl/day
<b>WC</b> : Parentage de l'eau	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>
<b>ΔP/ΔL</b> : Gradient de pression	kg/cm <sup>2</sup> /Km
<b>HL</b> : Holdup liquide	-
<b>ρ<sub>g</sub></b> : La densité du gaz	-
<b>ρ<sub>m</sub></b> : La densité du mélange	-
<b>CINA</b> : Centre Industrielle Nailli-Abdelhamid Nord HMD	-
<b>Z-CINA</b> : Zone du complexe industriel Nailli-Abdelhamid	-
<b>Ø</b> : Diamètre de la duse	mm
<b>Q<sub>h</sub></b> : Débit d'huile	m <sup>3</sup> /hr
<b>Q<sub>e</sub></b> : Débit d'eau	m <sup>3</sup> /hr
<b>Q<sub>g</sub></b> : Débit de gaz	m <sup>3</sup> /hr
<b>APD</b> : Average percentage differential	-
<b>g</b> : Accélération de la gravité	9,81 m/s <sup>2</sup>
<b>P<sub>pm</sub></b> : Pression de pipe mesurée	psi
<b>P<sub>pc</sub></b> : Pression de pipe critique	psi

## Liste des figures

<b>Figure I.1:</b>	Le schéma d'un réseau de collecte par une liaison individuelle .....	<b>04</b>
<b>Figure I.2:</b>	Le schéma d'un réseau de collecte par une liaison par collecteur .....	<b>05</b>
<b>Figure I.3:</b>	Types d'écoulement vertical .....	<b>09</b>
<b>Figure I.4:</b>	Variation de la pression le long d'une conduite .....	<b>10</b>
<b>Figure I.5:</b>	Liquid hold-up .....	<b>12</b>
<b>Figure I.6:</b>	Régimes d'écoulement à travers la duse.....	<b>14</b>
<b>Figure I.7:</b>	Séparateur horizontal diphasique.....	<b>15</b>
<b>Figure I.8:</b>	Séparateur tri-phasique .....	<b>16</b>
<b>Figure I.9:</b>	Séparateur vertical .....	<b>16</b>
<b>Figure I.10:</b>	Séparateur sphérique .....	<b>17</b>
<b>Figure I.11:</b>	Pompe centrifuge .....	<b>18</b>
<b>Figure I.12:</b>	Pompe volumétrique .....	<b>18</b>
<b>Figure I.13:</b>	Evaluation de pression en fonction des positions .....	<b>19</b>
<b>Figure I.14:</b>	Evaluation de NPSH en fonction du débit .....	<b>19</b>
<b>Figure I.15:</b>	Les catégories principales des compresseurs .....	<b>20</b>
<b>Figure II.1:</b>	Situation géographique du champ de Hassi-Messaoud .....	<b>22</b>
<b>Figure II.2:</b>	Situation géologique du champ de Hassi-Messaoud .....	<b>23</b>
<b>Figure II.3:</b>	Système de collecte et des canalisations d'expédition de ZCINA vers CINA .....	<b>24</b>
<b>Figure II.4:</b>	L'état actuel de réseau collecteur LDHP Z-CINA .....	<b>28</b>
<b>Figure II.5:</b>	L'organigramme de la modélisation.....	<b>39</b>
<b>Figure II.6:</b>	Calcul la dénivelé de pipe .....	<b>41</b>
<b>Figure II.7:</b>	Les paramètres de Flow-line.....	<b>43</b>
<b>Figure II.8:</b>	Le taux d'ondulation de pipe .....	<b>43</b>
<b>Figure II.9:</b>	Profile d'élévation d'une pipe sur Google Earth .....	<b>44</b>
<b>Figure II.10:</b>	Les paramètres de Flow-line.....	<b>44</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1:</b> Pourcentage de chaque terme de pertes de charge .....	<b>10</b>
<b>Tableau II.1:</b> Les puits du réseau LDHP Z-CINA .....	<b>25</b>
<b>Tableau II.2 :</b> Les canalisations du LDHP Z-CINA et leurs diamètres .....	<b>27</b>
<b>Tableau II.3 :</b> Les corrélations utilisées pour le VLP matching avec ses symboles .....	<b>33</b>
<b>Tableau II.4 :</b> Le bilan de gaz.....	<b>36</b>
<b>Tableau II.5 :</b> Comparaison des valeurs des pressions calculées aux valeurs mesurées sur le Réseau de collecte LDHP Z-CINA.....	<b>45</b>
<b>Tableau II.6 :</b> Diagnostic de système de réseau de collecte LDHP ZCINA .....	<b>48</b>
<b>Tableau II.7 :</b> Optimisation du système de réseau de collecte LDHP ZCINA .....	<b>52</b>

## Table des matières

Introduction Générale.....	01
<b>CHAPITRE I : Généralités sur le réseau de collecte</b>	
I.1. Aperçu sur le réseau de collecte.....	03
I.1.1. Introduction .....	03
I.1.2. Classification des conduites.....	03
I.1.3. Plans de réseau de collecte.....	03
I.1.4. Description de réseau de collecte de Hassi-Messaoud.....	05
I.2. Ecoulement multiphasique .....	07
I.2.1. Définition .....	07
I.2.2. Types d'écoulement .....	08
I.2.3. Variation de la pression le long d'une conduite .....	09
I.2.4. Liquid hold-up .....	11
I.2.5. Régimes d'écoulement à travers la duse .....	12
I.3. La séparation .....	14
I.3.1. Définition .....	14
I.3.2. Estimation de la capacité des séparateurs.....	14
I.3.3. Temps de rétention .....	15
I.3.4. Constitution et divers type du séparateur .....	15
I.4. Le pompage .....	17
I.4.1. Définition .....	17
I.4.2. Phénomène de cavitation .....	19
I.5. La compression .....	20
<b>CHAPITRE II : Modélisation et Optimisation du réseau de collecte LDHP ZCINA</b>	
II.1.Représentation de la région Champ HASSIMESSAOUD .....	21
II.1.1. Introduction .....	21
II.1.2. Situation du champ Hassi-Messaoud .....	21
II.1.2.1. Situation géographique .....	21
II.1.2.2. Situation géologique .....	22
II.2. Description de réseau de collecte LDHP ZCINA .....	23
II.2.1. Généralités.....	23
II.2.2 Données des canalisations.....	26
II.2.3. Système LDHP Z-CINA .....	27
II.2.4. Problématique & Objectifs .....	28
II.3. Généralité sur le logiciel d'optimisation (PIPESIM) .....	29
II.3.1. Définition .....	29
II.3.2. Méthode de création d'un projet avec PIPESIM .....	29



1. On introduit les informations générales sur le projet .....	29
2. Dans cette étape on choisit .....	29
3. On choisit le système d'unités .....	30
4. On choisit le système d'unités .....	30
5. Le choix des différentes corrélations pour .....	30
6. La dernière étape consiste à choisir la source du fluide .....	30
II.3.3. Performance des puits .....	31
II.3.3.1. La procédure de modéliser un puits .....	31
II.3.3.2. IPR <sub>s</sub> des complétions verticales .....	31
II.3.3.3. Corrélations d'écoulement vertical .....	32
II.3.3.4. Sensibilité .....	34
II.4. Définition d'optimisation par la modélisation .....	35
II.4.1. Introduction .....	35
II.4.2. Création de modèle .....	35
II.4.3. Outil de calcul .....	35
II.5. Données de modélisation .....	35
II.6. L'organigramme de la modélisation .....	39
II.7. Profils des pipes .....	40
II.8. Corrélations de perte de charge dans la pipe .....	41
II.9. Procédure de la modélisation.....	41
II.10. Le Calage .....	42
II.11. Résultats de la modélisation .....	45
II.12. Diagnostique du système.....	47
II.13. Optimisation du système de réseau.....	52
Conclusion .....	54
Recommandation.....	55

Bibliographie

Annexes

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## **Introduction :**

Le champ de Hassi-Messaoud est l'un des champs pétroliers les plus géants dans le monde, il a été découvert en 1956, Actuellement le champ est divisé en 25 zones de production. Ces zones sont relativement indépendantes et correspondantes à un ensemble des puits communiquant entre eux mais pas avec ceux des zones voisines, et se comportent de la même manière en termes de la pression de gisement.

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, qui sont des parties essentielles dans la chaîne de production. Dont, leurs impacts sur l'exploitation du champ sont importants.

Au début de l'exploitation du champ, le réseau de collecte des puits fonctionne avec une capacité normale qui peut recevoir la production du champ, après plusieurs 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, on peut citer :

- Augmentation de volume de gaz dans les conduites (GOR élevé).
- Les différences des pressions de pipe entre chaque puits qui peuvent entraîner des freinages des puits à faible pression.
- Phénomène de corrosion au niveau des colonnes et des installations de surface.
- Dimensionnement non optimisé des conduites et des séparateurs ainsi que d'autres éléments auxiliaires (pompes et compresseurs).

Toute solution proposée pour les installations sur le réseau fait appel à des investissements très importants d'où, la nécessité d'avoir des études rigoureuses bien accomplies.

Notre étude consiste créer d'un modèle de réseau collecte sert pour évaluer et étudier de la performance de système de production.

### ❖ Problématique de la recherche :

Actuellement, le réseau collecte de champs Hassi-Messaoud est marqué par des problèmes dus à la déplétion naturelle et l'augmentation progressive du GOR, ces problèmes qui touchent ce réseau peuvent dysfonctionner la continuité de la production.

### ❖ Objectifs de la recherche :

Les principaux objectifs afin de chercher une meilleure solution qui permet de régulariser le pétrole canalisé de telle sorte à satisfaire la demande et éviter au maximum les pertes sont :

- Détermination des limites de pertes de charges et les vitesses d'écoulement dans les pipes par le simulateur PIPESIM, pour vérifier l'état des pipes constituant le réseau de collecte LDHP ZCINA dans les champs de HMD nord.
- Proposition des optimisations de réseau de collecte suivant l'exécution des différents scénarios par le logiciel PIPESIM.

### ❖ Méthodologie du travail :

Notre méthodologie pour atteindre nos objectifs de recherche est la suivante :

- Construire le modèle physique.
- Sélectionner la corrélation convenable.
- Exécuter des analyses nodales.
- Lancer des tests de sensibilité pour analyser les données de notre cas d'étude.

### ❖ Organisation du mémoire :

La première partie de ce travail est consacrée à l'étude bibliographique, elle est divisée en 2 chapitres comme suite :

**Le chapitre I :** a mis l'accent sur le réseau de collecte.

**Le chapitre II :** inclut une brève présentation de champ Hassi-Messaoud, et l'unité LDHP Z-CINA.

La deuxième partie présente le logiciel d'optimisation PIPESIM et la modélisation et l'optimisation de réseau de collecte LDHP Z-CINA.

# CHAPITRE I

**Généralités sur le réseau de collecte**

**I.1. Aperçu sur le réseau de collecte :****I.1.1. 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 dernières sont calculées par plusieurs méthodes qui utilisent des algorithmes différents.

**I.1.2. Classification des conduites:**

Elles peuvent être classées comme suite :

**a- Selon leur destination :**

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

**b- Selon leur pression de service :**

- à basse pression.
- à pression moyenne.
- à haute pression.

**c- Selon le caractère du mouvement hydraulique :**

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

**I.1.3. 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 :

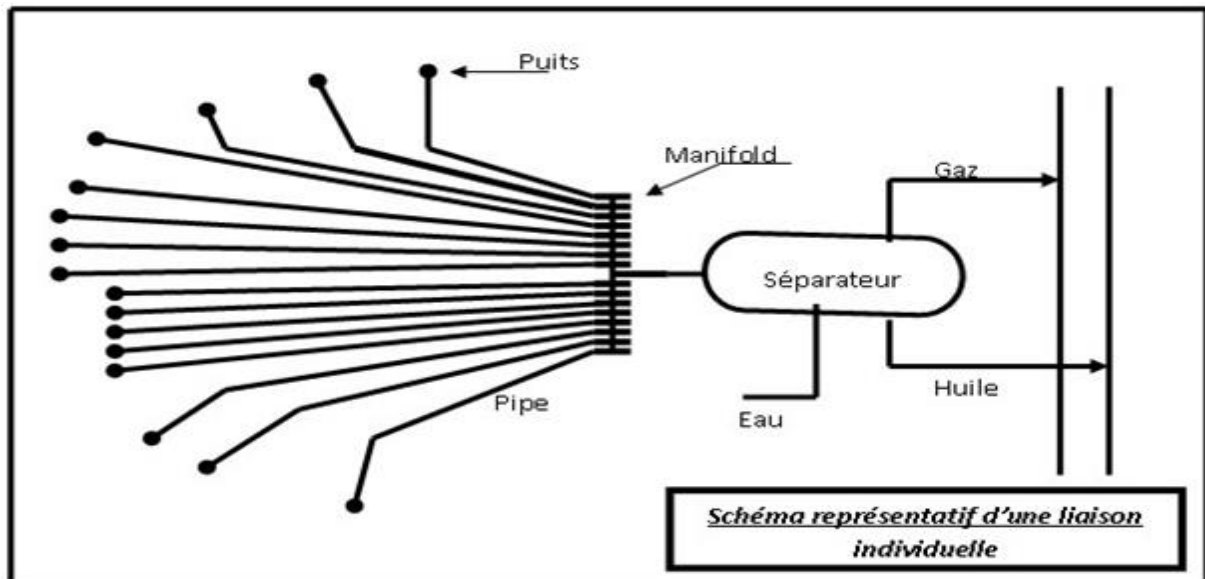
**a- Liaison individuelle :**

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'arrivées.
- 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. I.1: Le schéma d'un réseau de collecte par une liaison individuelle**

#### **b- 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, l'inconvénient principal est que la production entière peut être polluée par celle d'un seul puits.

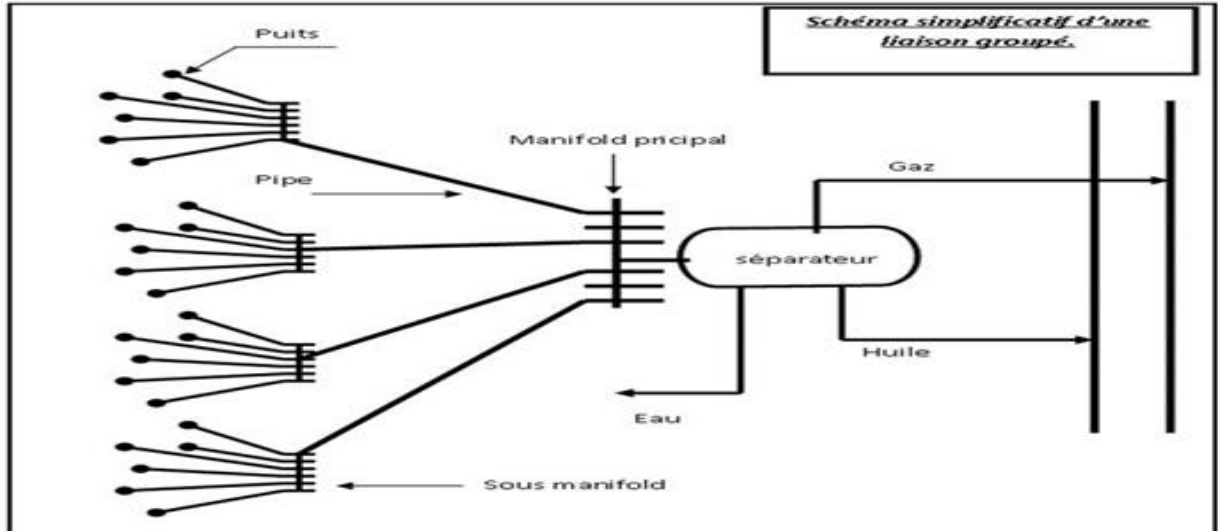


Figure I.2: Le schéma d'un réseau de collecte par une liaison par collecteur

#### I.1.4. Description de réseau de collecte de Hassi-Messaoud :

Il existe quatre types de réseaux au niveau de ce champ :

- Un réseau pour la production d'huile : Puits → Manifold → Stations → CIS, CINA.
- Un réseau pour l'injection de gaz à haute pression & gaz lift : CIS, CINA → Manifolds → Puits injecteurs gaz /Puits gaz lift.
- Un réseau pour la production et l'injection d'eau (maintien de pression) : Puits Albien → Manifolds → Stations de pompage → Manifolds → Puits injecteurs d'eau.
- Un réseau pour eau de traitement.

Le réseau de collecte de Hassi-Messaoud est divisé en deux parties qui sont plus ou moins indépendantes :

##### a- Le réseau de collecte Nord :

Il comporte un système de collecte composé d'environ 1100 km de pipelines, 20 manifolds, 9 stations satellites et un centre de traitement destinés au transport, à la séparation et au traitement de la production de plus de 300 puits.



Une grande partie de la production de ces puits est séparées dans les neuf stations de séparations avant une deuxième séparation et un traitement final au niveau du Centre Industriel Nord (CINA). Parmi les neuf stations de séparations :

- Six contiennent, chacune, un manifold, un séparateur horizontal et deux pompes d'expédition d'huile. Le gaz séparé dans ces stations est expédié vers CINA par gravité.
- Deux contiennent, chacune, un manifold et un séparateur horizontal. L'huile et le gaz séparés dans ces stations sont expédiés par gravité vers une troisième station (celle décrite ci-dessous).
- Une station contient un manifold, deux séparateurs horizontaux, un séparateur vertical, trois pompes d'expédition d'huile et une station de compression de gaz. La production des puits connectés à cette station est séparée dans le séparateur HP. L'huile sortante de ce séparateur ainsi que celle venant des deux stations décrites ci-dessus sont séparées, pour une deuxième fois, dans le séparateur MP avant d'être pompés vers CINA. Une quantité du gaz sortant de ces séparateurs ainsi que celui venant des deux stations sont comprimés vers CINA. Le reste du gaz est expédié par gravité vers une station du sud (en cas de besoin) ou vers CINA.

Au niveau de CINA, 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 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.

Un centre de Traitement HP- ZCINA : alimenté par les puits à fort GOR.

#### **b- 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, 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 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.

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

Dans les dernières années une nouvelle unité de traitement de brut est créée « UTBS ». Cette dernière est destinée à recevoir et traité l'huile non stabilisé provenant de six champs satellites existants et d'expédier l'huile stabilisée vers le centre de stockage HEH via le pipeline 24'' CIS-HEH.

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.

## **I.2. Ecoulement multiphasique :**

### **I.2.1. Définition :**

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. [1]

**I.2.2. Types d'écoulement:****a- Ecoulement avec bulle (bubble flow) :**

Dans le flux de bulles, le débit de liquide est suffisamment élevé pour décomposer le gaz en bulles, mais pas suffisamment pour que les bulles se mélangent bien dans la phase liquide. La taille et la forme des bulles varient beaucoup, mais le plus souvent, elles sont presque sphériques et sont beaucoup plus petites que le diamètre du tube. [2]

**b- Ecoulement avec bouchant (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.

**c- Ecoulement 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.

**d- Ecoulement 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.

**e- Ecoulement avec vagues moutonnantes (slug flow) :**

Lorsque les vagues atteignent le sommet de la paroi de 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.

