

Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des Hydrocarbures, Energies Renouvelables et Science de la Terre et de l'Univers

Département de Production des Hydrocarbures

MÉMOIRE

Pour obtenir le Diplôme de Master

Option : Production

Présenté Par :

BRAHIMI Sarra , GHEGAGLIA Nesrine

-THEME-

**MODELESATION DE RESEAU D'EXPEDITION DE L'EPF RAMA ET
L'INSTALATION D'UNE UNITE DE POMPAGE MULTIPHASIQUE**

Soutenu le : 08 / 06 / 2022 devant la commission d'examen

Jury :

Président :	DADEN Abdelghafour	MCA	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Rapporteur :	GHRIB Toufik	MAA	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Co-rapporteur :	ADJOU Zakaria	Doctorant	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Examineur :	SIDROUHOU Hadj Mohamed	MAA	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Invité :	Atlili Med Elhadi	Enseignants associé	Univ. Kasdi Merbah Ouargla

Remerciement

Avant toute personne, nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant et
miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce
modeste travail

Je remercie spécialement moi-même. C'est elle qui l'a trouvée et c'est
La seule qui m'a encouragé jusqu'à ce que j'arrive et je termine ce que j'ai
Commencé.

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à nôtres encadreur
Mr. GHRIB toufik et Mr. ADJOU Zakaria pour leurs conseils tout au long de ce
projet.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à tous les membres de jury, pour
avoir bien voulu juger notre travail.

Nous voulons aussi adresser nos sincères remerciements au département
réseaux et process (DP/SONATRACH) spécialement Mme FERHA Hanane,
Mr : MEZIANE Soufiane, BOUSSANDAL Abdel aziz et BENDJERAD Belaid.
Aussi a Mr BOUBLAL Belkhier (Chef département techniques production) et
Mr DJEFAFLA Ayoub (Chef département réseaux et process).



Dédicace

Je tiens à dédier ce mémoire
A ma chère mère et à mon cher père, en témoignage
de leurs soutien permanent durant toutes ma vie.,
A mes sœurs hayet, zakia et samira que je les aime beaucoup
A ma très chère amie Hanane qui m'a donné toujours de volonté

Brahimi Sarra





Dédicace

A ma très chère mère, tu es mon plus grand amour.

A mon père qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui.

A mon mari, Mokhtar, mon école de volonté et de patience.

A mes filles, Ilina, Loudjaine et Djana.

A mes chers frères et chères sœurs.

A mes nièces et neveux.

A toute ma famille.

A Toutes mes amies.

Je dédie ce travail

Ghegaglia Nesrine



ملخص

إن الحد من ضغط الشحن والتحكم فيه يجعل من الممكن تجنب إغلاق وحدة راما وبالتالي انخفاض إنتاج الآبار المستغلة. زيادة ضغط التفريغ لمضخة الطرد المركزي للشحن للزيت المنفصل المنتج من وحدة الفصل يمكن أن يتجنب الانفجار وجميع المشاكل المحتملة لخطوط أنابيب التصدير. حقيقياً لهذه الغاية، يلزم إجراء دراسة تأثير حول المضخة متعددة الأطوار التي تم تركيبها بالفعل على بعد 58 كم من وحدة RAMA بين مجمعي 8 و 10 بوصات لاتصال RAMA-CINA على معلمات الإنتاج. أجريت هذه الدراسة باستخدام برنامج نمذجة (PIPESIM) PIPELINE SIMULATOR.

الكلمات المفتاحية: تدفق، EPF، مضخة متعددة الأطوار، جامع، PIPESIM.

Abstract

The limitation and control of shipping pressure makes it possible to avoid the shutdown of RAMA unit and consequently the drop in production of the exploited wells. Increasing the discharge pressure of the shipping centrifugal pump of the produced separated oil from the separation unit can avoid the bursting and all possible other problems of the export pipe-lines. To this end, an impact study is required about the multiphase pump which is already installed 58 km from the RAMA unit between the 8" and 10" collectors of the RAMA-CINA connection on the production parameters. This study was carried out using PIPELINE SIMULATOR modeling software (PIPESIM).

Keywords: Flow, EPF, multiphase pump, collector, PIPESIM.

Résumé

La limitation et la maîtrise de pression d'expédition permet d'éviter le « shut down » de l'unité RAMA et par conséquent la chute de production des puits exploités au niveau de cette dernière. L'augmentation de la pression de refoulement de la pompe centrifuge d'expédition de l'huile séparée produite de l'unité de séparation peut engendrer aussi l'éclatement et tous éventuels problèmes des pipelines d'exportation. A cet effet une étude d'impact s'impose de la pompe multiphasique déjà installée à 58 KM de l'unité de RAMA entre les deux collecteurs 8'' et 10'' du réseau RAMA- CINA sur les paramètres de production. Cette étude a été réalisée par un logiciel de modélisation PIPELINE SIMULATOR (PIPESIM).

Mots clés : Ecoulement, EPF, pompe multiphasique, collecteur, PIPESIM.

Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumé	IV
Table des matières	V
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Symboles et abréviations	X
Introduction	2
Chapitre I: Description du champ RAMA	
I.1. Description du champ RAMA	4
I.2. Aspect géologique	5
I.2.1. Cadre géologique	5
I.2.2. Cadre structural	5
I.3. Généralités sur le réseau de collecte	5
I.3.1. Classification des conduites	5
I.3.2. Plans de réseau de collecte	6
I.3.3. Les accessoires des collectes	7
I.4. Généralités sur l'EPF	8
I.4.1. L'installation des EPFs	8
I.4.2. L'objectif des EPFs	9
I.5. Description de la production champ RAMA	9
Chapitre II: Ecoulement des hydrocarbures et pompes multiphasique	
II.1. L'Écoulements des hydrocarbures	14
II.2. Ecoulement monophasiques.	14
II.2.1. Perte de charge dans une conduite	14
II.2.2. Objectifs du calcul des pertes de charge	15
II.2.3. Calculs des pertes de charge	15
II.3. Écoulements multiphasiques	16
II.3.1. Définition d'un écoulement multiphasique	16
II.3.2. Régime d'écoulement multiphasique (flow pattern)	17
II.3.3. Evolution de la pression dans une conduite	18
II.3.4. Hold-up	20
II.3.5. Problème du hold-up liquide	20
II.3.6. Corrélations de pertes de charge dans les conduites	21
II.4. Pompes monophasiques	22

II.4.1. Différents types des pompes monophasiques	22
II.4.2. Pompes volumétriques	22
II.4.3. Pompes dynamiques	26
II.5. Pompes multiphasiques	26
II.5.1. Opportunité du pompage multiphasique	27
II.5.2. Différents types des pompes multiphasiques	27
Chapitre III: Modélisation de réseau de collecte de l'EPF	
III.1. Critères de choix de l'étude	30
III.2. Théorie sur la modélisation	31
III.3. Aperçu général sur le logiciel PIPESIM	31
III.3.1. C'est quoi le logiciel PIPESIM ?	32
III.3.2. Les applications de logiciel PIPESIM	33
III.3.3. Organigramme de logiciel PIPESIM	34
III.4. Modélisation de réseaux d'expédition huile d'EPF RAMA	35
III.4.1. Description du réseau d'expédition huile EPF RAMA	35
III.4.2. Paramètres de production	36
III.5. Création (construction) de modèle	38
III.5.1. Modélisation Source : EPF RAMA,EPF ONI 31	38
III.5.2. Modélisation Réseaux : collecteurs, jonctions	39
III.5.3. Arrivée : MFD CINA (séparation)	40
III.5.4. calage de model	41
III.6. Simulation des solutions proposées	42
III.6.1. Evolution de la pression de refoulement RAMA en fonction de débit	43
III.6.2. Pose d'un collecteur 8'' en parallèle aux collecteurs existants	44
III.6.3 Installation d'un système de PMP multiphasique sur un point de réseau	45
III.7. Sélection de la solution	48
III.7.1. les prévisions de la production	48
III.7.2 Optimisation	49
III.8. Etude techno-économique	51
III.8.1. Evaluation de projet	51
III.8.2. Calcul du cout de projet	52
Conclusion et Recommandations	54
Références bibliographiques	55
Annexe A	