**f- Ecoulement 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.

**g- 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.

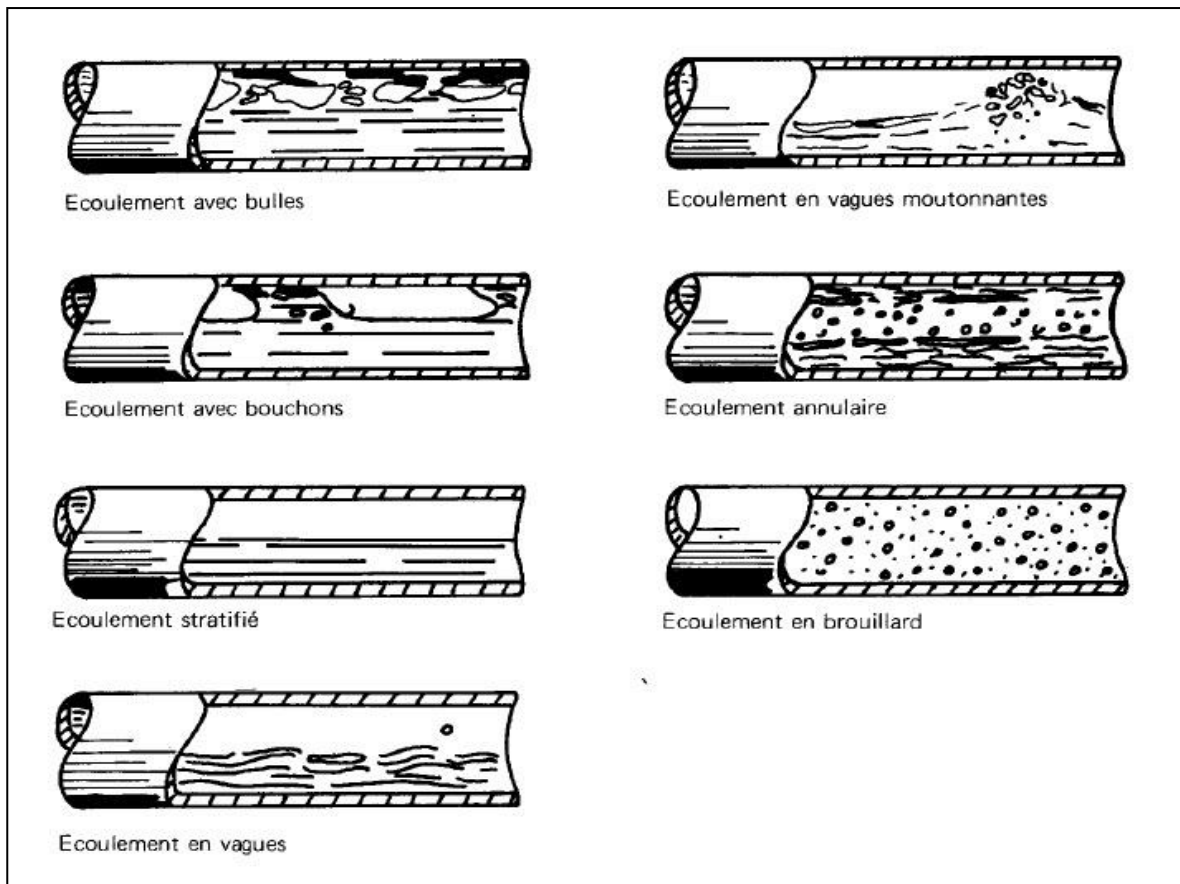


Figure I.3: Types d'écoulement vertical

**I.2.3. 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 :

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

L'équation spécifique pour un écoulement monophasique représenté par trois termes est écrite comme suite :

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

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

$$\left(\frac{dP}{dl}\right)_{\text{totale}} = \left(\frac{g}{g_c}\right) \rho_m \sin\theta + \frac{f_m \rho_m V_m^2}{2g_c D} + \frac{\rho_m V_m dV_m}{g_c dl} [3] \dots\dots (I.3)$$

Où :

$\rho_m$  : la densité du mélange.

$V_m$  : la vitesse du mélange.

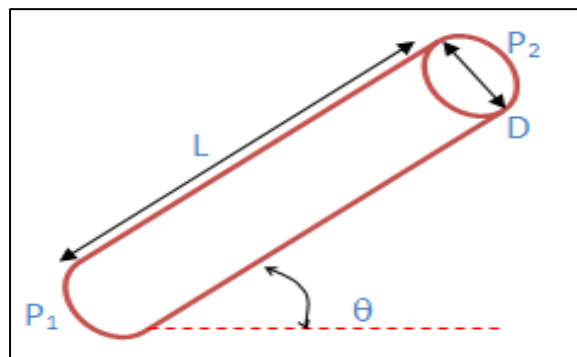
$D$  : diamètre de pipe.

$g_c$  : facteur de conversion.

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

$g$  : Accélération de la gravité (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$\theta$  : Pente de la conduite.



**Figure I.4: Variation de la pression le long d'une 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 I.1: Pourcentage de chaque terme de pertes de charge**

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).

$$\left(\frac{dP}{dl}\right)_{accélération} = \frac{\rho_m V_m dV_m}{g_c \cdot dl} \cdot [3] \dots \quad (I.4)$$

**Le terme d'élévation ou 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.

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

**Le terme de friction** due aux forces de frottements.

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

#### I.2.4. Liquid hold-up :

Dans une ligne de collecte caractérisée par des points bas avec des dénivelés importants, le problème de Liquide 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 conduite et par conséquence, les pertes de charges augmentent dans la conduite.

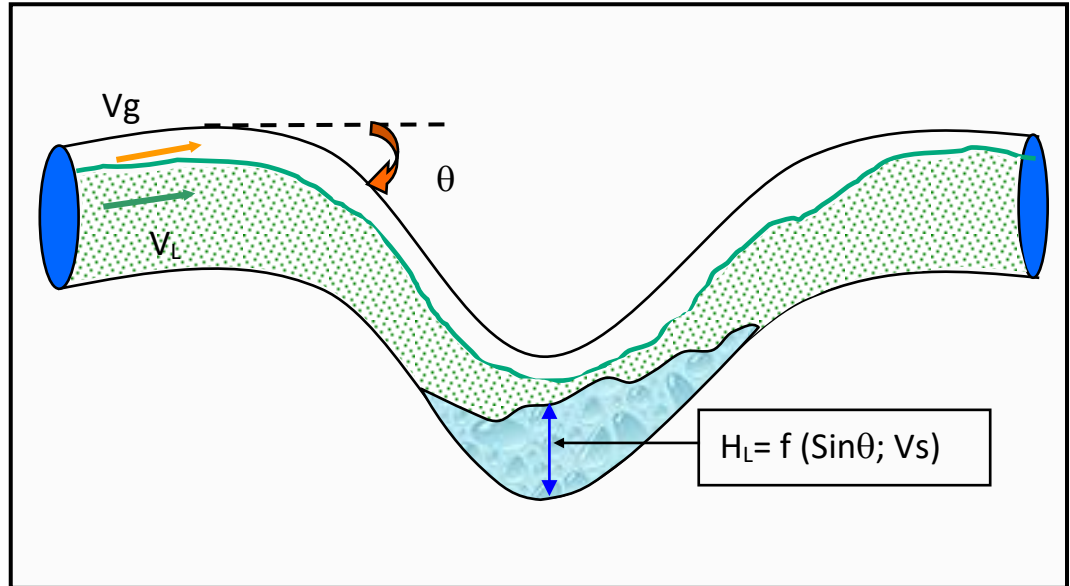


Figure I.5: Liquid hold up

### I.2.5. Régimes d'écoulement à travers la duse:

La duse permet de contrôler le débit de production en ajustant la pression de tête voulue, tout en considérant les contraintes Réservoir - Puits- Réseau. Parmi ces contraintes, on cite :

- Problème de conning;
- Régime d'écoulement vertical à travers la colonne de production;
- Installations de surface disponibles pour prendre en charge la production du puits;

Pour calculer le débit de production on utilise des formules d'écoulement multiphasique à travers une duse.

Ces équations utilisent des coefficients qui se diffèrent d'un champ à un autre. Selon le rapport de la pression pipe sur la pression tête, trois régimes d'écoulements multiphasiques sont distingués. [4]

#### a- Régime critique :

Ce régime est obtenu lorsque le rapport de la pression en amont ( $P_{\text{pipe}}$ ) de la duse sur la pression en aval ( $P_{\text{tête}}$ ) est inférieur au point critique. Quoique dans la littérature on prend une valeur de 0,5 la valeur de ce point dépend de plusieurs paramètres (GOR,  $\Phi$  duse, WOR,  $\rho_g$ ,  $\rho_o$ ,  $\rho_w$ ...).

Dans ce cas, le débit est fonction de la pression de tête seulement :  $Q = A \cdot P_t$

A Hassi Messaoud, on utilise l'équation suivante :

$$Q = \frac{\varnothing^{1.8}}{1000.K} P_t \dots\dots (I.7)$$

Avec :

**Q** : débit d'huile (m<sup>3</sup>/hr).

**Ø**: diamètre de la duse (mm).

**P<sub>t</sub>** : pression de tête (bar).

**K**: constante déterminée lors du dernier jaugeage.

### **b- Régime transitoire :**

C'est la zone où le point critique n'est pas bien déterminé. Il apparaît dans l'intervalle

$$0.5 < \frac{P_p}{P_t} < 0.75$$

### **c- Régime non critique :**

Lorsque l'écoulement à travers la duse est non critique, la pression de tête augmente et le débit de production diminue avec l'augmentation de la pression de pipe. Et inversement, la pression de tête diminue et le débit de production augmente quand la pression de pipe diminue. Donc toute variation de la pression avale duse (P<sub>p</sub>), fait varier la pression amont (P<sub>t</sub>) ce qui nous donne un écoulement non stable, d'où une perturbation sur le réseau qui influe sur le débit d'écoulement.

En général, le régime d'écoulement est non critique lorsque le rapport (P<sub>p</sub> / P<sub>t</sub>) est supérieur ou égal à 0,75. A Hassi Messaoud, on utilise l'équation suivante :

$$Q = \frac{F(x).\varnothing^{1.8}}{1000.K} P_t \dots\dots (I.8)$$

Avec  $F(x)$  : fonction du rapport P<sub>p</sub>/P<sub>t</sub>.

$$F(x) = 2.667 * \frac{P_p}{P_t * \sqrt{1 - \left(\frac{P_p}{P_t}\right)}} \dots\dots (P_p/P_t > 0.75) \dots\dots (I.9)$$



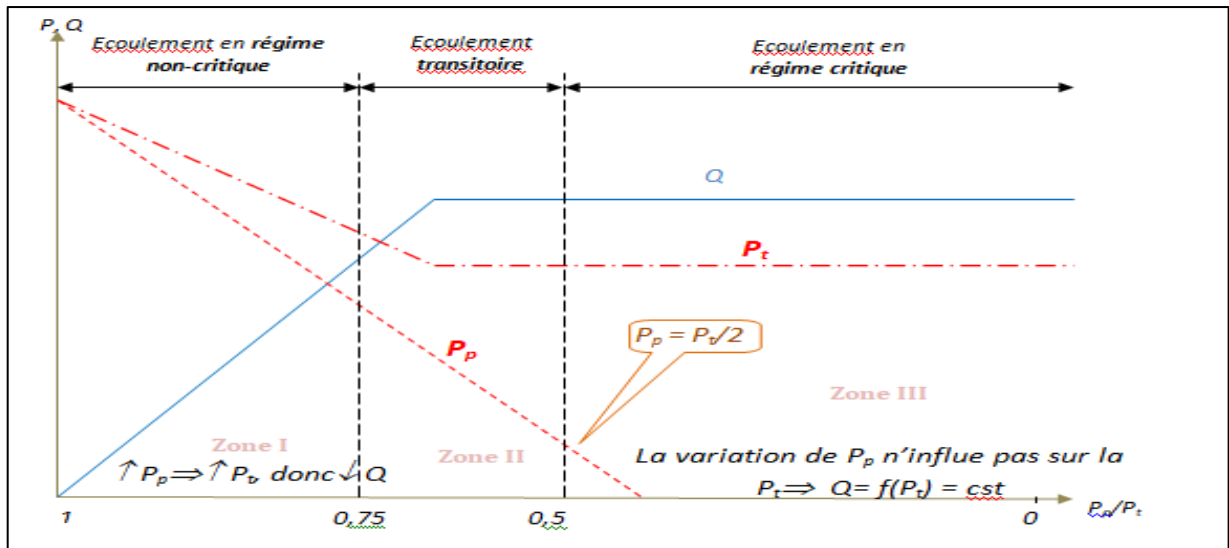


Figure I.6: Régimes d'écoulement à travers la duse

### I.3. La séparation :

#### I.3.1. Définition :

C'est une opération qui consiste à séparer l'effluent de certain constituant pour rendre l'huile commercialisable selon les spécifications internationales.

Tout au long du cheminement la pression et la température baissent simultanément. Si la température diminue le dégazage diminue également ; si la pression baisse la libération des gaz augmente. La Chute de pression et augmentation de température ont même effet.

L'agitation et le réchauffement favorisent le dégazage. Il faudra fixer certain condition pour le transport des hydrocarbures. En particulier le pétrole brute ; ce dernier ne doit pas avoir une tension de vapeur supérieure à celle fixé par cahier de charge. [5]

#### I.3.2. Estimation de la capacité des séparateurs :

Les capacités des séparateurs gaz / huile varient selon les facteurs suivants :

1. Dimension de séparateur (diamètre, longueur).
2. Le niveau du liquide maintenu dans le séparateur.
3. La tendance de l'huile au moussage (temps de rétention).
4. L'arrangement interne de séparateur.
5. La pression et la température de travail.
6. Caractéristique physiques et chimiques du fluide.
7. Variation de GOR....etc.

### I.3.3. Temps de rétention :

C'est le temps nécessaire à l'obtention de l'équilibre thermodynamique P, T°. Il nous donne une idée précise sur la qualité de la séparation.

Pour un séparateur à 3 phases et un fluide caractérisé par des faibles densités et viscosité, le temps de rétention est de 3 min.

### I.3.4. Constitution et divers type du séparateur :

La séparation des diverses phases constituant un effluent de puits déterminé se réalise dans un type groupe d'appareil appelé séparateurs. Ces appareils sont des récipients métalliques sous pression de formes diverses suivant le but recherché et les dimensions appropriées en fonction :

- Des débits des divers fluides constituant l'effluent
- Des difficultés particulières de séparation

Selon le type d'effluent à traiter (gazeux ou liquide), il existe différents types de séparateurs :

#### a- Séparateur horizontal :

Ils sont très utilisés pour les puits à GOR élevé car ils ont une très bonne surface d'échange.

Ces séparateurs sont en général d'un diamètre plus petit que les séparateurs verticaux pour une même quantité de gaz et présentent une interface plus large entre gaz et liquide.

A noter que ces séparateurs sont, en général, montés sur skids complets avec leurs tuyauteries et instruments de réglage contrôle et sécurité.

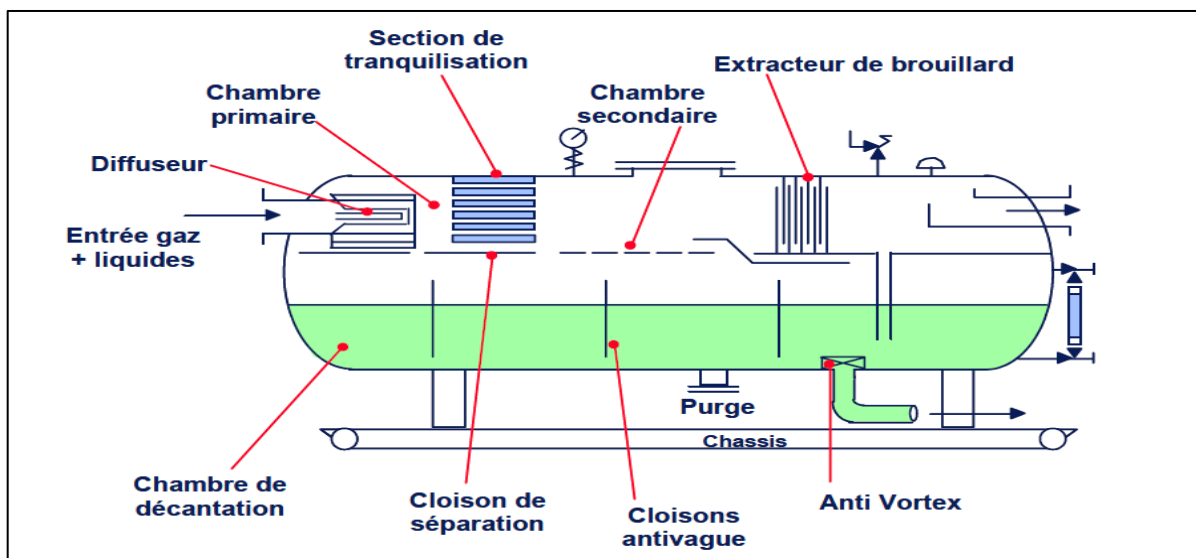


Figure I.7: Séparateur horizontal diphasique

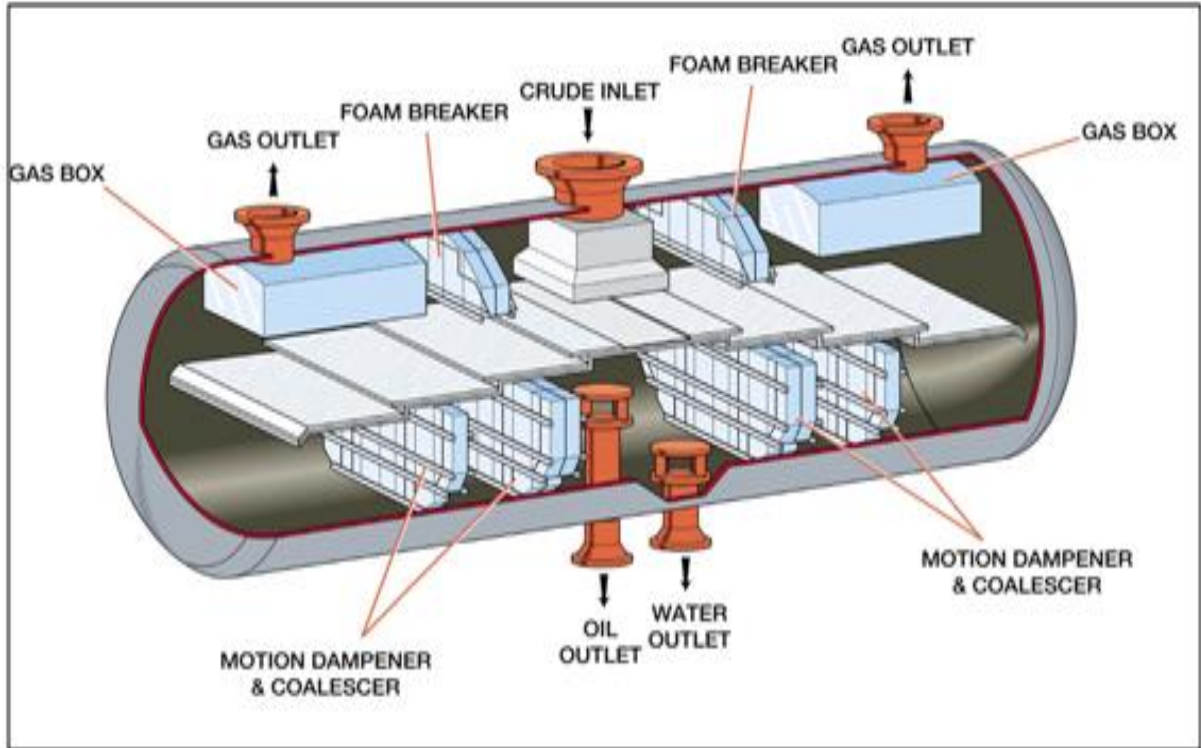


Figure I.8: Séparateur tri-phasique

**b- Séparateur vertical :**

Ces séparateurs sont constitués par un cylindre vertical terminé par fonds bouchés.