Liste des figures

Figure I.1 : Plan de position du champ Rahlet El Aouda	4
Figure I.2 : Plan de position des puits- Découverte RAA- RAMA	4
Figure I.3 : Liaison individuelle	6
Figure I.4 : La liaison par collecteur	7
Figure I.5 : Schéma de bloc de la production de RAMA	10
Figure I.6 : Manifold RAMA	11
Figure I.7 : Séparateur RAMA	11
Figure I.8 : Les pompes au niveau de l'EPF RAMA	12
Figure II.1 : Pertes de charge linéaires et singulières	14
Figure II.2 : Diagramme de Moody	16
Figure II.3 : Les des différents régimes d'écoulements « flow pattern »	18
Figure II.4 : Modèle physique d'une conduite	19
Figure II.5 : Illustration du problème hold-up liquide	21
Figure II.6 : Différent types de pompes monophasiques	22
Figure II.7 : Pompes à vis	23
Figure II.8 : Pompes à engrenage	23
Figure II.9 : Pompes à palettes	24
Figure II.10 : Pompes à lobes	24
Figure II.11 : Pompes à piston	25
Figure II.12 : Pompes à membrane	25
Figure II.13 : Pompes centrifuge	26
Figure II.14 : Différent type de pompes multiphasiques	28
Figure III.1 : PFD de réseau RAMA vers CINA	30
Figure III.2 : Interface du logiciel PIPESIM	32
Figure III.3 : Organigramme de logiciel PIPESIM	34
Figure III.4 : PFD de réseau RAMA	35
Figure III.5 : Graphe évolution de la pression de RAMA en fonction de débit	37
Figure III.6 : Interfaces de modélisation source (EPF RAMA)	38
Figure III.7 : Interface PIPESIM de modélisation des collecteurs	39
Figure III.8 : Interface Sink	40
Figure III.9 : Schémas de model de réseau actuel	40
Figure III.10 : Model sur GIS Map	41

Figure III.11 : Pris de PIPESIM	42
Figure III.12 : Evolution de de la pression RAMA en fonction de débit	44
Figure III.13 : Schéma de simulation de la pose d'un collecteur 8''	45
Figure III.14 : Interface des résultats PMP	45
Figure III.15 : Schémas du simulation d'installation de la PMP	46
Figure III.16 : PFD après installation de la PMP	47
Figure III.17 : Pressions en fonction des débits résultants de la simulation PMP (jct RDC)	48
Figure III.18 : Evolution de débit d'huile EPF RAMA	49
Figure III.19 : Cout du projet	50

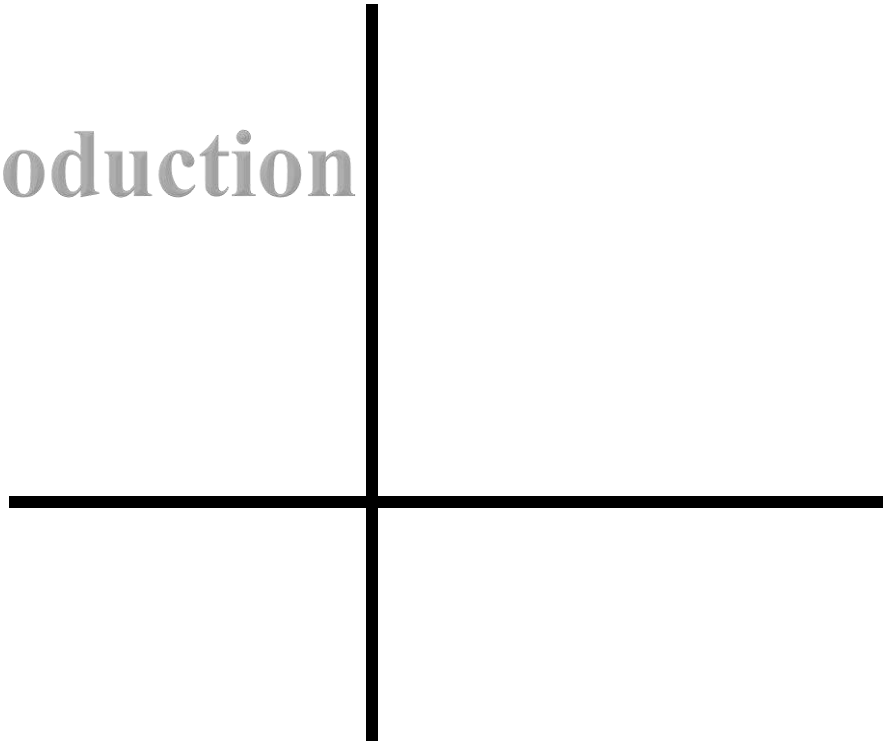
Liste des tableaux

Tableau III .1 : Paramètres de production par puits du champ RAMA du 01/10/2021	36
Tableau III .2 : Paramètres de production de l'PF RAMA du 01/10/2021	37
Tableau III .3 : Sensibilisation de modelé	42
Tableau III .4 : Variation de la pression de refoulement EPF RAMA	43
Tableau III .5 : Variation de la pression de refoulement EPF RAMA	45
Tableau III .6 : Variation de la pression de refoulement EPF RAMA	47
Tableau III .7 : Production prévisionnel des nouveaux puits	49
Tableau III .8 : Apport de production par les solutions proposée	49
Tableau III .9 : Prix de matériels	51

Symboles et abréviations

RAMA	Rahlet el Ammar
RAA	Rahlet el Aouda
BRS	Bir sbâa
CINA	Centre Industriel naili abd el halim
EPF	Early production facilities (installation de production de pétrole et du gaz)
GOR	Gas Oil Ratio
QH	Débit d'huile
PFD	Process flow diagram
PMP	Pompe multiphasique
ΔP	Pert de charge
HI	Hold-up liquide
Hg	Hold-up gaz
Vl	Volume liquide dans l'élément de pipe, [m ³]
Vg	Volume gaz dans l'élément de pipe, [m ³]
Vt	Volume total de l'élément de pipe, [m ³]
P	Pression [Pa]
L	Longueur de la conduite [m]
Pm	Masse volumique du mélange [Kg/m ³]
Vm	Vitesse du mélange [m/s]
Vm	Coefficient de frottement
D	Diamètre de la conduite [m]
g	Accélération de pesanteur [m/s ²]
Θ	Angle entre la conduite et le plan horizontal
ρ_m	[Kg/m ³]
ρ_l	Masse volumique du liquide, [Kg/m ³]
ρ_g	Masse volumique du gaz, [Kg/m ³]

Introduction



Introduction

Dans l'objectif d'améliorer et augmenter la production globale du champ pétrolier de Hassi Messaoud, la société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures « SONATRACH » a entamé la découverte et l'exploitation des champs périphériques tel que le champ de RAMA-RAA.

L'unité de RAMA comprend 27 puits producteurs dont 22 puits actuellement en exploitation est installée à côté de l'usine existante du groupement BIR SEBAA «BRS ».

L'huile issue de la séparation tri-phasique de l'unité sus citée (environ 32000 sbbl/j) est envoyée à l'aide d'une unité de pompage via deux nouvelles lignes de transfert 8". 80% du gaz associé (environ 230000 sm³ /j) est envoyé vers torche dont les 10% est envoyé vers GBRS alors que l'eau est transférée vers borbier.

La présente étude tentera, en premier lieu, de faire une évaluation d'écoulement dans les collecteurs d'expédition de l'unité RAMA vers CINA ainsi que d'identifier les problèmes de flow assurance et pertes de charge rencontrées dans lesdits collecteurs de 8'', en raison d'éloignement de l'unité par rapport aux installations de traitement du CINA.

Afin d'avoir le moins de perte de charges possibles tout en maximisant le débit une unité de pompage multiphasique est installée au point de raccordement des lignes existantes 8'' et 10" reliant RAMA, RDC et CINA dont l'étude d'impact de cette pompe sur les paramètres d'écoulement s'impose pour évaluer le gain en pression et en vitesse.

L'organisation de ce mémoire est présentée par trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre constitue d'un historique et description du champ RAMA
- ✓ Le deuxième chapitre donne une présentation des types des écoulements et les pompes multiphasiques
- ✓ Le troisième chapitre décrit la modélisation .

Chapitre

I

Description du champ RAMA

Dans la perspective de l'augmentation de la production du champ de hassi Messaoud, la Sonatrach a entamé l'exploitation des champs périphériques de ce dernier tel que le champ de Rahlet El Aouda nommé RAMA-RAA.

I.1 Description du champ RAMA

Le gisement de RAMA-RAA a été découvert en 2010, il se trouve, à 65Km au Nord-Est de gisement de Rhourde Chegga, et à 10km et 28km à l'Est des gisements de Bir Sbâa (BRS) et de Mouia Ouled Messaoud (MOM). Il est situé dans le périmètre de Touggourt Est dans le bassin d'Amguid Hassi Messaoud [1].