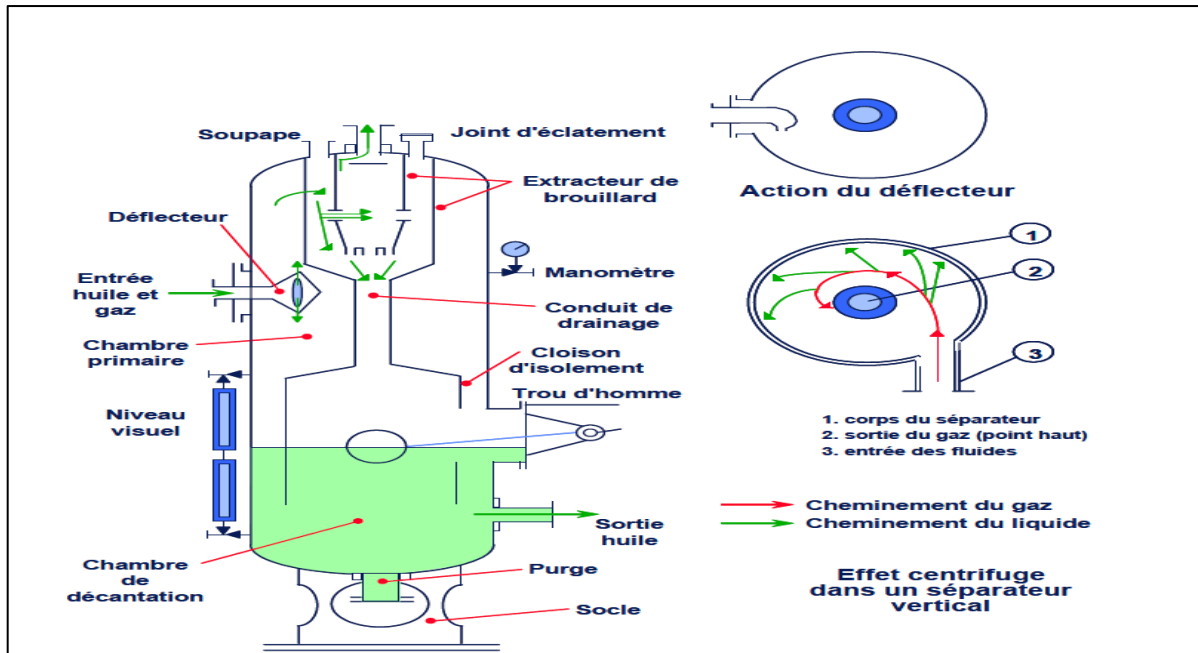


Figure I.9: Séparateur vertical

### c- Séparateur sphérique :

Peu courant, ils sont réservés aux puits à GOR très élevé (cas des puits à gaz + condensats).

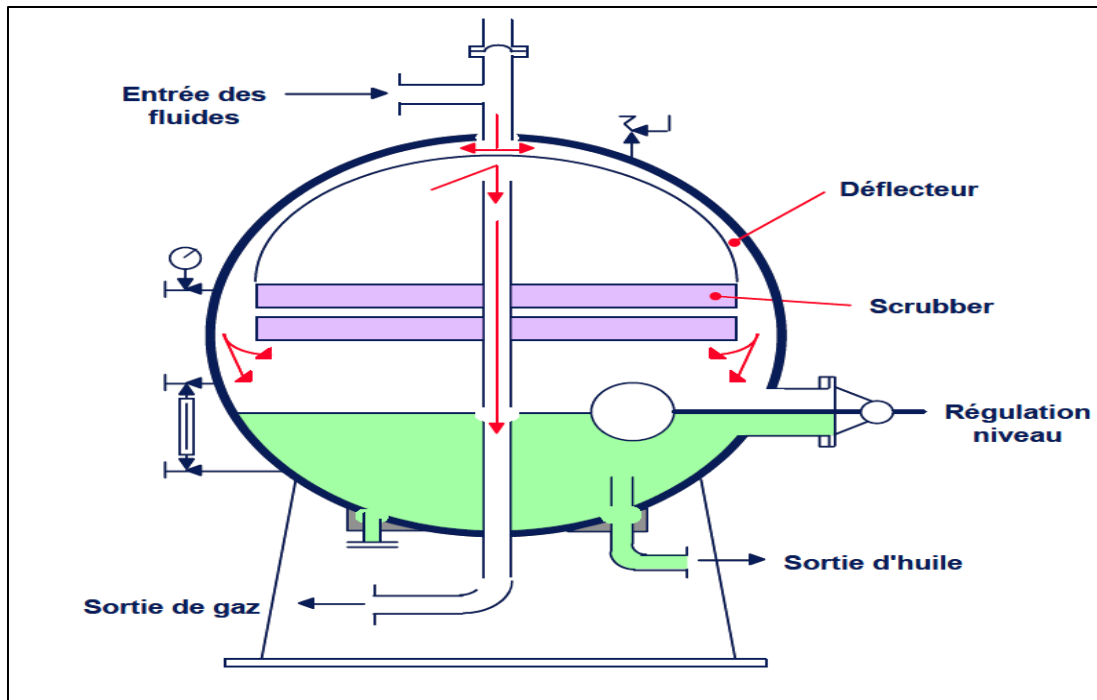


Figure I.10: Séparateur sphérique

## I.4. Le pompage :

### I.4.1. Définition :

Les pompes sont des appareils permettant un transfert d'énergie entre le fluide et un dispositif mécanique convenable. Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide soit principalement de l'énergie potentielle par accroissement de la pression en aval, soit principalement de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide. L'énergie requise pour faire fonctionner ces machines dépend donc des nombreux facteurs rencontrés dans l'étude des écoulements :

- Les propriétés du fluide : masse volumique, viscosité, compressibilité.
- Les caractéristiques de l'installation : longueur, diamètre, rugosité, singularités ...
- Les caractéristiques de l'écoulement : vitesse, débit, hauteur d'élévation, pression

Devant la grande diversité de situations possibles, on trouve un grand nombre de machines que l'on peut classer en deux grands groupes :

- a- **Les pompes centrifuges** : Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

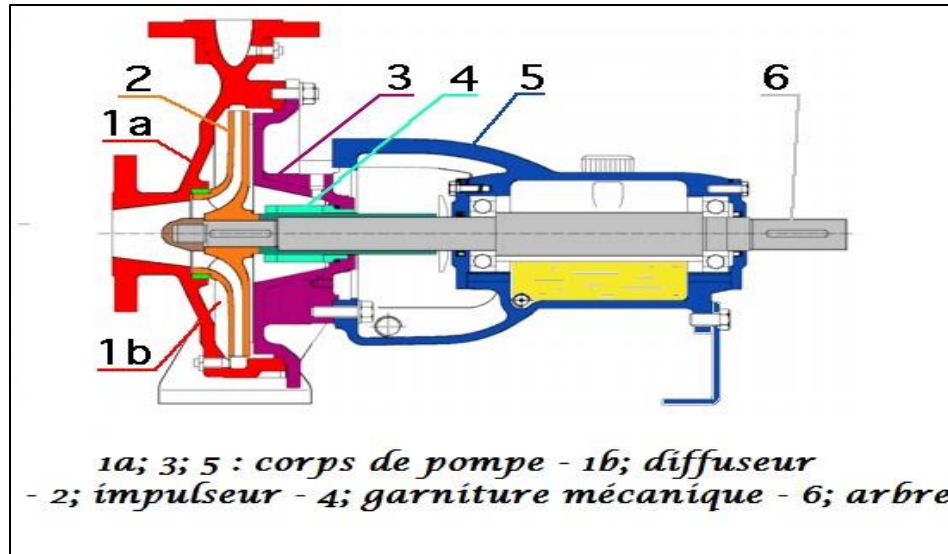


Figure I.11: Pompe centrifuge

- b- **Les pompes volumétriques** : L'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide.

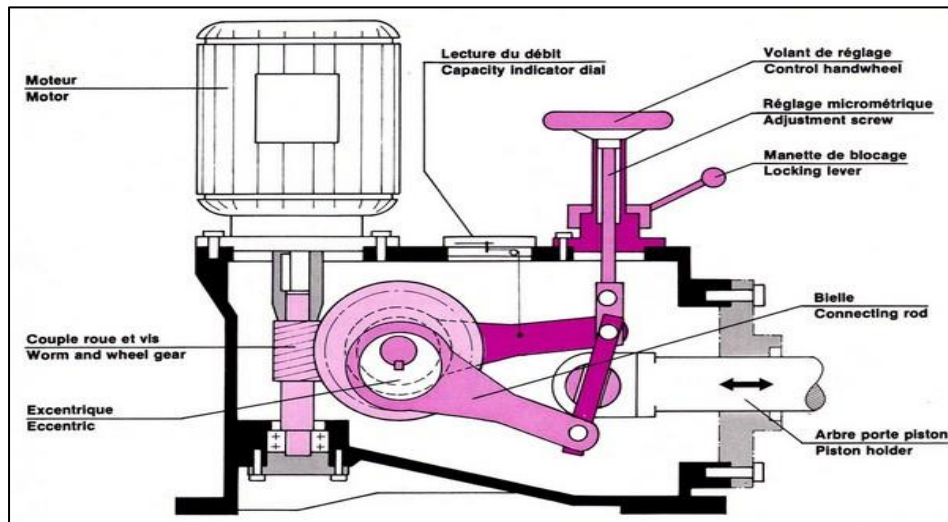
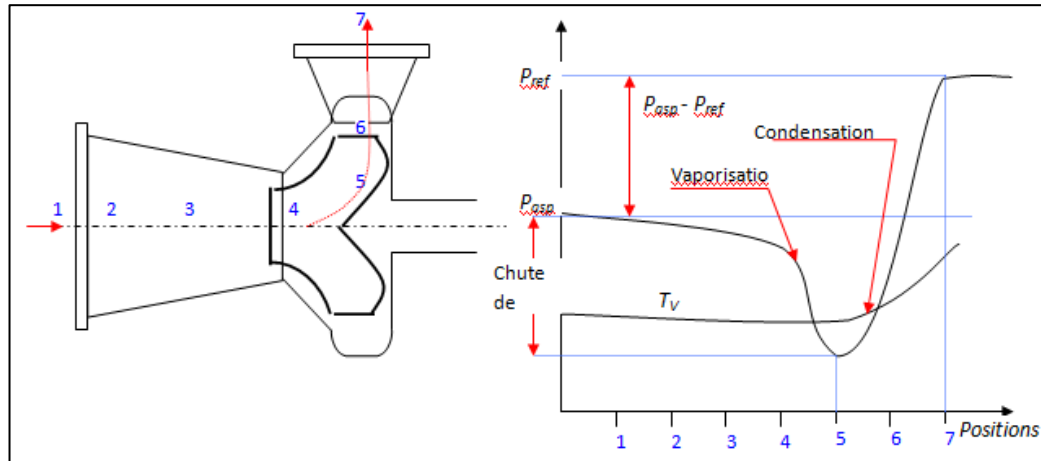


Figure I.12: Pompe volumétrique

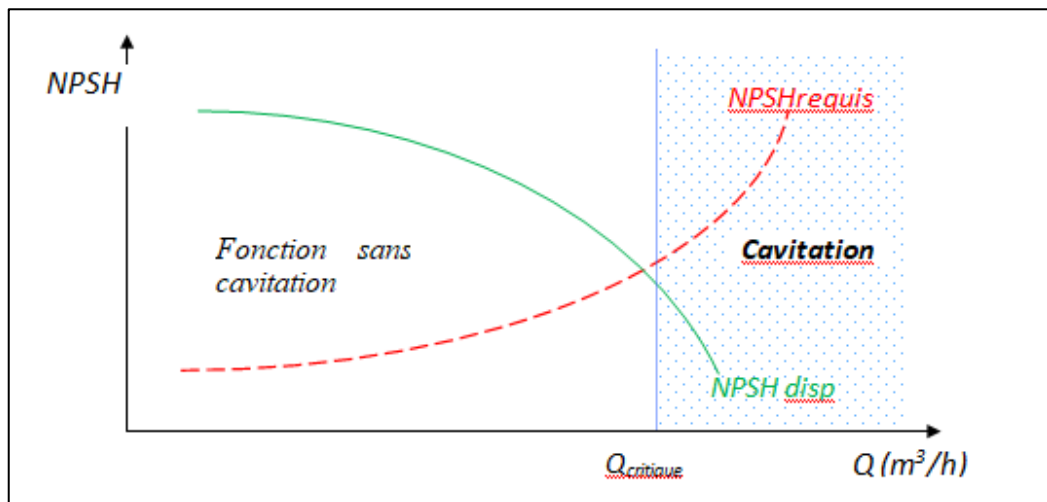
**I.4.2. Phénomène de cavitation :**

La cavitation est la vaporisation d'un fluide soumis à une pression inférieure à sa pression de vapeur. Ce phénomène se manifeste par la formation au sien de l'écoulement, de bulles, poches, tourbillons ou torche de vapeur prisonnier dans les pompes, ces structures de vapeur apparaissent dans les zones de faible pression à l'entrée des aubes de roue (point 5 sur la figure en dessus) et sont transportées dans les zones à plus haute pression. Ces implosions produisent des micro-jets et des surpressions (onde de choc) qui peuvent atteindre des milliers de bar.

Pour éviter les dommages causés par le phénomène de cavitation il faut toujours vérifier la condition  $(NPSH)_{dis} > (NPSH)_{requis}$  d'installation suivante :



**Figure I.13: Evaluation de pression en fonction des positions**



**Figure I.14: Evaluation de NPSH en fonction du débit**

(NPSH)<sub>dis</sub> : correspondant à la valeur excédentaire de la pression à l'entrée de la pompe sur la tension de vapeur du liquide en ce même point, soit en hauteur de liquide. Il dépend uniquement de l'installation, pour sa partie située en amont de la pompe, et des conditions opératoires.

(NPSH)<sub>requis</sub> : représente la perte de pression statique maximale à l'intérieur de la pompe entre la bride d'aspiration et le point où cette pression est minimale. Le (NPSH) requis pour une pompe est relevé expérimentalement par essai des pompes sur eau. Il est montré sur la courbe de performance de la pompe (sa forme est un peu prés parabolique).

### I.5. La compression :

Les compresseurs sont des équipements mécaniques permettant d'élever la pression d'un GAZ. Les applications des compresseurs sont très diversifiées.

La compression des gaz a un objectif de base, la livraison d'un gaz sous une pression supérieure à la pression existant à l'origine. La compression est effectuée pour différent raisons:

- Pour transmettre de la puissance.
- pour transporter et distribuer un gaz, comme dans les pipelines de gaz naturel
- pour produire et maintenir des niveaux de pression réduits dans de nombreuses applications
- pour créer des conditions plus favorables à certaines réactions chimiques

On peut diviser les compresseurs en quatre catégories principales:

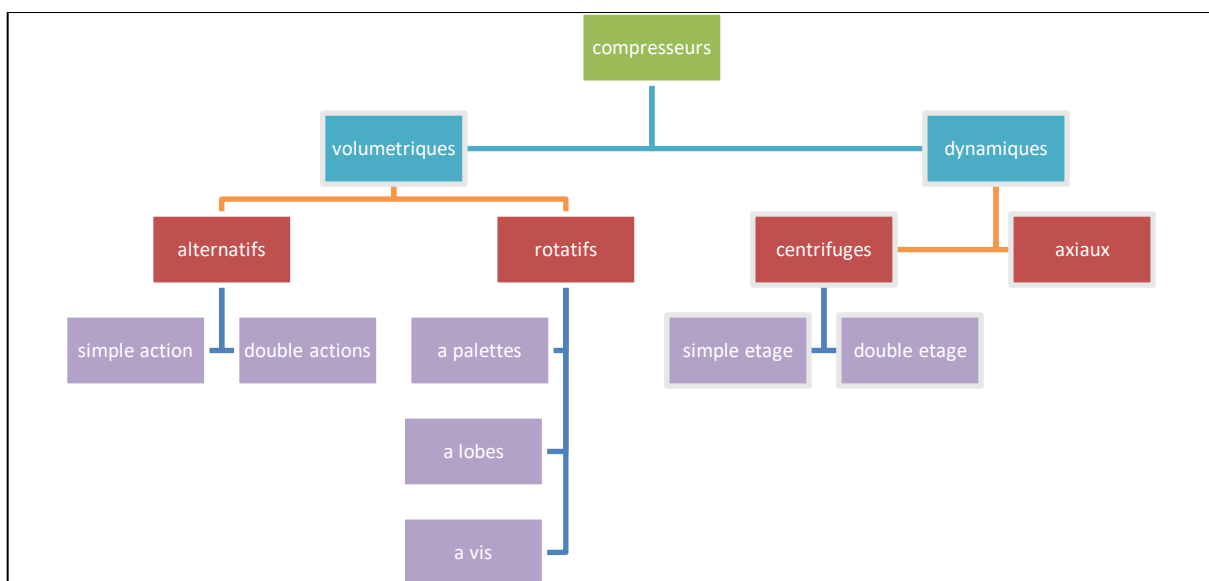


Figure I.15: Les catégories principales de compresseur

# **CHAPITRE II**

**Modélisation et Optimisation**

**Du réseau de collecte LDHP ZCINA**



## **II.1. Représentation de la région Champ HASSI MESSAOUD :**

### **II.1.1. Introduction :**

Le gisement de Hassi-Messaoud est l'un des plus grands et plus complexes gisements au monde. Durant l'histoire géologique, ce gisement a subi une évolution tectonique intense lors de son enfouissement jusqu'à ce que le gisement ait pris la forme actuelle. Ces événements peuvent améliorer les paramètres pétro-physiques (fracturation naturelle, la dissolution etc....) comme ils peuvent les réduire (réduction de la porosité, la cimentation des grains, la création de matrices de petits grains, la création des barrières imperméable etc....).

Ce champ s'étend sur une superficie avoisinant de 2500 km<sup>2</sup>. Découvert en 1956 et mis en production généralisée en 1958, le gisement de Hassi Messaoud continue, après plus de 50 ans, de fournir à l'Algérie cette ressource naturelle qu'est le pétrole brut. Des investissements importants ont été réalisés et d'autres le seront dans le futur pour extraire le maximum de pétrole et augmenter ainsi la récupération finale.

### **II.1.2. Situation du champ Hassi-Messaoud :**

#### **II.1.2.1. Situation géographique :**

Le champ de Hassi Messaoud se situe au Nord-est du Sahara Algérien, à 850Km au Sud-est d'Alger et 350Km de la frontière Algéro-Tunisienne et en bordure du grand Erg oriental. Les dimensions du champ atteignent 2500 Km<sup>2</sup>, il est limité au Nord par Touggourt et au Sud par Gassi-Touil, et à l'Ouest par Ouargla.