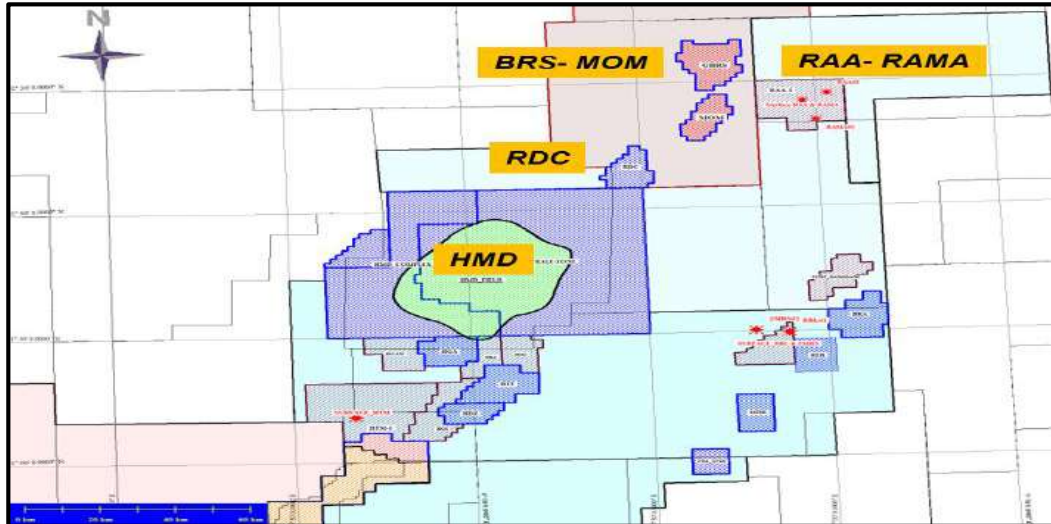


Figure I.1 : Plan de position du champ Rahlet El Aouda. [1]

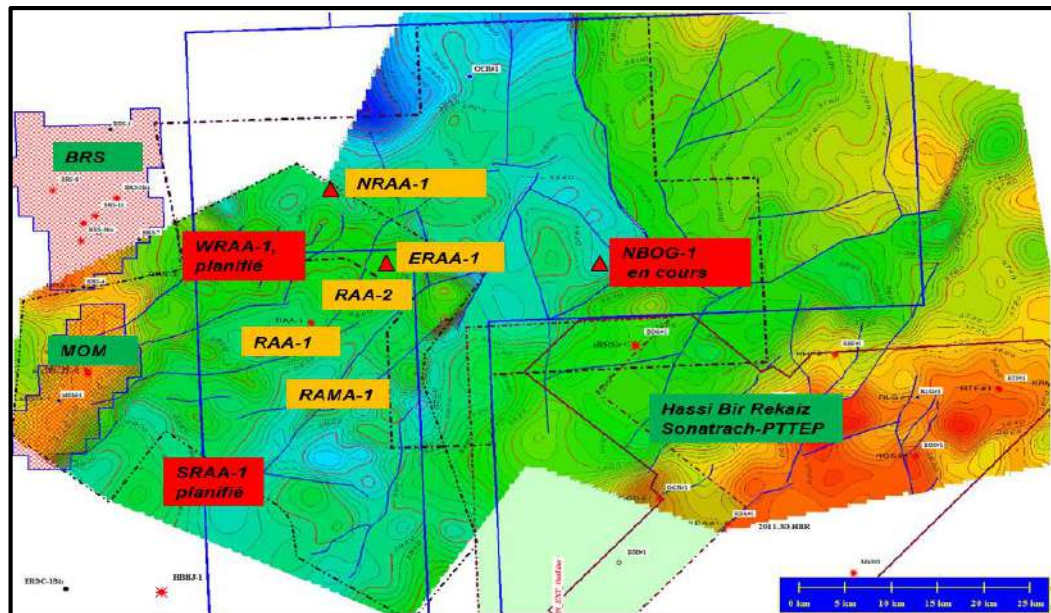


Figure I.2 : Plan de position des puits- Découverte RAA- RAMA. [1]

I.2. Aspect géologique

I.2.1. Cadre géologique

La région d'étude se trouve dans un environnement pétrolier très favorable compte tenu de sa position contiguë au gisement de Hassi Messaoud lui conférant ainsi un intérêt

tout particulier ; ajouter à cela les découvertes d'huile obtenues dans les gisements de HBHJ ; MOM ; BRS et récemment les résultats encourageants obtenus par les forages des puits dont les tests réalisés au droit du réservoir Trias « Série Inférieure » ont montré d'excellents résultats.

Le réservoir Trias (Série Inférieure) est le principal réservoir du périmètre de RAA, il a été découvert en 2010 par le premier puits RAA-1 dont la profondeur finale est de 4240m. Le réservoir Grès d'Ouargla a été découvert en 2014 par le puits RAA-2 dont la profondeur finale est de 4223m, Il reste un objectif secondaire pour d'éventuelles investigations et développement. Le réservoir Quartzites de Hamra constitue un objectif secondaire [1].

I.2.2. Cadre structural

La structure de RAA a été découverte par les puits RAA-1, RAA-2 et RAMA-1. Elle est formée d'un ensemble de blocs bordé essentiellement par des failles de direction NE-SO et N-S auxquelles s'ajoutent des failles secondaires de direction Est-Ouest.

Le puits RAA-2 est positionné sur un axe structural haut tandis que les puits RAA-1 et RAMA-1 sont situés sur le flanc des structures.

La structure actuelle du gisement de Rahlet El Ouada (RAA) est formée par un ensemble de structure de surface moyenne. L'une se trouve dans la zone du puits RAA-2. La seconde structure se trouve à l'ouest du puits RAA-2.

Les flancs sont limités par des grands accidents qui font partie du système très complexe de la dorsale Amguid-Hassi Messaoud [1].

I.3. Généralités sur le réseau de collecte

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 poly phasique où les lois d'écoulement sont complexes et les pertes de charge sont importantes, ces derniers sont calculées par plusieurs méthodes qui utilisent des algorithmes différents [2] .

I.3.1. 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 : 0-6 bars.
 - À pression moyenne : 6-16 bars.
 - À haute pression : > 16 bars.
- c) Selon le caractère du mouvement hydraulique :**
- Conduites forcées (la section est remplie complètement).
 - Conduites gravitaires (la section est remplie partiellement).

I.3.2. 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 (**Figure I.3**) montre un réseau de collecte par ligne individuelle :

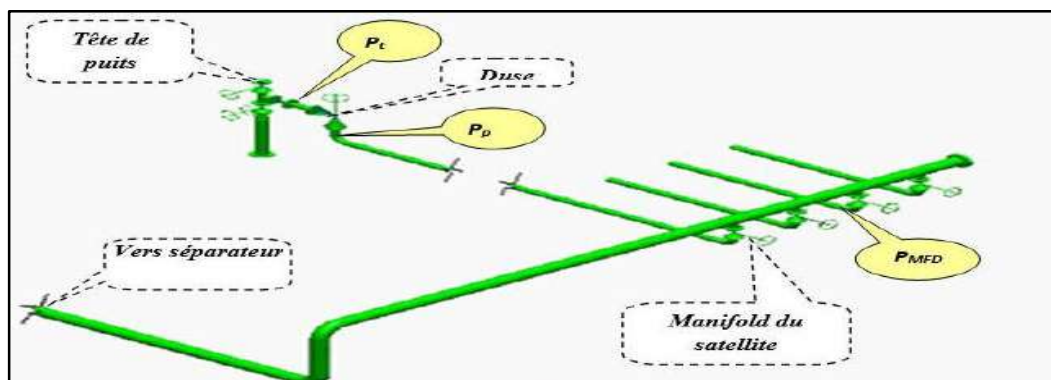


Figure I.3 : Liaison individuelle [2]

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 courts possibles.

Au point de regroupement on installe un ensemble de vannes qui permettent d'isoler la production de chaque puits (**Figure I.4**), ces points de groupement sont appelés manifold dans la plupart 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 [2].

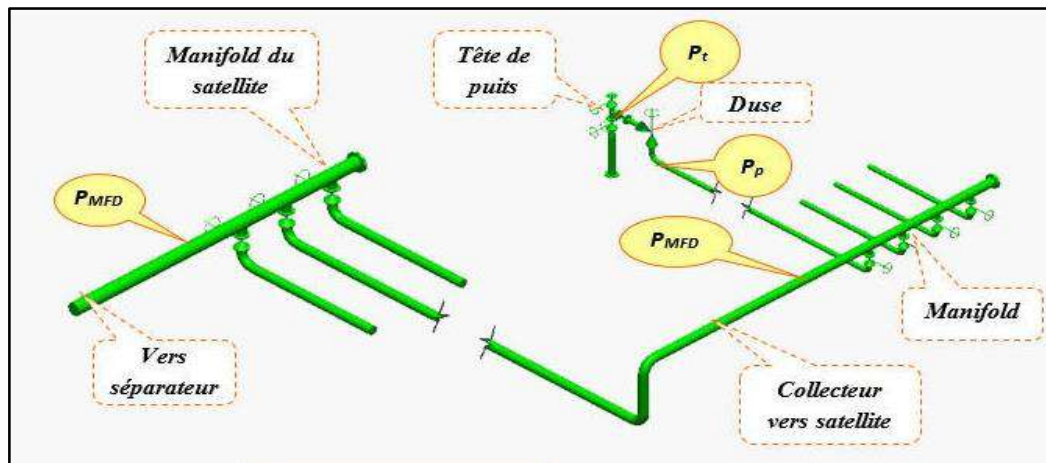


Figure I.4 : La liaison par collecteur [2]

I.3.3 Les accessoires des collectes

- ✚ Les joints isolants : pour isoler électriquement les lignes de collecte des installations auxquelles elles se raccordent.
- ✚ Les racleurs ou « go devils » sont des pistons que l'on fait circuler dans une conduite sous l'action d'une pression de gaz ou de liquide ; Les gares-racleurs sont des circuits composant des dispositifs permettant l'envoi ou la réception des racleurs dans une conduite en service sans interrompre son fonctionnement.
- ✚ Des vannes de trois sortes : Les vannes montées en ligne placées aux extrémités de la conduite, vannes des manifolds et des vannes auxiliaires de soutirage ou de purge.
- ✚ Installation de purgeurs de gaz automatiques sur les points hauts du parcours.