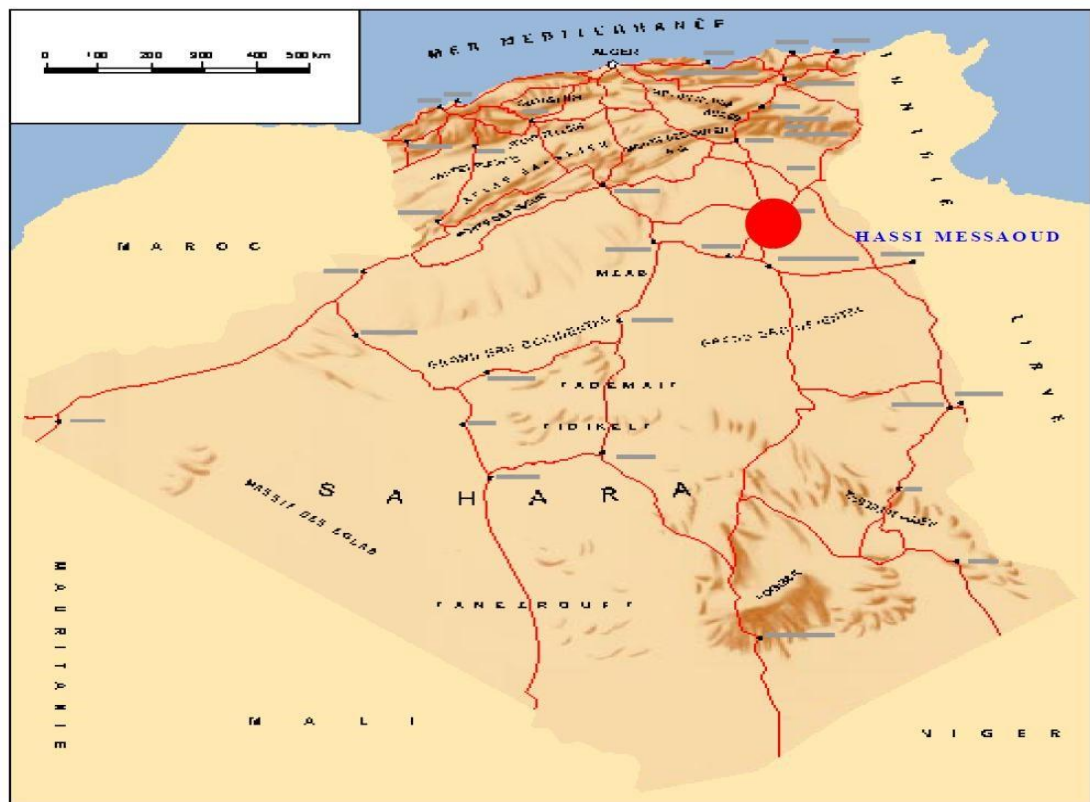
Son repérage en coordonnées géographiques est le suivant :

- Au nord par la latitude 32°15.
- Au sud par la latitude 31°30.
- A l'ouest par la longitude 5°40.
- A l'est par la longitude 6°35.

En coordonnées Lambert :

- X= 790.000 à 840.000 Est.
- Y= 110.000 à 150.000 Nord. [6]

## I.1.2.2. Situation géologique :



**Figure II.1: Situation géographique du champ de Hassi-Messaoud**

Le champ de Hassi-Messaoud occupe la partie centrale de la province triasique nord orientale qui, de par sa superficie et ses réserves constitue la plus grande province petro-gazière.

Ses délimitations sont les suivantes :

- Au Nord, par les structures de Djemââ- Touggourt.
- A l'Ouest, par les hauts fonds d'Oued Mya.
- A l'Est, par les hauts fonds de Dehar et la structure de Ghadamès.
- Au Sud, par le haut fond d'Amguid. [7]

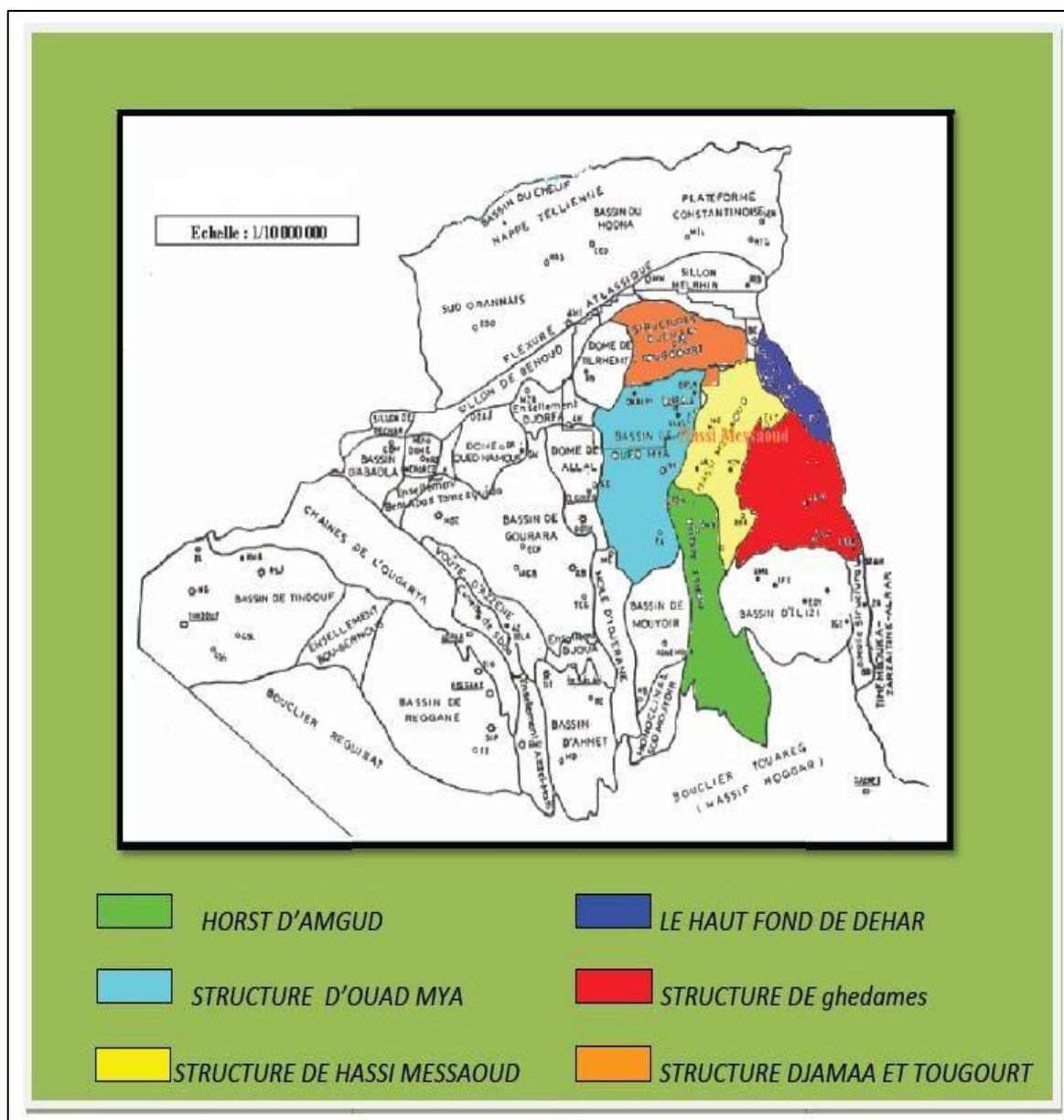


Figure II.2: Situation géologique du champ de Hassi-Messaoud

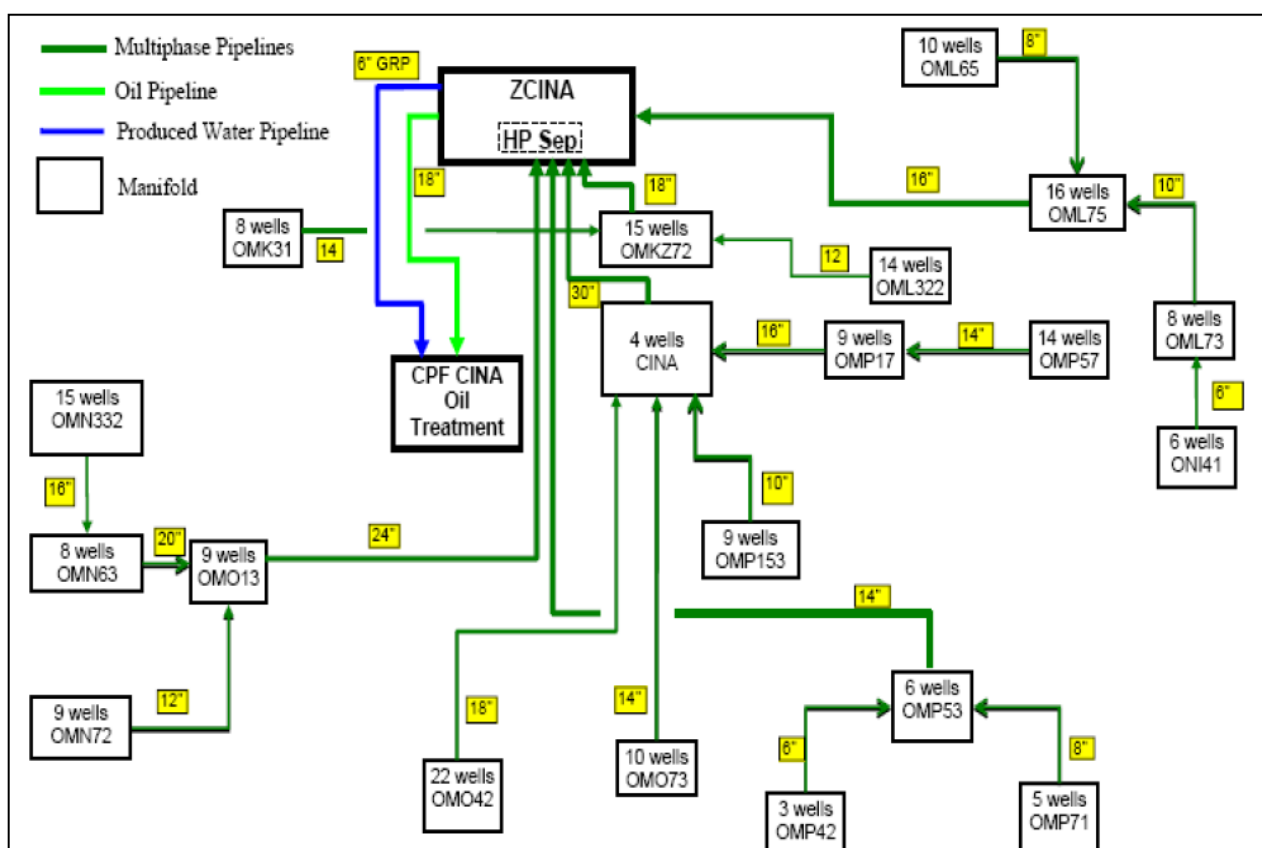
## II.2. Description de réseau de collecte LDHP ZCINA :

### II.2.1. Généralités :

Sonatrach a décidé de construire une nouvelle unité d'extraction des liquides des gaz associés et séparations d'huile LDHP-ZCINA dans le champ de Hassi-Messaoud Nord. Cette nouvelle unité ZCINA, qui sera localisée à 7 km environ au nord du CINA, considéré comme un réseau collecteur, 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.

Le schéma II.3 reprend les différents diamètres relatifs aux canalisations du système de collecte et des canalisations d'expédition de ZCINA vers CINA.



**Figure II.3: Système de collecte et des canalisations d'expédition de ZCINA vers CINA**

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.

#### **a- Réseau collecte "LDHP Z-CINA" :**

Le système de production LDHP Z-CINA est composé des 5 branches suivantes :

- 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 ZCINA 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 ZCINA.
- Ligne de 40'' de transfert de gaz résiduel (Residual 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.

#### b- Les puits LDHP Z-CINA:

**Tableau II.1: les puits du réseau LDHP Z-CINA**

MFD LDHP ML73	OML623	OML72B	OML82	OML832	OML813	-	-	-
MFD LDHP OML75	OMLZ643	OML852	OML86	-	-	-	-	-
MFD LDHP OML65	OML862	OMLZ761	-	-	-	-	-	-
MFD LDHP CINA	OMO862	-	-	-	-	-	-	-
MFD LDHP OMP153	OMO751	OMP141	OMO852	-	-	-	-	-
MFD LDHP OMP17	OML11	OML21	OMPZ173	OMPZ261	OMP272	-	-	-
MFD LDHP OMP57	OMLZ402	OMLZ512	OMP57	OMP572	OMP78	-	-	-

MFD LDHP OMO73	OMOZ642	OMOZ821	OMO712	OMO72	OMO82B	OMO822	-	-
MFD LDHP OMO42	OMO521	-	-	-	-	-	-	-
MFD LDHP OMN63	OMN402	OMN53	OMN40	OMN413	-	-	-	-
MFD LDHP OMN332	OMN302	OMN33	OMN41	OMN442	OMN422	OMN25	-	-
MFD LDHP OMN72	OMNZ701	OMN61	OMN70	OMN702	OMN72	OMN802	OMN812	OMN601
MFD LDHP OMO13	OMNZ83	OMN822	OMO141	OMN73	OMNZ833	-	-	-
MFD LDHP OMP53	OMP721	-	-	-	-	-	-	-
MFD LDHP OMP71	OMPZ812	ONMZ103	OMP70	OMP702	OMP712	-	-	-
MFD LDHP OMP42	OMP21B	OMP312	-	-	-	-	-	-

### II.2.2. 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 ZCINA.

L'ensemble des canalisations sont enterré, revêtu et muni d'une protection cathodique.

L'huile et l'eau issue de la séparation au niveau de ZCINA 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).

L'ensemble des longueurs des différentes lignes est repris dans le tableau II.2 ci-après.

**Tableau II.2: les canalisations du LDHP Z-CINA et leurs diamètres**

Canalisation	DE	A	Diamètre (pouces)	Longueur Total (m)
Lignes D'interconnexions	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	
Lignes principal	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
Ligne D'expéditions	Z cina (huile)	Cina	18	6964
	Z cina (eau)	Cina	6	6964

### II.2.3. Système LDHP Z-CINA :

#### a- 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.

#### b- 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 :

Qh= 5695.62 m<sup>3</sup>/j Huile

Qg= 12 577 945Std m<sup>3</sup>/j

Qe= 274.58 m<sup>3</sup>/j

### c- Situation du Projet:

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

### II.2.4. Problématique & Objectifs :

Actuellement le champ de HMD est caractérisé par un taux élevé de gaz dans l'huile (GOR= 974 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.

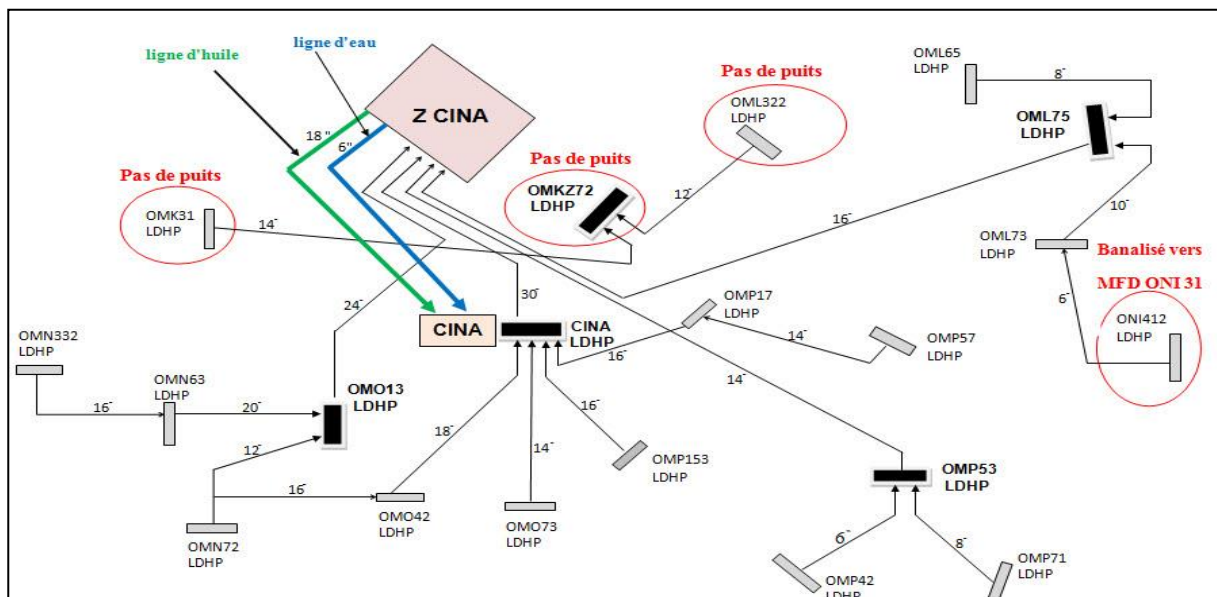


Figure II.4: L'état actuel de réseau collecteur LDHP Z-CINA



### **II.3. Généralité sur le logiciel d'optimisation(PIPESIM) :**

#### **II.3.1. Définition :**

Le PIPESIM (Pipeline simulator) est un logiciel d'analyse de Performance des Systèmes de production. Il peut aider les ingénieurs de production ou de réservoir pour prédire l'écoulement et la température dans les tubings et les pipelines avec exactitude et vitesse. Les analyses de sensibilité que PIPESIM nous offre permettent aux designs existants d'être optimisés et l'influence des futurs changements sur les paramètres du système considéré.

En séparant la modélisation de chaque composant du système de production, PIPESIM permet ainsi à l'utilisateur de vérifier chaque modèle de sous-système par le biais de la fonction matching, PROSPER 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 puits dans les différents scénarios et faire les prédictions avancées de pression de réservoir basées sur les données de la production de la surface. [8]

Le PIPESIM est un simulateur de conçu par Schlumberger afin d'effectuer les tâches suivantes :

- L'optimisation de l'équipement des puits.
- L'analyse des performances des puits.
- L'analyse des réseaux des puits.
- L'optimisation de la production
- L'analyse des puits multilatéraux.

#### **II.3.2. Méthode de création d'un projet avec PIPESIM :**

On crée un nouveau projet en cliquant sur l'icône de l'assistant de création d'un nouveau projet



, et il va nous aider étape par étape dans l'introduction des différentes données.

Et voici l'explication:

##### **1- On introduit les informations générales sur le projet :**

##### **2- Dans cette étape on choisit :**

- Le type du modèle : producteur, injecteur ou une étude de surface.

- Le type de l'opération : analyse du système, le profil de la pression et de la température, analyse nodale, corrélation matching ou les courbes des performances du puits.
- L'emplacement du nœud : Au fond ou à la tête du puits.
- et l'emplacement de notre projet dans le disque dur.

### **3- On choisit le système d'unités :**

Eng: Anglo-Saxon (psi, ft, lb, °F,)

Si : système international (bar, m, kg, C°,...)

Custom: un système personnalisé.

### **4- On choisit le modèle qui s'applique sur notre fluide :**

Il existe trois modèles : black Oil, compositionnel ou PVT.

Le modèle qu'on a choisi est le modèle **black Oil** car c'est celui qui correspond le mieux à notre cas, vu que les variations de la masse volumique en fonction de la pression sont négligeables.

En plus l'indisponibilité des données nécessaires suffisantes pour appliquer le modèle compositionnel ou PVT, nous pousse à opter pour le black Oil qui reste applicable avec les données disponibles.

### **5- Le choix des différentes corrélations pour :**

- L'écoulement multiphasique vertical dans le tubing.
- L'écoulement multiphasique horizontal dans les pipes line.
- L'écoulement multiphasique incliné.
- L'écoulement monophasique.

### **6- La dernière étape consiste à choisir la source du fluide (complétion verticale, horizontale ou une source artificielle).**

Et à ajouter l'équipement de notre puits (pipe, équipement de fond ou de surface).

### II.3.3. Performance des puits :

#### II.3.3.1. La procédure de modéliser un puits:

En règle d'achever notre objectif, nous accomplissons une procédure qui est le même pour chaque puits, et pour éviter la répétition à chaque fois nous essayons de présenter le détail de modélisation et d'analyse nodal avec quelque analyse de teste de sensibilité pour un seul puits. Pour l'autre puits nous suivons la même procédure et méthodologie

Avec l'utilisation du logiciel "PIPESIM" et pour choisir le model valable qui est convenable avec nôtres puits; on procède de la manière suivante :

**a- Construire le model physique:**

- Sélectionner les composantes de model qui contient le réservoir avec complétion verticale, tubing simple et vertical, et la duse (le neou est le fond de puits).
- Entrer les données de chaque composante du model.

**b- Sélectionner la corrélation (matching).**

**c- Sélectionner l'opération :**analyse nodale pour avoir le point de fonctionnement (une corrélation dans laquelle le puits fonctionne)

**d- Les analyses de sensibilité pour :**

- La pression de réservoir statique ( $P_{ws}$ ).
- $P_{ws}$  et GOR.
- $P_{ws}$  et water cut (WC).
- $P_{ws}$  et le diamètre intérieur du tubing (ID).
- $P_{ws}$  et le diamètre de la duse.

#### II.3.3.2. IPR<sub>s</sub> des complétions verticales :

Les IPR<sub>s</sub> a été développées au modèle d'écoulement de fluide en réservoir de la formation jusqu'à le puits. Ils sont formulés en termes de  $P_{ws}$ ,  $P_{wf}$ , et le débit d'écoulement (Q). PIPESIM offre le détail d'IPR pour les réservoirs d'huile et de gaz.

Selon la sensibilité des données d'anneau d'huile on utilise le model de Vogel dans notre étude.

- L'équation de Vogel a été développée pour les modèles saturés de puits d'huile.
  - ❖ Abs. open flow potentiel : le débit maximum d'huile lorsque  $P_{wf}$ .
  - ❖ Calculer le débit maximum absolu(AOFP).
    - Le coefficient PI : toujours égale 0.8
    - Q : débit actuel de puits par test des puits.
    - $P_{wf}$ : La pression dynamique de réservoir
    - $P_{ws}$ : La pression statique de réservoir
    - calculer AOFP en utilisant les données précédentes.
  - ❖ **Théorie** : Pour calculer le débit maximum on utilise la relation :

$$Q = Q_{\max} \left[ 1 - (1 - C) \frac{P_{wf}}{P_{ws}} - C \left( \frac{P_{wf}}{P_{ws}} \right)^2 \right] \quad [8] \dots \dots \quad (II.1)$$

$Q_{\max}$  : AOFP

C : coefficient PI=0.8

### II.3.3.3. Corrélations d'écoulement vertical :

En ordre d'obtenir un modèle de puits, une corrélation d'écoulement verticale doit être utilisée. Cette opération utilise toujours les données de teste accrochées à chaque corrélation d'écoulement multiphasique pour un système particulier, d'où accorder la corrélation convenable à déterminer pour chaque système.

Pour sélectionner la corrélation convenable, nous procédons les étapes suivantes :

1. Donner le débit d'écoulement et la pression de réservoir statique ( $P_{ws}$ ).
2. Sélectionner la pression de sortie (Outlet) comme un variable à calculer.
3. Sélectionner plusieurs corrélations d'écoulement multiphasique.
4. Comparer les résultats à déterminer par ces corrélations avec les données mesurées.

5. Calculer l'écart moyen APD (average percentage differential)

$$APD = \frac{P_{més} - P_{cal}}{P_{més}} * 100 (\%) \dots\dots (II.2)$$

6. choisir la corrélation convenue au minimum d'écart.
7. Prendre la corrélation choisie tracer les courbes IPR et VLP (par analyse nodal) et comparer les coordonnées de point de fonctionnement ( $Q_{liq}$ ,  $P_{wf}$ ) par le débit et la pression de fond de puits dynamique mesurés par le teste (DST).
8. Vérifier que la corrélation choisie donne un bon résultat l' lorsqu'elle a été comparées avec les données actuelles.
- Si les résultats entrées coïncident avec les données obtenues ; cette corrélation sera convenable pour notre model. Donc on valide le model.
  - Sinon ; nous choisissons une autre corrélation en répétant la procédure de l'étape 6.

**NOTE :** l'étape 8 est effectuée pour assurer la convenabilité de la corrélation choisit, dans le cas où la corrélation donne des résultats ne correspond pas a les données réel ; on essaie une autre corrélation et ainsi de suite.

9. Avec la corrélation sélectionnée nous effectuons les analyses de sensibilités pour diffèrent paramètres pour savoir le future et le comportement de puits.

Les corrélations sélectionnées sont présentées avec ses symboles dans le tableau **II.3**.

**Tableau II.3: Les corrélations utilisées pour le VLP matching avec ses symboles.**

Flow Correlation	Symbole
Beggs& Brill Original	BBO
Beggs& Brill, TaitelDukler map	BBOTD
Beggs& Brill Revised	BBR
Beggs& Brill Revised, TaitelDukler map	BBRTD

Duns &Ros	DR
Duns & Ros, TaitelDuklermap	DRTD
Hagedorn& Brown	HBR
Hagedorn& Brown, Duns &Ros map	HBRDR
Lockhart &Martinelli	LOCKMAR
Lockhart&Martinelli, TaitelDuklermap	LOCKMARTD

#### II.3.3.4. Sensibilité:

Les sensibilités sont les scénarios qui nous pouvons utiliser pour voir comment les différentes variables affectent le système globale.

On peut utiliser la sensibilité pour estimer un variable connu par estimateur au variable avec plusieurs valeurs possibles. Ensuite, on utilise les données de sortie (outlet) pour estimer la valeur du variable en comparant les résultats de sensibilité avec les résultats comptés

Les analyses de sensibilités effectuées dans cette étude sont basées sur différentes paramètres, pour voir l'influence de chacun sur le débit de production et sur le système globale.

Les analyses effectuées sont:

- a- La pression statique de réservoir ( $P_{ws}$ ).
- b-  $P_{ws}$  et GOR.
- c-  $P_{ws}$  et water cut (WC).
- d-  $P_{ws}$  et le diamètre intérieur de tubing (ID).
- e-  $P_{ws}$  et le diamètre de la duse.

## **II.4. Définition d'optimisation par la modélisation :**

### **II.4.1. 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.

### **II.4.2. Création de modèle:**

L'objet de ce travail consiste à créer un modèle 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 2015 par ce 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.

### **II.4.3. Outil de calcul :**

Un logiciel PIPESIM (Version 2009) sera utilisé pour le calcul des pertes de charges des écoulements poly-phasiques dans le réseau de collecte, entre autres, les vitesses d'écoulement des effluents, températures, et retenues liquide-liquide Hold-up...etc.

Il peut faire le calcul pour des liaisons individuelles ainsi que pour un réseau à plusieurs pipes.

Dans notre travail on fixe les débits des sources (puits) avec la pression de séparation au niveau de Z-CINA.

## **II.5. Données de modélisation :**

Ces données sont utilisées pour créer une présentation du réseau LDHP Z-CINA sous forme de fichiers machine du logiciel PIPESIM.

**a- Les pressions :**

La pression de pipe ( $P_p$ ) réel sera déterminée à partir des données de Bilan-Gaz,

La pression de séparation Z-CINA fixée à 32bar.

**b- Paramètre de production :**

Le débit d'huile, le rapport gaz-huile (GOR), la température ( $T$  (C°)) et la fraction d'eau (water-cut) seront déterminées à partir des données de Bilan-Gaz (on choisit le système des unités dans le logiciel PIPESIM et on les mit directement dans le programme).

Le débit est calculé par la formule de Sonatrach (cette formule est confidentielle de la publier) qui utilise les pressions moyennes mesurées sur le terrain en amont ( $P_t$ ) et en aval ( $P_p$ ) de la duse de tête de puits et les dimensions de duse obtenues de la base de données appropriée.

Le bilan-gaz est comme suite :

**Tableau II.4: Le bilan de gaz**

Puits	$P_p$ (bar g)	$Q_{Huile}$ $m^3/h$	GOR	EauRécup $m^3/J$
MFD LDHP OML73				
OML623	48	2,89	2664	-
OML72B	46	7,71	110	-
OML82	50,6	5,53	2732	-
OML832	48,8	3,79	3015	23,11
OML813	50	1,38	5450	-
MFD LDHP OML75				
OMLZ643	40,9	6,98	538	-
OML852	44	1,33	8213	-
OML86	48,2	12,68	1625	-
MFD LDHP OML65				
OML862	48	6,75	548	-
OMLZ761	46	2,71	8869	-
MFD LDHP CINA				



OMO862	36	2,58	1298	-
MFD LDHP OMP153				
OMO751	39,8	11,20	788	-
OMP141	41	4,30	3160	-
OMO852	38,5	0,38	10148	-
MFD LDHP OMP17				
OML11	40,3	7,19	919	-
OML21	38,5	0,84	5218	-
OMPZ173	42,5	2,96	3054	-
OMPZ261	37,8	3,80	1012	-
OMP272	38,5	2,05	3217	-
MFD LDHP OMP57				
OMLZ402	40,6	2,77	4219	6,24
OMLZ512	41,8	11,36	671	-
OMP57	40	5,48	1165	-
OMP572	41	0,72	8687	-
OMP78	42,6	1,48	1510	-
MFD LDHP OMO73				
OMOZ642	40,3	6,54	952	-
OMOZ821	42	5,63	1734	-
OMO712	40,7	2,90	4428	-
OMO72	42,5	2,19	2458	-
OMO82B	40,3	3,42	1322	-
OMO822	40,2	4,93	674	-
MFD LDHP OMO42				
OMO521	41,6	4,42	2650	-
MFD LDHP OMN63				
OMN402	42,5	2,43	4314	-

OMN53	40	4,01	1987	-
OMN40	41	3,64	1780	18,72
OMN413	41	4,94	843	-
MFD LDHP OMN332				
OMN302	45	3,41	2932	-
OMN33	42,9	1,04	1763	-
OMN41	44	0,88	2765	-
OMN442	43	2,71	1357	-
OMN422	45	1,03	12360	36
OMN25	43,9	3,96	1537	20,11
MFD LDHP OMN72				
OMNZ701	42,5	1,56	8819	-
OMN61	40	0,76	9432	-
OMN70	39	1,36	7570	-
OMN702	39,6	3,57	3663	-
OMN72	39	1,23	4398	-
OMN802	40,1	2,36	4604	-
OMN812	37	1,54	892	-
OMN601	40,1	1,57	1842	-
MFD LDHP OMO13				
OMNZ83	39	1,91	5674	-
OMN822	38	6,35	1863	-
OMO141	37	1,03	3183	-
OMN73	39	1,18	9278	-
OMNZ833	41	6,13	2893	-
MFD LDHP OMP53				
OMP721	42	9,46	380	-
MFD LDHP OMP71				

OMPZ812	59	7,04	2281	-
ONMZ103	57,5	9,30	808	0,24
OMP70	58,9	6,46	2434	75,55
OMP702	57	2,94	2340	23,45
OMP712	56,6	2,07	6129	
MFD LDHP OMP42				
OMP21B	48	2,48	3395	-
OMP312	47	1,91	2679	-

**II.6. L’organigramme de la modélisation:**

L’organigramme suivant résume la procédure de modélisation:

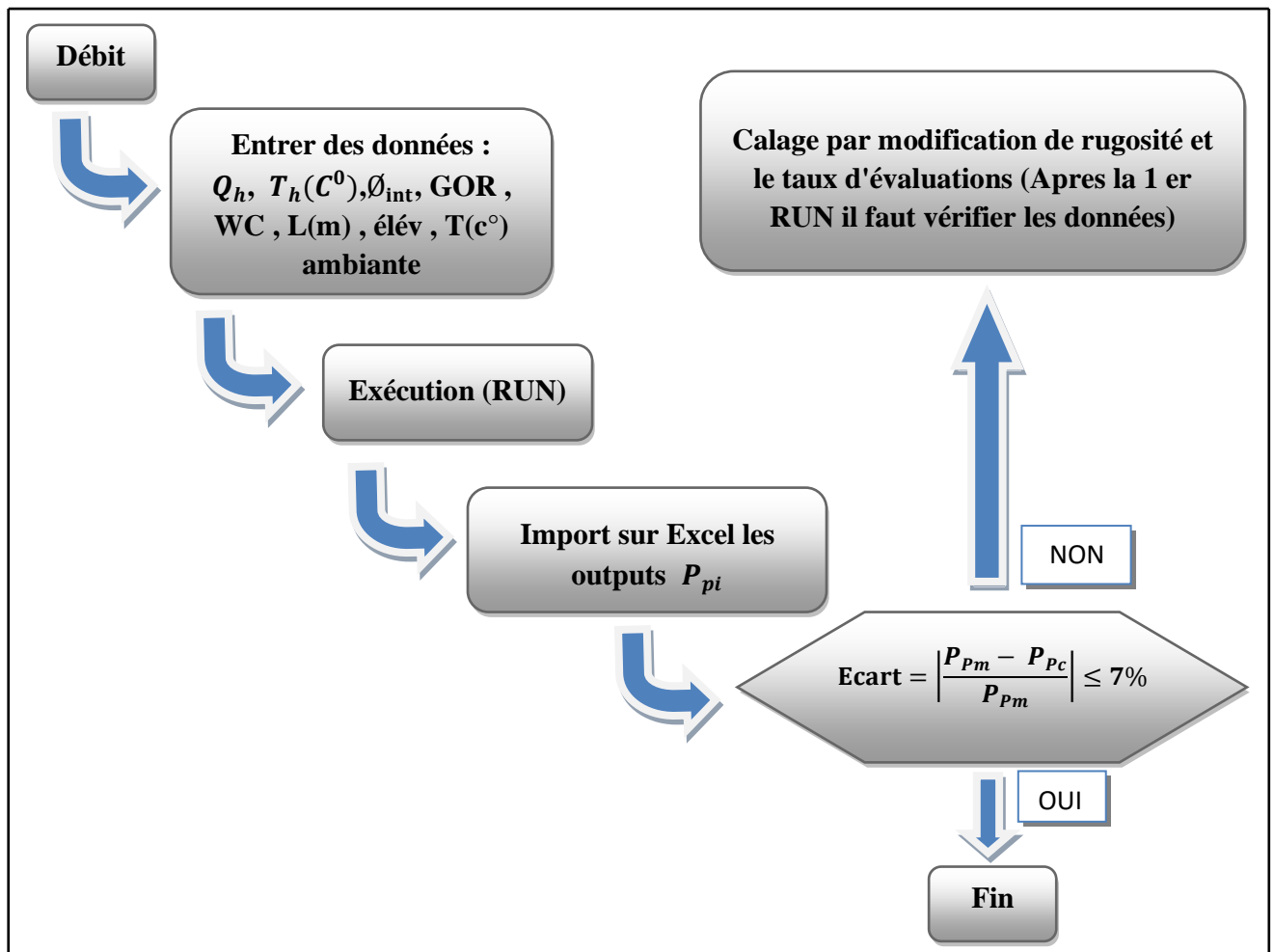


Figure. II.5: L’organigramme de la modélisation

- **Propriétés des fluides :**

Densité de l'huile :	45° API
Viscosité de l'huile :	1,92 cp à 30 °C ; 1,462 cp à 50 °C
Densité du gaz :	0,976
Azote :	1,8 %
Gaz carbonique :	1,7 %
Densité de l'eau produite :	1,07
Température ambiante :	25 °C à 50 °C [9]

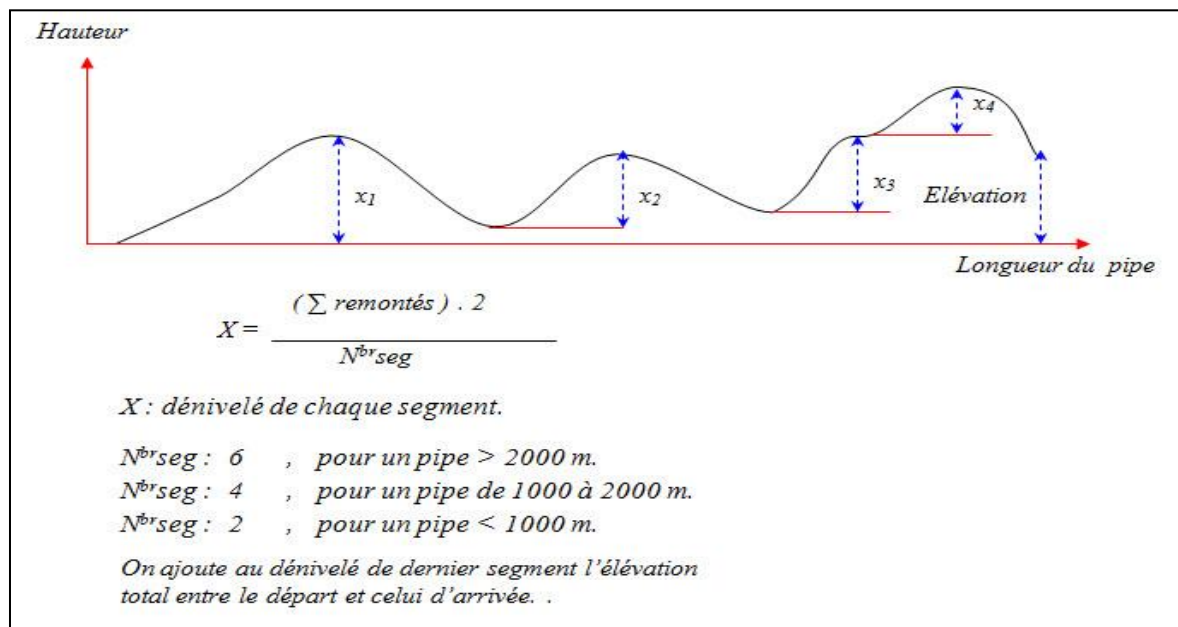
- **Type de Modèle :**

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 les modèles produits noirs, ces propriétés physiques sont saisies directement.

## **II.7. Profils des pipes :**

La carte de réseau du système LDHP ZCINA est nécessaire pour déterminer l'emplacement des puits et des manifolds. Les longueurs de ligne ainsi que les élévations sont tirées à partir de la base de données du SCE Collecte & Desserte. (Peut être obtenu la déférence d'élévation de pipe par Google Earth), 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 de la pipe.



**Figure. II.6: Calcul la dénivelé de pipe**

### II.8. Corrélations de perte de charge dans la pipe :

Il existe plusieurs corrélations dans le domaine des calculs des 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 LDHPZ-CINA est caractérisé par des lignes de pipe accidentées (conditions extrêmes), on a choisi la corrélation de DE, qui donne de meilleurs résultats.

### II.9. Procédure de la modélisation :

Après introduire des données dans le logiciel PIPESIM, on exécute le premier RUN pour pouvoir créé un fichier sous Excel, relative au modèle développé sur PIPESIM, qui comporte tous les données mesurées du modèle. Avec l'apport d'une macro, on importe les outputs calculés par le logiciel ( $P_{Pc}$ ,  $Q_{Liq}$ ) sur le fichier Excel où nous pouvons constater les écarts entre les valeurs calculées et celles mesurées.

### II.10. 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 :

$$\text{Ecart} = \left| \frac{P_{Pm} - P_{Pc}}{P_{Pm}} \right| \leq 7\% \quad [8] \dots\dots \quad (\text{II.3})$$

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 de la pipe.

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 de la pipe.

- 90 % < Eff < 110 %    pipe en bon état.
- 60 % < Eff < 90 %    acceptable sous réserve.
- Eff < 60 %            on a un problème, bouchage de la pipe où réplique d'une autre pipe (freinage) dans le cas d'une jonction.

La rugosité est égale à 0,0018" pour une nouvelle pipe et ne dépasse pas 0,02" pour une vieille pipe.