- ✚ Installation de surface de sécurité dans le cas de pression statique en tête de puits plus élevée à cause de leur gros débit potentiel.
- ✚ Les manifolds : A fin de diriger l'effluent des puits dans des directions désirées et utiles, on groupe les vannes sur des manifolds qui doivent permettre d'aiguiller la production dans toutes les directions utiles. Un manifold doit présenter un accès facile en tous ces endroits, présenter tous les accessoires nécessaires à la bonne conduite des opérations et accueillir plusieurs entrées des puits.

Chaque ligne lie un puits à un manifold comporte les éléments suivants :

a) Sortie puits

A la sortie de chaque puits sur la ligne d'effluent, sont installés des prises de température et de pression, des vannes d'isolement et une gare racleur équipée d'une ligne de torche avec des vannes et un système de sécurité comporte un disque d'éclatement taré à une pression donnée (en cas d'augmentation de pression dans le pipe).

b) Arrivée au manifold

Pour chaque ligne de puits, un dispositif uniforme de raccordement est prévu, sur chaque arrivée : vanne d'isolement, clapet anti-retour, manomètre, thermomètre et vannes de raccordement.

Le système des vannes prévu à l'arrivée au manifold permet de relier chaque ligne à l'une ou l'autre des transversales suivantes :

- Le collecteur principal de production.
- Le collecteur principal de teste.
- Le collecteur de torche.

Ce dispositif est constitué de 2 à 3 lignes transversales :

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

I.4. Généralités sur l'EPF

I.4.1. L'installation des EPFs

Les EPF sont des installations de traitement qui permettent de mettre en production les puits plus rapidement et de reconnaître les flux de réservoir le plus rapidement possible tout en continuant à obtenir des données sur l'effluent.

C'est une installation complète de pré-traitement du pétrole brut a pour objectif d'éliminer le gaz associé et l'eau produite de formation.

En générale une installation EPF est composée de trois sections indispensables :

- **Section Manifold** : c'est un assemblage des productions de tous les puits producteurs d'une zone ou plusieurs zones à proximité de l'unité.
- **Section séparation** : la production globale sera traitée dans un séparateur en général horizontale de types qui convient au caractéristiques de l'effluent produits à partir de l'ensemble de puits.
- **Section expédition** : les fluides obtenus en sortie séparateur sera dirigé vers l'usine via des appareils de pompage comme l'huile et l'eau et le gaz associé via un compresseur centrifuge.

Un EPF peut aussi constituer d'une unité de stockage, et possible d'une unité de stabilisation.

I.4.2. L'objectif des EPFs

- Utiliser ces unités temporaires pour identifier les petites réserves qui seraient financièrement risquées ou non rentables pour produire avec une unité permanente.
- Pour récupérer la production des puits à faible pression de tête.
- Fournir également les données de production en temps réel pour évaluer la performance des réservoirs avant d'installer des unités permanentes.

I.5. Description de la production champ RAMA

Le champ de RAMA comprend 25 puits producteurs dont 13 puits actuellement en exploitation. L'exploitation du gisement pose de nombreux problèmes en raison d'éloignement des puits par rapport aux installations de traitement dont l'huile brute est acheminée vers le nouveau EPF qui est installé à côté de l'usine existante du groupement BRS

Une séparation tri-phasique est prévue au niveau de l'EPF. Le gaz et l'eau issus de la séparation sont envoyés vers les unités existantes du groupement BRS.

L'huile issue de la séparation (environ 32000 sbbl/j) est envoyée à l'aide d'une pompe vers RDC via une nouvelle ligne de transfert 8" au point de raccordement sur la ligne existante 10" reliant RDC à CINA.