La visualisation de certaines cellules sur la feuille de calcul d'Excel permet d'avoir un jugement sur la convergence du modèle et son erreur globale.

- Le profil d'élévation c'est un facteur influent sur augmenter ou diminuer le perte de charge.

L'intervalle de taux d'ondulations (rate of Undulations) [10-1000] :

Si :  $P_{Pc} > P_{Pm}$     Doit être réduite le taux d'ondulation de pipe

Si :  $P_{Pc} < P_{Pm}$     Doit être augmenté le taux d'ondulation de pipe

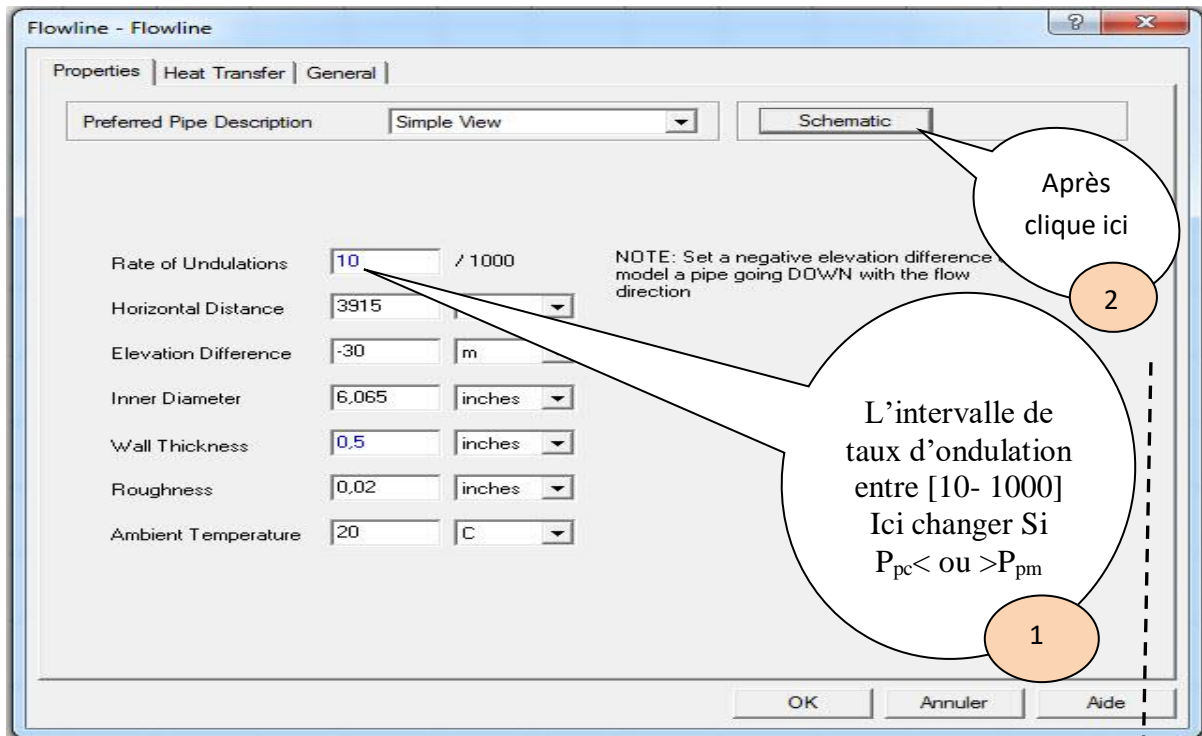


Figure. II.7: Les paramètres de Flow line

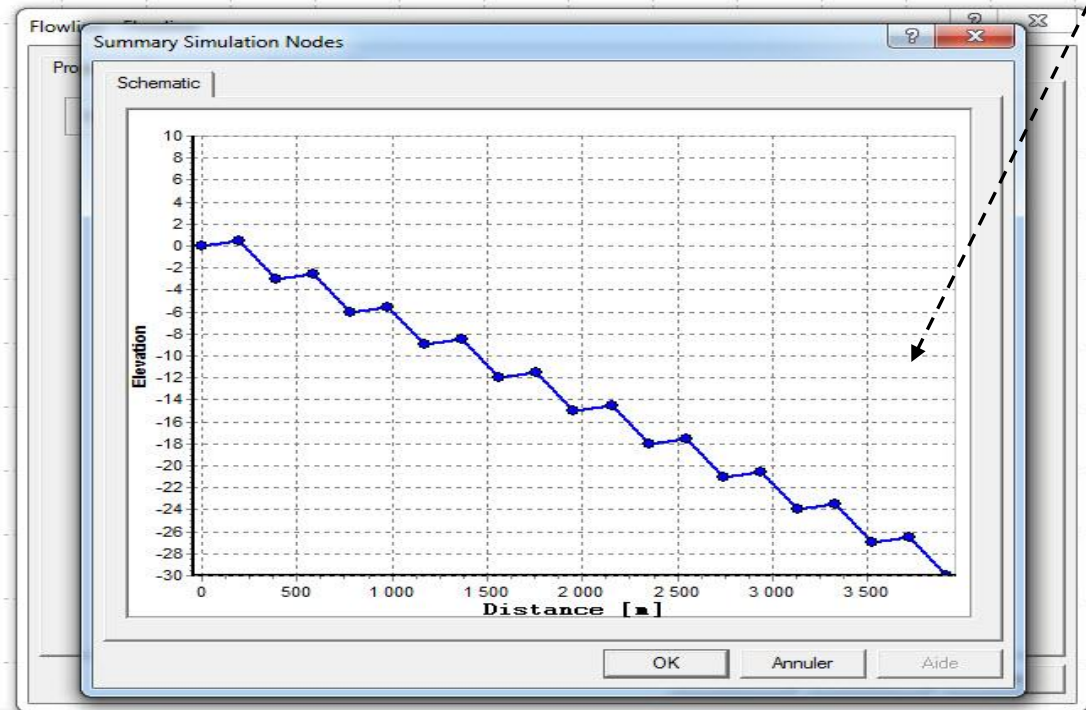
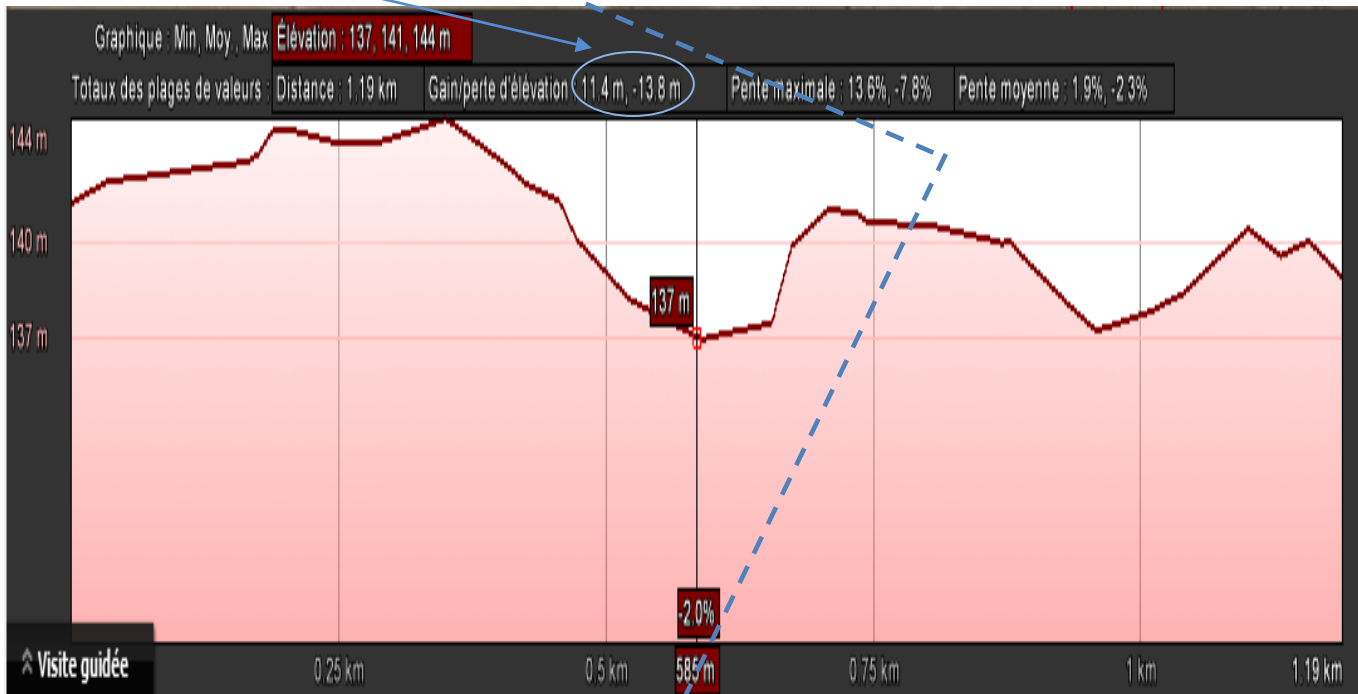


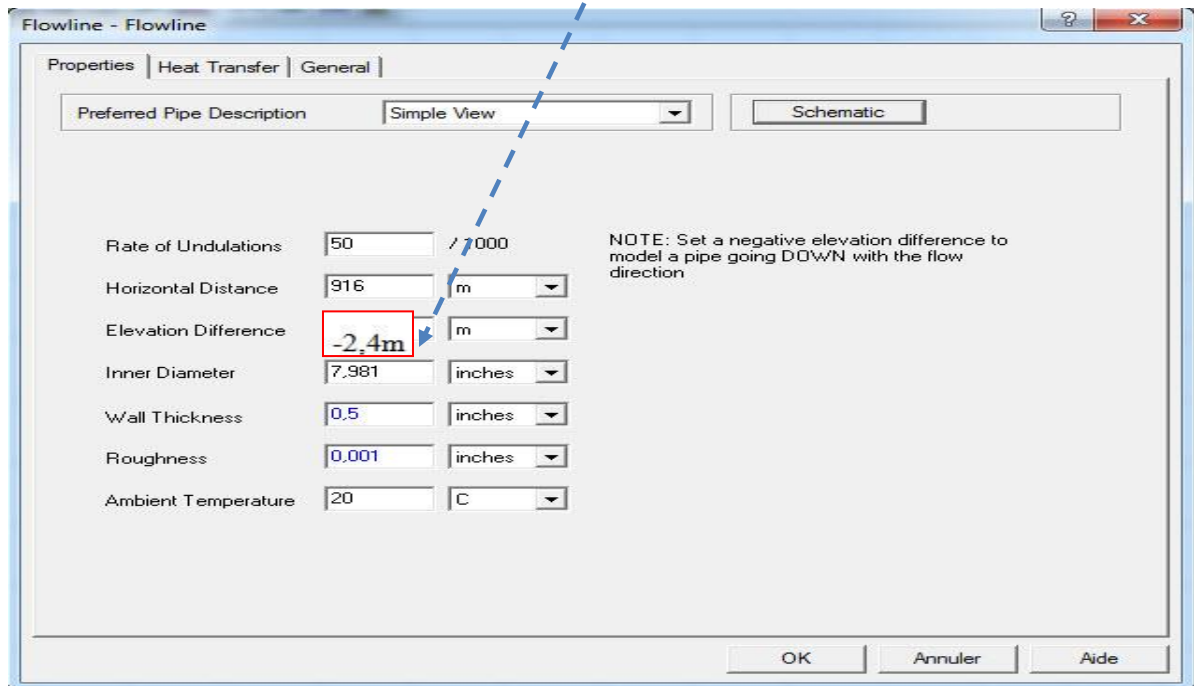
Figure. II.8: Le taux d'ondulation de pipe

**Exemple:** Profil d'élévation Puits OMP 712----MFD OMP71

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



**Figure. II.9:** Profil d'élévation d'une pipe sur Google Earth



**Figure. II.10:** Les paramètres de Flow line



**II.11. Résultats de la modélisation :**

Sur le tableau résumé 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.

**Tableau II.5: Comparaison des valeurs des pressions calculées aux valeurs mesurées sur le réseau de collecte LDHP Z-CINA**

Ligne	P <sub>Pm</sub>	P <sub>Pc</sub>	Ecart
	Bar g	Bar g	%
omo862---mfd CINA	36	35,3	1,944
oml623--mfd oml73	48	46,4	3,333
oml72B--mfd oml73	46	46,3	0,652
oml82--mfd oml73	50,6	49,6	1,976
oml832--mfd oml73	48,8	46,3	5,123
oml813--mfd oml73	50	47,2	5,600
omlz643--mfd oml75	40,9	43,6	6,601
oml852--mfd oml75	44	44	0,000
oml86--mfd oml75	48,2	51,5	6,846
oml862--mfd oml65	48	49,5	3,125
omlz761---mfd oml65	46	49,3	7,174
omn 302--mfd omn332	45	45,2	0,444
omn33---mfd omn332	42,9	42,8	0,233
omn41--mfd omn332	44	43,1	2,045
omn442--mfd omn332	43	42,6	0,930
omn422--mfd omn332	45	43,6	3,111
omn25--mfd omn332	43,9	43	2,050
omn402--mfd omn63	42,5	42,3	0,471
omn53--mfd omn63	40	38,7	3,250
omn40--mfd omn63	41	40	2,439
omn413--mfd omn63	41	39,4	3,902

omnz701--mfd omn72	42,5	41,1	3,294
omn61---mfd omn72	40	39,4	1,500
omn70---mfd omn72	39	40,1	2,821
omn702---mfd omn72	39,6	39,1	1,263
omn72---mfd omn72	39	38,6	1,026
omn802---mfd omn72	40,1	39,1	2,494
omn812---mfd omn72	37	38,8	4,865
omn601--mfd omn72	40,1	39,5	1,496
omo521---mfd omo42	41,6	40,1	3,606
omnz83---mfd omo13	39	37,2	4,615
omn822--mfd omo13	38	37,3	1,842
omo141---mfd omo13	37	37,5	1,351
omn73--mfd omo13	39	37,2	4,615
omnz833---mfd omo13	41	40,3	1,707
omoz642---mfd omo73	40,3	39,2	2,730
omoz821--mfd omo73	42	40,3	4,048
omo712---mfd omo73	40,7	40,4	0,737
omo72--- mfd omo73	42,5	41,6	2,118
omo82B---mfd omo73	40,3	39,1	2,978
omo822---mfd omo73	40,2	38,6	3,980
omo751---mfd omp153	39,8	39,7	0,251
omp141---mfd omp153	41	39,3	4,146
omo852---mfd omp153	38,5	37,9	1,558
oml11---- mfd omp17	40,3	38,8	3,722
oml21--- mfd omp17	38,5	37,8	1,818
ompz173--mfd omp17	42,5	40,5	4,706
ompz261--mfd omp17	37,8	36,8	2,646
omp272-- mfd omp17	38,5	37	3,896
omp21b-- mfd omp42	48	49,4	2,917
omp312-- mfd omp42	47	48,7	3,617

omp721--mfd OMP53	42	44,5	5,952
omlz402--mfd omp57	40,6	39,8	1,970
omlz512--mfd omp57	41,8	41	1,914
omp57--- mfd omp57	40	39,3	1,750
omp572--mfd omp57	41	39,8	2,927
omp78--- mfd omp57	42,6	42	1,408
ompz812--mfd omp71	59	61,7	4,576
onmz103--mfd omp71	57,5	61,2	6,435
omp70 --- mfd omp71	58,9	60,2	2,207
omp702---mfd omp71	57	59,6	4,561
omp712---mfd omp71	56,6	60,1	6,184

### III.12. Diagnostique du système :

Le tableau ci dessous représente les résultats de diagnostic de système de réseau de collecte LDHP ZCINA dont on remarque des changements d'état des pipes (sur dimensionné, stable, acceptable ...etc.) par rapport au limites des pertes des charges  $\Delta P$  [0 - 0,48] bar/km et les limites de la vitesse d'écoulement  $V$  [1,5 - 4,7] m/s , on a observé les résultats suivants :

- Pour  $\Delta P$  (\*) et  $V$  ( $\searrow$ ) les pipes seront sur dimensionnées.
- Pour  $\Delta P$  (\*) et  $V$  (\*) les pipes seront stables.
- Pour  $\Delta P$  ( $\nearrow$ ) et  $V$  (\*) les pipes seront acceptables.
- Pour  $\Delta P$  ( $\nearrow$ ) et  $V$  ( $\nearrow$ ) les pipes seront sous dimensionnés.
- Pour  $\Delta P$  ( $\nearrow$ ) et  $V$  ( $\searrow$ ) les pipes seront instables (liquid hold-up).

#### Note :

( $\nearrow$ ) Augmentation.

( $\searrow$ ) Diminution.

(\*) Etat stable (pas d'augmentation et pas de diminution).

Tableau II.6: Diagnostic de système de réseau de collecte LDHP ZCINA

Ligne	Temp	longueur	ID (Ø)	Pressure	Gas Flow	Liq Flow	Branch ΔP	Mean Velocity	limite ΔP	limite Velocity	remarque
	C	M	inches	barg	sm <sup>3</sup> /d	sm <sup>3</sup> /h	bar/km	m/s	[0 - 0,48] bar/km	[1,5 - 4,7] m/s	
omo862---mfd CINA	35,00	946	6,065	35,25	3355,90	2,59	0,29	1,41	*	↘	Sur dimensionnée
oml623--mfd oml73	55,00	2450	6,065	46,35	7702,30	2,89	0,18	2,61	*	*	Pipe stable
oml72B--mfd oml73	55,00	1678	6,065	46,32	848,15	7,71	0,24	0,36	*	↘	Pipe stable
oml813--mfd oml73	55,00	2478	6,065	47,19	7550,57	1,39	0,52	2,50	↗	*	Acceptable
oml82--mfd oml73	55,00	2752	6,065	49,63	15118,84	5,53	1,35	4,77	↗	*	Acceptable
oml832--mfd oml73	55,00	701	6,065	46,30	9115,90	3,79	0,39	3,11	*	*	Pipe stable
oml852--mfd oml75	55,00	1996	6,065	43,98	10974,67	1,34	0,56	3,91	↗	*	Acceptable
oml86--mfd oml75	55,00	2957	6,065	49,55	20615,84	12,69	2,65	6,57	↗	↗	sous dimensionnée
omlz643--mfd oml75	55,00	2279	6,065	43,61	3757,76	6,99	0,32	1,41	*	↘	Pipe stable
oml862--mfd oml65	55,00	2999	4,026	49,47	3698,53	6,75	1,55	2,77	↗	*	Acceptable
omlz761---mfd oml65	82,00	1964	6,065	46,82	24042,18	2,71	2,27	8,87	↗	↗	sous dimensionnée
omn 302--mfd omn332	30,00	3915	6,065	45,22	9998,21	3,41	0,75	3,13	↗	*	Acceptable
omn25---mfd omn332	30,00	2266	6,065	43,00	5028,72	3,96	0,31	1,69	*	*	Pipe stable
omn33--mfd omn332	30,00	1395	4,026	42,77	1846,02	1,05	0,34	1,40	*	↘	Pipe stable
omn41--mfd omn332	30,00	3745	6,065	43,09	2445,87	0,88	0,21	0,81	*	↘	Pipe stable
omn422--mfd omn332	30,00	1951	6,065	43,58	5230,00	1,04	0,67	1,70	↗	*	Acceptable
omn442--mfd omn332	30,00	1756	6,065	42,59	2212,25	2,57	0,17	0,76	*	↘	Sur dimensionnée
omn40--mfd omn63	35,00	4960	6,065	39,98	5138,68	3,64	0,52	1,90	↗	*	Acceptable
omn402--mfd omn63	35,00	5738	6,065	42,26	10670,02	2,47	0,85	3,66	↗	*	Acceptable
omn413--mfd omn63	30,00	3684	6,065	39,38	4168,95	4,95	0,53	1,54	↗	*	Acceptable
omn53--mfd omn63	35,00	1774	6,065	38,67	7982,76	4,02	0,71	3,03	↗	*	Acceptable
omn601--mfd omn72	55,00	3464	6,065	39,49	2893,51	1,57	0,29	1,16	*	↘	Pipe stable
omn61---mfd omn72	55,00	2335	6,065	39,43	7168,29	0,76	0,40	2,86	*	*	Pipe stable
omn70---mfd omn72	55,00	2600	6,065	40,11	10320,55	1,36	0,63	4,05	↗	*	Acceptable
omn702---mfd omn72	55,00	2297	7,981	39,14	8432,05	3,58	0,29	1,98	*	*	Pipe stable
omn72---mfd omn72	55,00	271	6,065	38,60	5319,44	1,24	0,11	2,18	*	*	Pipe stable
omn802---mfd omn72	55,00	2052	7,981	39,15	9397,65	56,66	0,33	2,19	*	*	Pipe stable
omn812---mfd omn72	55,00	998	6,065	38,77	1379,27	1,55	0,28	0,57	*	↘	Pipe stable
omnz701--mfd omn72	55,00	2806	6,065	41,16	13838,68	1,57	0,92	5,28	↗	↗	sous dimensionnée
omnz701--mfd omn72	55,00	2806	7,981	39,48	13838,68	1,57	0,32	3,19	*	*	Pipe stable

	C	M	inches	barg	sm3/h	sm3/h	bar/km	m/s	[0 - 0,48] bar	[1,5 - 4,7] m/s	
mfd CINA---mfd Z CINA	35,77	6870	29,25	34,97	146468,89	87,24	0,43	2,67	*	*	Pipe stable
mfd omo42---mfd CINA	30,96	8291	17,25	39,13	11729,66	4,43	0,50	0,53	↗	↘	Hold up (pipe instable)
mfd omo73---mfd CINA	42,89	4855	13,25	37,60	41269,44	25,64	0,54	3,5	↗	*	Acceptable
mfd omp153---mfd CINA	41,46	2537	15,25	36,75	26306,35	15,89	0,71	1,71	↗	*	Acceptable
mfd omp17---mfd CINA	37,55	3093	15,25	36,47	63807,29	38,70	0,48	4,12	*	*	Pipe stable
mfd omo13---Z CINA	38,24	10402	23,25	36,54	168827,40	59,00	0,44	4,67	*	*	Pipe stable
mfd omp57---mfd omp17	41,15	5140	13,25	38,86	33285,27	21,84	0,46	2,71	*	*	Pipe stable
mfd omp42---mfd omp53	44,58	3950	6,065	48,07	13570,85	4,40	1,17	4,24	↗	*	Acceptable
mfd omp53---Z CINA	43,04	15979	13,25	43,38	65729,30	32,48	0,71	4,79	↗	*	Acceptable
mfd omp71---mfd omp53	50,18	4228	7,981	59,29	52066,42	27,84	3,77	7,76	↗	↗	sous dimensionnée
mfd omp71---mfd omp53	50,18	4228	12	46,29	52066,42	27,84	0,70	4,46	↗	*	Acceptable
mfd OML73---mfd oml75	43,57	3196	10,020	45,91	40336,17	21,31	0,95	4,86	↗	↗	sous dimensionnée
mfd OML75---mfdoml 65	67,14	1788	7,981	44,83	27741,07	9,46	1,10	5,89	↗	↗	sous dimensionnée
mfd omn332---mfdomn 63	26,38	4822	15,25	42,29	26760,60	12,91	1,01	1,41	↗	↘	Hold up(pipe instable)
mfd omn63---mfd omo13	25,94	3762	19,25	37,41	54721,13	27,99	0,23	2,05	*	*	Pipe stable
mfd omn72---mfd omo13	45,72	2862	12	38,48	58749,20	13,99	0,68	5,94	↗	↗	sous dimensionnée
Dévier la production de MFD OMN72 vers MFD OMO42											
mfd omn72---mfd omo42	45,72	6535	15,25	39,36	58749,1975	13,9875	0,28	3,68	*	*	Pipe stable
mfd oml75---Z CINA	48,82	13581	15,25	42,87	103426,10	51,78	0,80	5,89	↗	↗	sous dimensionnée
omo521---mfd omo42	32,00	863	6,065	40,08	11729,66	4,43	0,95	4,22	↗	*	Acceptable
omn73---mfd omo13	55,00	2309	7,981	37,24	12077,14	1,59	0,30	2,95	*	*	Pipe stable
omn822---mfd omo13	55,00	1854	7,981	37,33	11838,80	6,35	0,42	2,91	*	*	Pipe stable
omnz83---mfd omo13	55,00	916	7,981	37,20	10851,61	1,91	0,65	2,66	↗	*	Acceptable
omnz833---mfd omo13	55,00	1780	6,065	37,80	17752,30	6,14	2,03	7,44	↗	↗	sous dimensionnée
omo141---mfd omo13	55,00	1474	4,026	37,49	2832,51	1,04	0,64	2,72	↗	*	Acceptable
omo712---mfd omo73	50,00	2870	6,065	40,40	12016,96	2,90	0,98	4,60	↗	*	Acceptable
omo72---mfd omo73	50,00	2109	4,026	41,58	5397,43	2,20	1,89	4,57	↗	*	Acceptable
omo822---mfd omo73	52,00	1737	6,065	38,62	3326,52	4,94	0,59	1,38	↗	↘	liquid Hold up
omo82B---mfd omo73	50,00	2247	6,065	39,08	4526,80	3,42	0,66	1,81	↗	*	Acceptable
omoz642---mfd omo73	50,00	2717	6,065	39,21	6233,60	6,55	0,59	2,51	↗	*	Acceptable
omoz821---mfd omo73	50,00	1951	6,065	40,28	9768,25	5,63	1,37	3,78	↗	*	Acceptable
omo751---mfd omp153	55,00	2762	6,065	39,74	8828,60	11,20	1,08	3,59	↗	*	Acceptable
omo852---mfd omp153	55,00	1441	4,026	37,91	3881,65	0,38	0,80	3,66	↗	*	Acceptable

omp141---mfd omp153	35,00	1386	6,065	39,35	13595,63	4,30	1,85	5,05	↗	↗	sous dimensionnée
omp141---mfd omp153	35	1386	7,981	38,39	326295,02	103,26	1,23	2,99	↗	*	Acceptable
oml11---mfd omp17	45,00	2883	6,065	38,77	6609,98	7,19	0,80	2,64	↗	*	Acceptable
oml21---mfd omp17	45,00	3446	6,065	37,80	4393,95	0,84	0,39	1,76	*	*	Pipe stable
omp272---mfd omp17	45,00	1087	6,065	37,03	6610,92	2,05	0,52	2,72	↗	*	Acceptable
ompz173---mfd omp17	45,00	881	4,026	40,50	9051,36	2,96	3,78	7,79	↗	↗	sous dimensionnée
ompz173---mfd omp17	45,00	881	6,065	37,07	217232,69	71,129	0,81	3,72	↗	*	Acceptable
ompz261---mfd omp17	45,00	1166	6,065	36,81	3854,87	3,81	0,30	1,62	*	*	Pipe stable
omp21b---mfd omp42	55,00	2619	6,065	49,40	8447,86	2,49	0,51	2,68	↗	*	Acceptable
omp312---mfd omp42	55,00	2118	6,065	48,75	5122,52	1,91	0,32	1,65	*	*	Pipe stable
OMP721---mfd OMP53	46,00	2871	6,065	44,47	91,83	0,24	0,38	0,03	*	↘	Pipe stable
omlz512---mfd omp57	55,00	2835	6,065	41,04	7627,02	11,37	0,77	3,01	↗	*	Acceptable
omlz402---mfd omp57	55,00	3687	7,981	39,84	10719,58	2,78	0,27	2,45	*	*	Pipe stable
omp57---mfd omp57	35,00	1024	6,065	39,35	6390,52	5,49	0,48	2,40	*	*	Pipe stable
omp572---mfd omp57	45,00	865	6,065	39,79	6312,53	0,73	0,93	2,40	↗	*	Acceptable
omp78---mfd omp57	35,00	3054	6,065	42,04	2236,09	1,48	1,04	0,78	↗	↘	liquid Hold up
omp70---mfd omp71	55,00	1245	6,065	60,21	10583,89	6,47	0,74	2,76	↗	*	Acceptable
omp702---mfd omp71	55,00	1047	6,065	59,58	5172,43	2,94	0,29	1,36	*	↘	Pipe stable
omp712---mfd omp71	55,00	1249	6,065	60,12	12735,50	2,08	0,66	3,26	↗	*	Acceptable
ompz812---mfd omp71	55,00	1816	6,065	61,67	385448,92	7,04	1,31	4,04	↗	*	Acceptable
omnz103---mfd omp71	55,00	3798	6,065	61,20	7514,58	9,31	0,50	1,96	↗	*	Acceptable

### a- Résultat de modélisation :

78 pipes l'ensemble des pipes et les collecteurs sur notre modèle :

#### 11 pipe sous dimensionnée :

- Puits oml86---mfd oml75 MFD omp71---mfd omp53
- Puits omp141---mfd omp153 MFD OML73---mfd oml75
- Puits omnz833---mfd omo13 MFD omn72---mfd omo13
- Puits omnz701---mfd omn72 MFD oml75---Z CINA
- Puits ompz173---mfd omp17 MFD oml75---mfd oml 65
- Puits omlz761---mfd oml65

**BN:5** Collecteurs et 6 pipelines sont dimensionnée

**4 cas liquide Hold up :**

- MFD omo42---mfd CINA                      Puits omo822---mfd omo73
- MFD omn332—mfd omn 63                      Puits omp78---mfd omp57

**BN :** deux collecteurs et deux pipelines sont liquid Hold up

**b- Résumé des résultats:**

**63 des 78 pipes et collecteurs sont stables ce qui nous mène à dire que 80 % du réseau est performant.**

### II.13. Optimisation du système de réseau :

Pour l'optimisation du système de réseau de collecte, on a exécuté les différents scénarios de changement de diamètres des pipes et la déviation de production vers des autres collecteurs, les résultats d'optimisation sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.7: Optimisation du système de réseau de collecte LDHP ZCINA**

Scénarios										
Pipe	ID (Ø)	Longueur	Pressure	Gas Flow	Liq Flow	Branch ΔP	Mean Velocity	limite ΔP	limite Velocity	remarque
	inches	m	barg	sm <sup>3</sup> /h	sm <sup>3</sup> /h	bar/km	m/s	[0 - 0,48] bar	[1,5 - 4,7] m/s	
Ø = 8 inches MFD omp71--- MFD omp53	7,981	4228	47,94	36006,05	20,79	2,06	6,72	↗	↗	sous dimensionnée
Ø = 10 inches MFD omp71--- MFD omp53	10,020	4228	42,50	36006,05	20,79	0,80	4,83	↗	↗	sous dimensionnée
Ø = 12inches mfd omp71---mfd omp53	12	4228	40,99	36006,05	20,79	0,44	3,50	↗	*	Acceptable
Ø = 8 inches MFD omp71--- MFD omp53 Deux puits: OMP702 et OMP712	7,981	4228	44,84	17908,04	5,02	0,59	3,57	↗	*	Acceptable
Ø = 12inches mfd omp71---mfd omp53 Trois puits: OMPZ812, OMP70et ONMZ103	12	4228	44,10	34158,37	22,81	0,43	3,08	*	*	Pipe stable
Ø = 12 inches mfd omn72---mfd omo13 Tous les puits	12	2862	36,81	58749,20	13,99	0,65	6,22	↗	↗	sous dimensionnée
Ø = 12 inches mfd omn72---mfd omo13 Quatre puits IP	12	2862	35,07	25702,26	4,93	0,22	2,85	*	*	Pipe Stable
Ø = 16 inches MFD omn72---MFD omo 42 Tous les puits	15,25	6535	38,57	58749,20	13,99	0,18	3,67	*	*	Pipe Stable
Ø = 16 inches MFD omn72---MFD omo 42 Quatre puits IP	15,25	6535	37,80	33046,94	9,05	0,07	2,12	*	*	Pipe Stable
Ø = 16 inches MFD OML75---Z CINA	15,25	1358 1	41,72	103424 ,92	51,78	0,71	6,07	↗	↗	sous dimensionnée
Ø = 20 inches MFD OML75---Z CINA	19,25	1358 1	36,24	103424 ,92	51,78	0,31	4,40	*	*	Pipe Stable
Ø = 8 inches MFD OML65--- MFD OML75	7,981	1788	38,29	27741, 07	9,46	1,14	6,93	↗	↗	sous dimensionnée
Ø = 10 inches MFD OML65--- MFD OML75	10,02 0	1788	36,95	27741, 07	9,46	0,39	4,56	*	*	Pipe Stable



Avant dévier la production demfd omn72 vers mfd omo42 / L'état de collecteur Ø=18 inchesMFD OMO42 -MFD CINA	17,25	8291	39,08	11729,66	4,43	0,50	0,53	↗	↘	liquid Hold up (pipe instable)
Après déviation la production de mfd omn72 vers mfd omo42 / L'état de collecteur Ø = 18 inchesMFD OMO42 -- MFD CINA Tous les puits	17,25	8291	37,35	70478,27	18,41	0,32	3,45	*	*	Pipe Stable
Après déviation la production de mfd omn72 vers mfd omo42 / L'état de collecteur Ø = 18 inchesMFD OMO42 -- MFD CINA Quatrepuits	17,25	8291	37,33	44777,19	13,48	0,31	2,17	*	*	Pipe Stable
puits ompz173---mfd omp17	4,026	881	39,18	8396,77	3,11	3,13	6,65	↗	↗	sous dimensionnée
puits ompz173---mfd omp17	6,065	881	36,74	8396,53	3,109	0,71	3,14	↗	*	Acceptable
puits omp141---mfd omp153	6,065	1386	38,99	13595,63	4,30	1,84	5,09	↗	↗	sous dimensionnée
puits omp141---mfd omp153	7,981	1386	38,13	13595,62	4,30	1,23	3,01	↗	*	Acceptable
Puits omnz701--mfd omn72	6,065	2806	41,16	13838,68	1,57	0,92	5,28	↗	↗	sous dimensionnée
Puits omnz701--mfd omn72	7,981	2806	39,48	13838,68	1,57	0,32	3,19	*	*	Pipe Stable
Puits omnz833--mfd omo13	6,065	1780	37,80	17752,30	6,14	2,03	7,44	↗	↗	sous dimensionnée
Puits omnz833--mfd omo13	7,981	1780	35,26	17752,30	6,14	0,60	4,61	↗	*	Acceptable
Puits omlz761---mfd oml65	6,065	1964	46,82	24042,18	2,71	2,27	8,87	↗	↗	sous dimensionnée
Puits omlz761---mfd oml65	7,981	1964	43,73	24042,18	2,71	0,69	5,49	↗	↗	sous dimensionnée
Puits oml86--mfd oml75	6,065	2957	49,55	20615,84	12,68	2,65	6,57	↗	↗	sous dimensionnée
Puits oml86--mfd oml75	7,981	2957	44,06	20615,84	12,68	0,79	4,29	↗	*	Acceptable

# **CONCLUSION ET RECOMMANDATION**

### **Conclusion :**

Grace à notre étude de performances de réseau LDHP Z-CINA nous avons découvert des changements d'état des pipes (surdimensionné, sous dimensionné, instable...etc.) sur le réseau étudié, qui ont été résolus par changement des diamètres des pipes sous dimensionnée et des pipes où il existe un liquide Hold-up, ou bien par déviation de la production vers un autre collecteur convenable, afin de soulager le réseau à l'effet de farinage d'écoulement.

Les diamètres des canalisations ont été optimisés de manière à :

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

La modélisation de l'ensemble des 78 pipes et collecteurs sur notre modèle ; résulte l'identification de 11 pipes sous dimensionnées (5 Collecteurs et 6 pipelines) et deux collecteurs et deux pipelines ont liquid Hold up, et donc 63 des 78 pipes et collecteurs sont stables ce qui nous mène à dire que 80 % du réseau est performant.

Une optimisation proposée selon les différents scénarios exécutés va engendrer une diminution de la pression et donc augmenter la production.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATION

### Recommandations :

Les constats issus de cette étude nous ramènent à recommander ce qui suit :

1- Pour le cas des pipes et collecteurs sous dimensionné :

a- Remplacer les pipelines indiqués par les pipes recommandées sur le tableau suivant :

<b>Les Puits</b>	oml86-- mfd oml75	omp141-- -mfd omp153	omnz833- -mfd omo13	omnz701- -mfd omn72	ompz173- --mfd omp17	omlz761-- -mfd oml65
<b>Les Pipes Anciens (")</b>	6,065	6,065	6,065	6,065	4,026	6,065
<b>Les pipes Recommandés (")</b>	7,981	7,981	7,981	7,981	6,065	/

b- Remplacer les collecteurs indiqués par les collecteurs recommandés sur le tableau suivant avec une modification des connections au puits :

<b>Collecteurs</b>	MFD omp71--- mfd omp53	MFD OML73--- mfd oml75	MFD omn72- --mfd omo13	MFD oml75- --Z CINA	MFD oml75- --mfd oml 65
<b>Les collecteurs Anciens (")</b>	7,981	10,020	12	15,25	7,981
<b>Les collecteurs recommandé (")</b>	12	19,25	15,25	/	10,02 0
<b>Connections au puits</b>	OMPZ812, OMP70 et ONMZ103	/	Tous les puits	/	/

2- Pour le cas des pipes et collecteurs qui ont un liquid Hold up nous recommandons :

- La déviation de la production de mfd omn72 vers mfd omo42 en gardons le même état de collecteur ( $\emptyset = 18$  pouces) MFD OMO42 --MFD CINA.
- Connections au tous les puits.

# **BIBLIOGRAPHIE**

## **Les références bibliographiques :**

[1] Bratland, O (2009): Pipe Flow 2, multiphase Flow Assurance.

[2] Site internet: <https://www.thermal-engineering.org/fr/quest-ce-quun-ecoulement-bulles-debit-en-deux-phases-definition/>

[3] R.Ouziaux, J. Perrier: Mécanique des Fluides Appliquée, Dunod, 2004, ISBN: 2100038591 ,  
Bruce R. Munson, Donald. F. Young, Theodore H. Okiishi et Wade W. Huebsch, "Fundamentals of Fluid Mechanics", sixth edition, John Wiley & Sons, Inc. 2009 ISBN 978-0470-26284-9

[4] RASTOIN, S., SCHMIDT, Z., et DOTY, D. R. A review of multiphase flow through chokes. 1997

[5] A. HOUPEURT, Cours production, L. MAILHE, collecte - traitement - stockage, 1974.

[6] Bouchama F, Bellaoui B, Khouiled H, optimisation de production par la modélisation intégrée (puits – réseau) Cas d’étude - satellite W1A, Université Ouargla, 2013.

[7] 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.

[8] PIPESIM Fundamentals, Training and Exercise Guide, Schlumberger, 2006

[9] Données (Sonatrach/dp/ep/data bank).

# **ANNEXES**

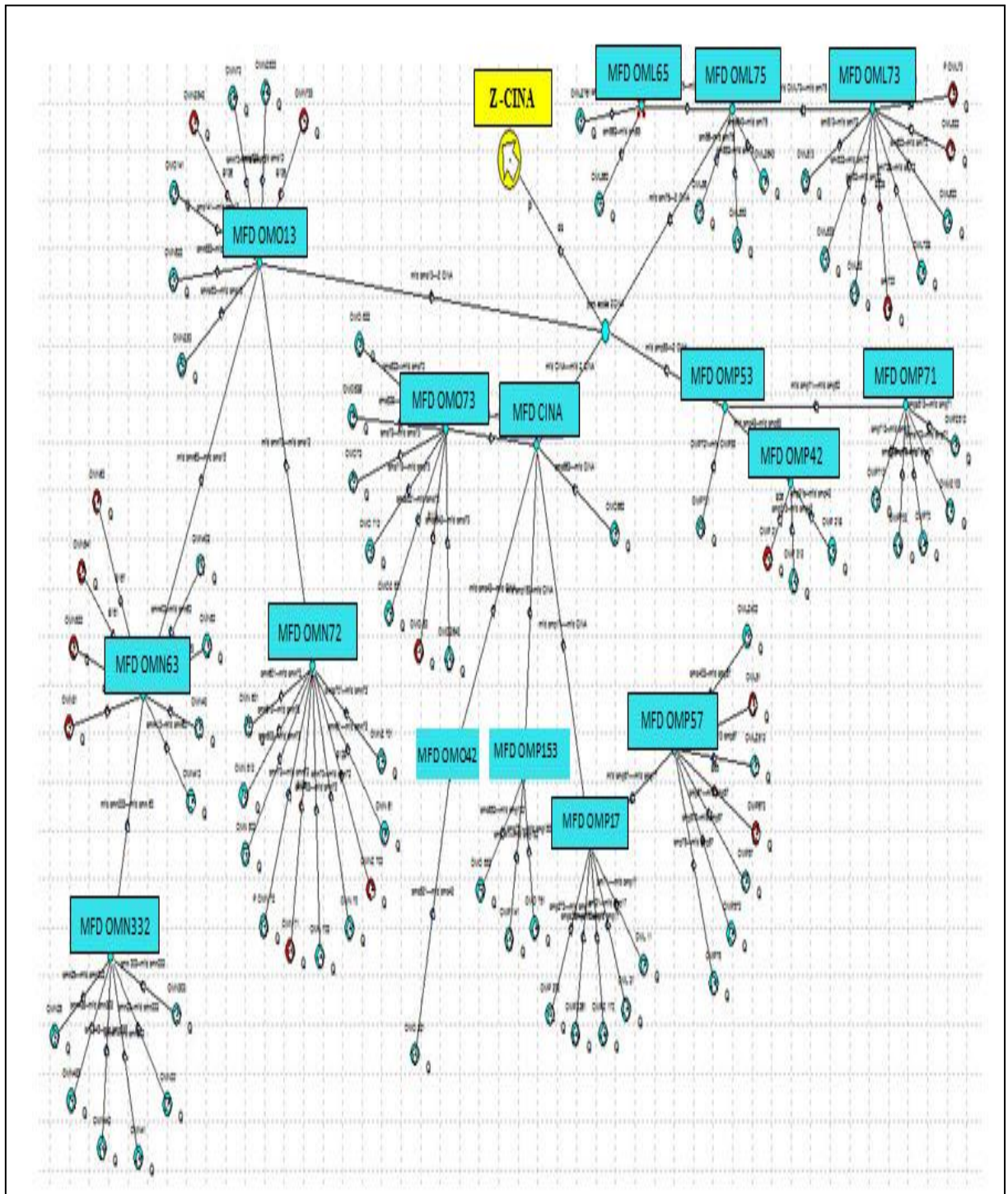
## ANNEXES

Les pressions relevées des manifolds LDHP ZCINA sont présentées sur le tableau suivant :

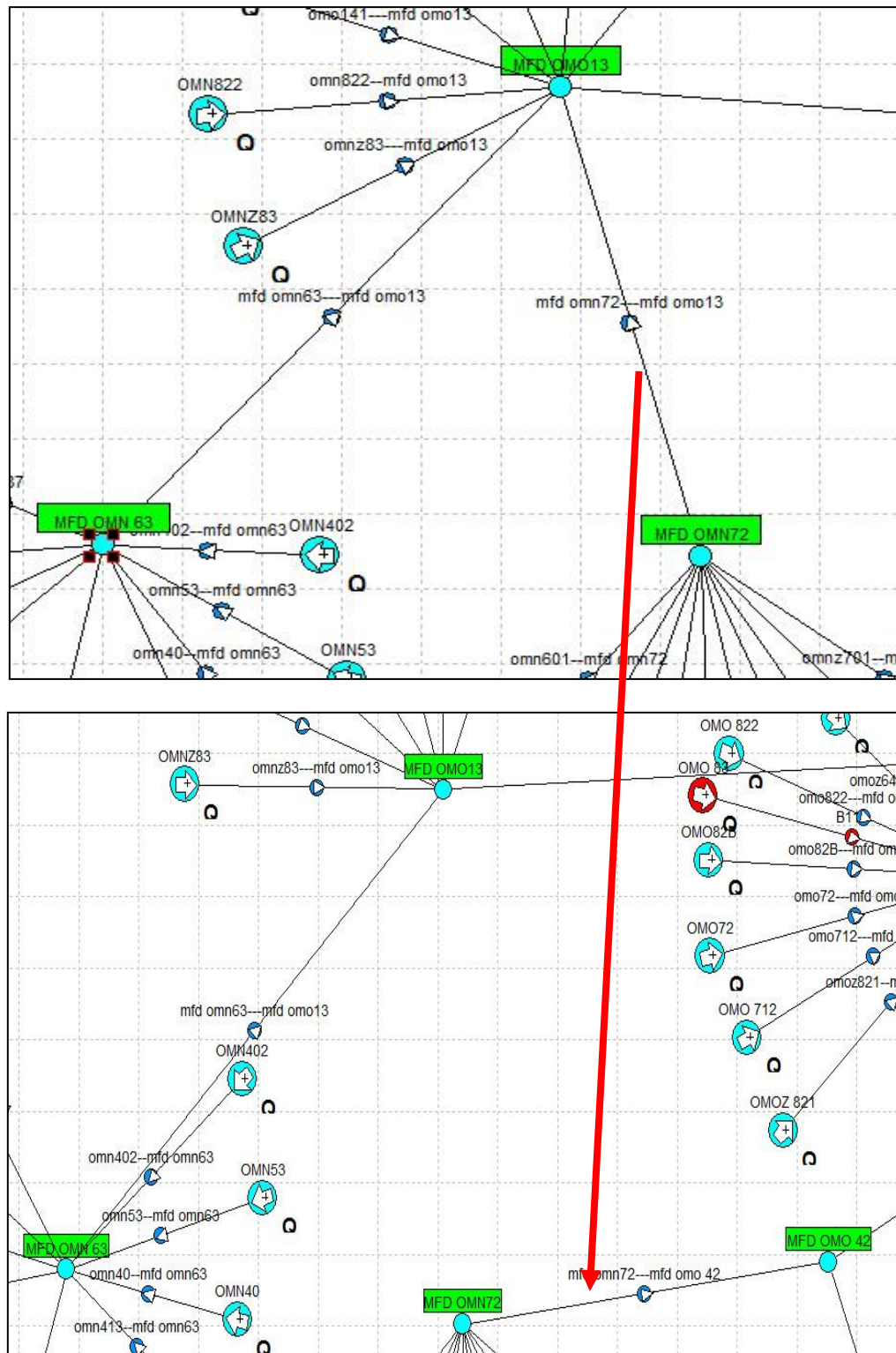
<b>Manifold LDHP</b>	<b>Pression (bar g)</b>
MFD LDHP OMO42	$P_{MFD} = 42$ barg
MFD LDHP OMN332	$P_{MFD} = 42$ barg
MFD LDHP OMO13	$P_{MFD} = 38$ barg
MFD LDHP OMN72	$P_{MFD} = 42$ barg
MFD LDHP OMN63	$P_{MFD} = 40$ barg
MFD LDHP OMP42	$P_{MFD} = 48$ barg
MFD LDHP OMP71	$P_{MFD} = 57$ barg
MFD LDHP OMP53	$P_{MFD} = 43$ barg
MFD LDHP OMP153	$P_{MFD} = 38$ barg
MFD LDHP OMP57	$P_{MFD} = 40$ barg
MFD LDHP OMP17	$P_{MFD} = 38$ barg
MFD LDHP OMO73	$P_{MFD} = 39$ barg
MFD LDHP CINA	$P_{MFD} = 38$ barg
MFD LDHP OML75	$P_{MFD} = 42$ barg
MFD LDHP OML73	$P_{MFD} = 46.5$ barg
MFD LDHP OML65	$P_{MFD} = 44$ barg

**Pressions transversales réels (mesuré) des manifolds**

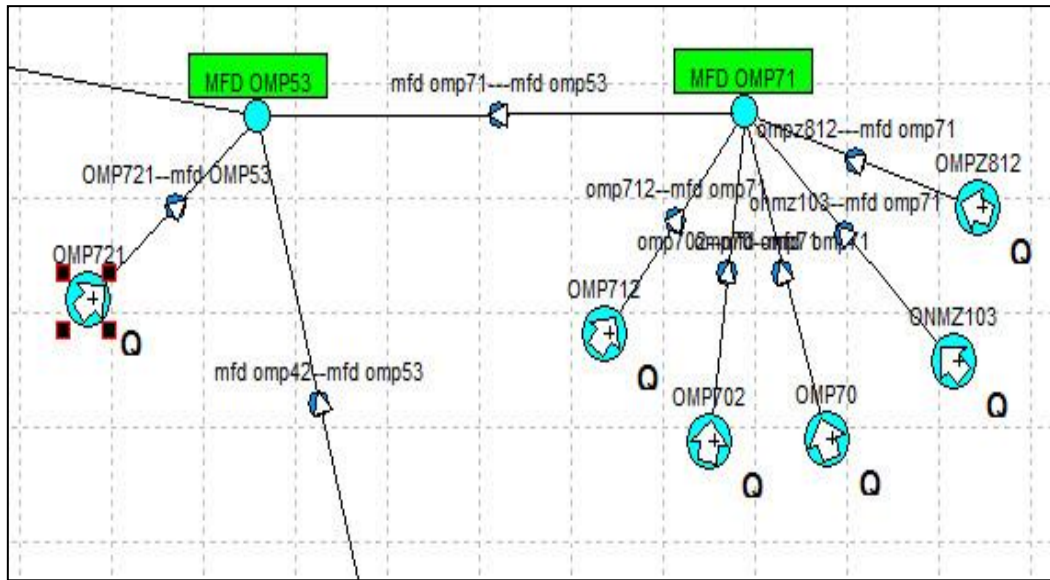




**Modèle de réseau de collecte LDHP Z-CINA par logicielle PIPESIM**



**Dévier la production de MFD OMN72-MFD OMO13 Vers le collecteur MFD OMN72--  
MFD OMO42**



Ø 8" .....P<sub>MFDomp71</sub> = 57 bar Ø 12" .....P<sub>MFDomp71</sub> = 44 bar

Flowline - MFD OMP71 ----- MFD OMP53

Properties | Heat Transfer | General

Preferred Pipe Description: Simple View [Schematic]

Rate of Undulations: 10 / 1000 NOTE: Set a negative elevation difference to model a pipe going DOWN with the flow direction

Horizontal Distance: 4228 m

Elevation Difference: 27 m

Inner Diameter: 7.981 inches

Wall Thickness: 0.5 inches

Roughness: 0.001 inches

Ambient Temperature: 20 C

OK [Annuler] [Aide]

Flowline - MFD OMP71 ----- MFD OMP53

Properties | Heat Transfer | General

Preferred Pipe Description: Simple View [Schematic]

Rate of Undulations: 10 / 1000 NOTE: Set a negative elevation difference to model a pipe going DOWN with the flow direction

Horizontal Distance: 4228 m

Elevation Difference: 27 m

Inner Diameter: 12 inches

Wall Thickness: 0.5 inches

Roughness: 0.001 inches

Ambient Temperature: 20 C

OK [Annuler] [Aide]

**Changement de Diamètre de collecteur MFD omp71--MFD omp53 (8" à 12")**

Global Data

Project Data

Project: LDHP Z-CINA

User:

Job: PIPESIM Job

Manager:

Company:

Work Order:

Client: Sonatrach

Remarks:

OK Annuler Aide

Table d'informations

Single Branch Profile Wizard

Model Type

- Well Performance Analysis - Production Model
- Well Performance Analysis - Injection Model
- Surface and Facilities Model

type du modèle

Operation Type: Nodal Analysis

Select NA Point: Bottom Hole

l'emplacement du noeud

Model File Information (OPTIONAL)

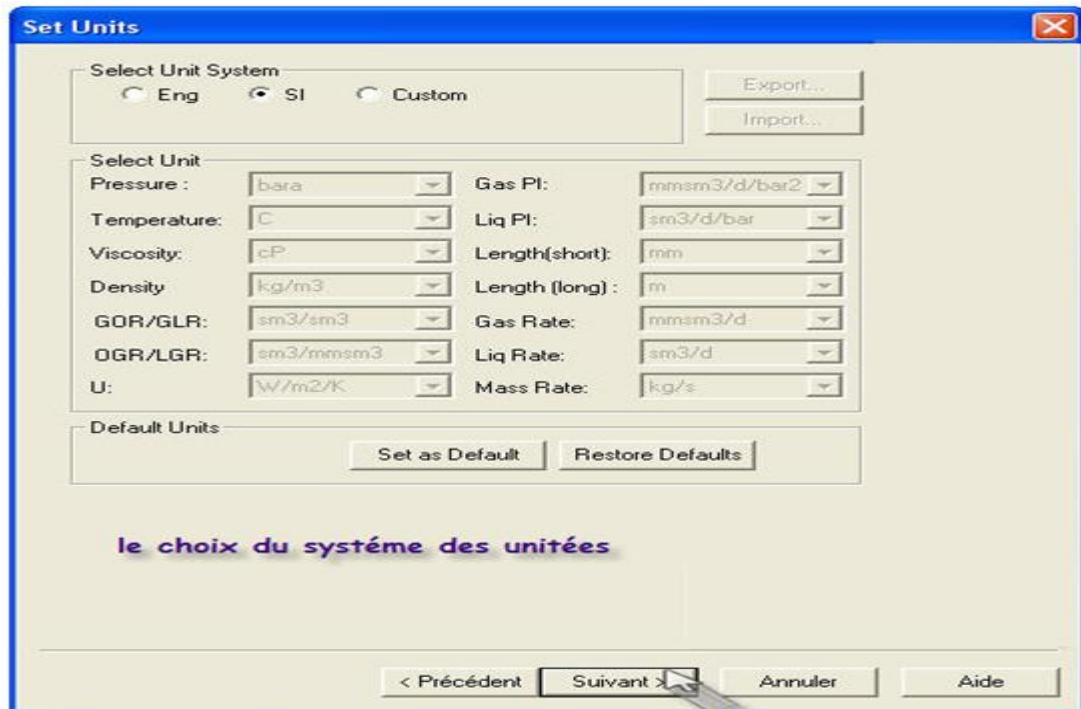
Working Directory: Browse...

l'emplacement du projet

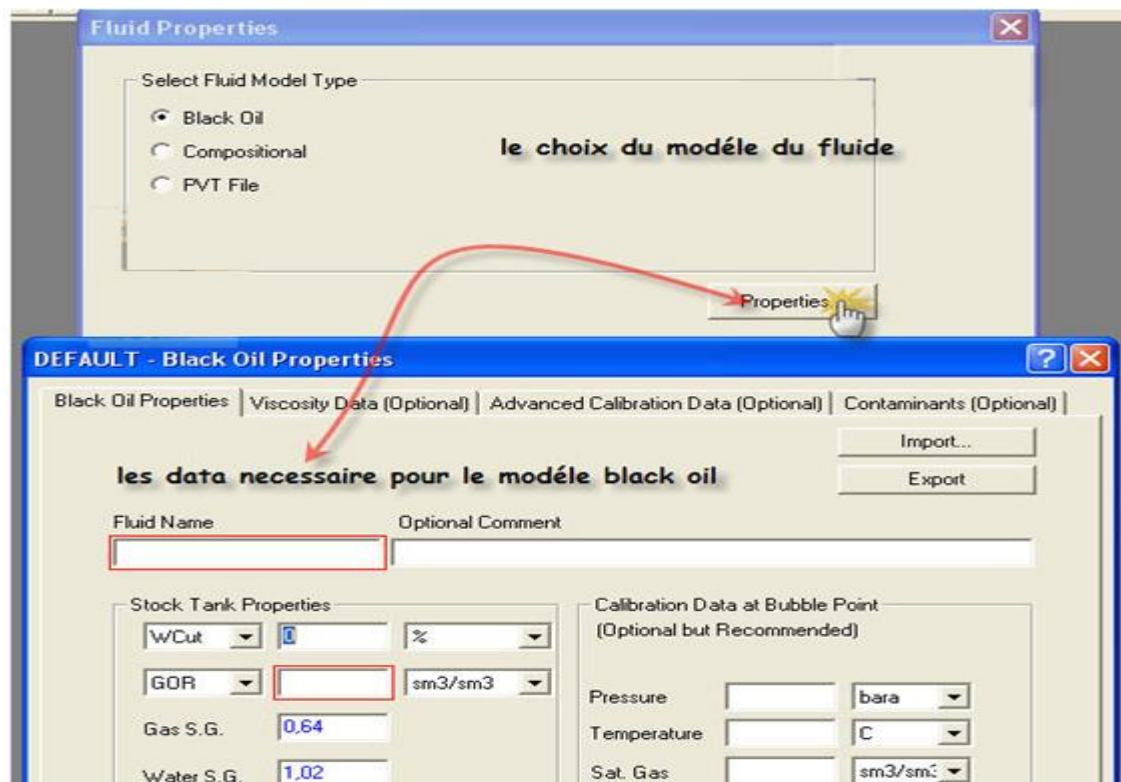
File Name:

< Précédent Suivant Annuler Aide

Choix de modèle



Le choix du système des unités



Donnée nécessaire pour le model black oil

**Flow Correlations**

**choix de corrélation pour l'écoulement dans le tubing**

Vertical Flow (Multiphase)  
 Source: bja  
 Correlation: Ansari  
 Friction factor: 1    Holdup factor: 1

Horizontal Flow (Multiphase)  
 Source: bja **la corrélation pour l'écoulement horizontal**  
 Correlation: Beggs & Brill Revised  
 Friction factor: 1    Holdup factor: 1

Vertical-Horizontal Flow Correlation Swap Angle  
 Swap angle: 45 (0-90) degrees from horizontal    45 (0-90) deviation from vertical  
**l'angle d'inclinaison pour un écoulement incliné**

Single Phase  
 Correlation: Moody

< Précédent    Suivant    Annuler    Aide

### Choix des corrélations pour l'écoulement vertical

**Single Branch Profile Wizard**

1. SOURCE **choix de la complétion**

Select Source Object: Vertical Completion

2. EQUIPMENT/PIPING

Double-Click on the rows to ADD pipes/equipment to the list of selected objects

Pipes

	Pipe Type
1	Tubing
2	Flowline
3	Riser

Equipment

	Equip. Type
1	Choke
2	Compressor
3	Expander
4	Heat Exchange
5	Injector
6	Multiphase Boo
7	Pump
8	Separator

ajouter un équipement

Add Pipe >>    << Delete    Clear All    Add Equip >>

	Selected Obj
1	Tubing
2	Choke
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

< Précédent    Terminer    Annuler    Aide

### Choix de complétion