Le parcours global de production de tout le champ RAMA est illustré dans le schéma de bloc suivant (**Figure I.5**):

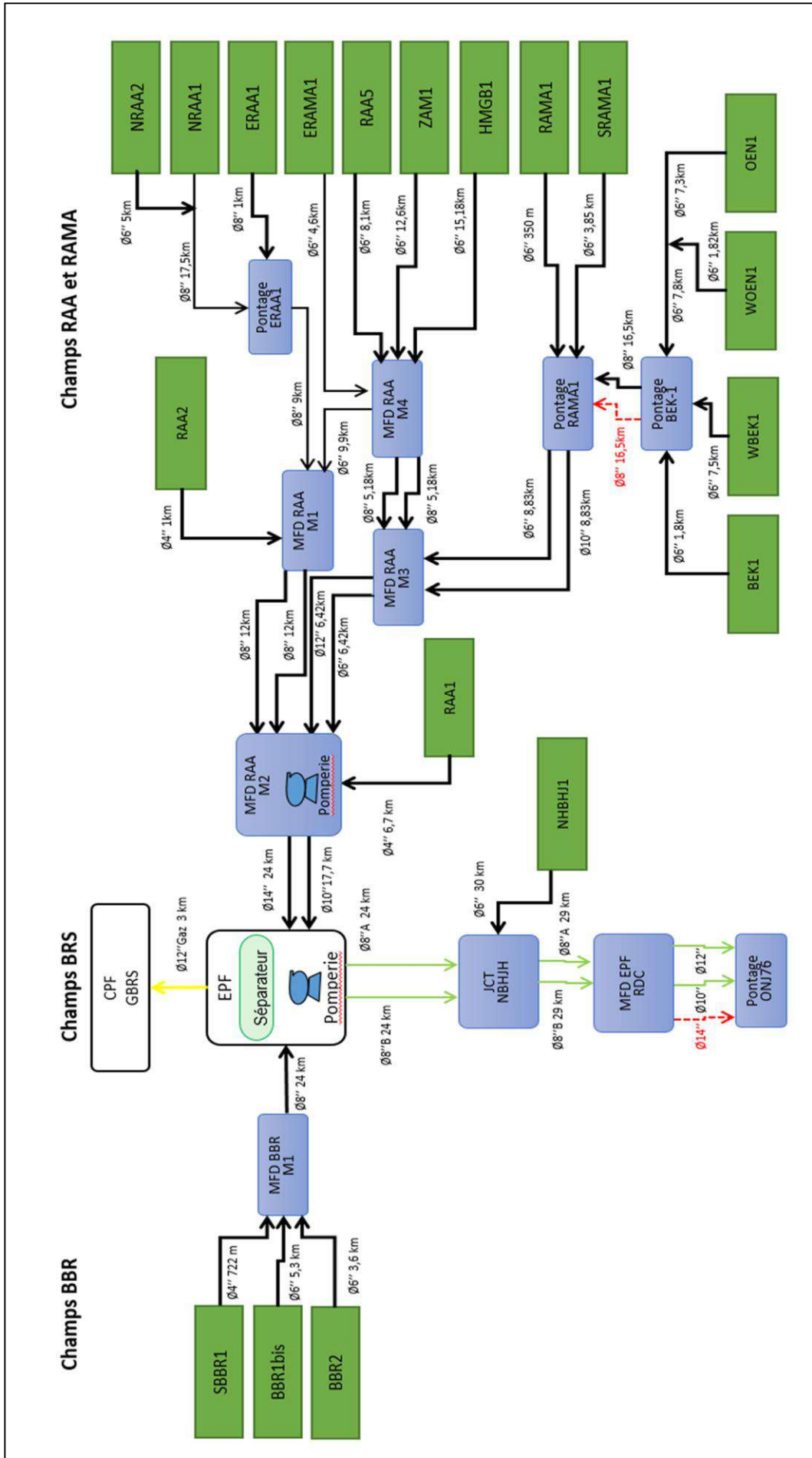


Figure I.5 : Schéma de bloc de RAMA de RAMA

Section Manifold : Collecte la production de 25 puits venu de deux sous manifolds RAA-M1 et RAA-M2 à travers un collecteur de 14'' (**Figure I.6**).



Figure I.6 : Manifold RAMA

Section séparation : La production est acheminée dans un pipe d'alimentation de 14'' vers un séparateur triphasique pour éliminer :

- 1- Le gaz associé et l'eau produite sont acheminés vers GBRs, et
- 2- L'huile vers RDC via les deux collecteurs 8'' (**Figure I.7**).



Figure I.7 : Séparateur RAMA

Section expédition : on distingue dans cette section deux modes d'expédition :

- 1- Expédition du gaz associé par un compresseur centrifuge.

2- Expédition de l'huile et l'eau séparée par des pompes centrifuge (**Figure I.8**).



Figure I.8 : Les pompes au niveau de l'EPF RAMA

Chapitre **II** Ecoulements des hydrocarbures et pompes multiphasiques

II

les écoulements monophasiques multiphasiques ont une importance pratique considérable dans l'industrie pétrolière dont les calculs de ces écoulements en régime transitoire nécessitent des efforts importants, ce qui exige généralement l'utilisation des corrélations plus ou moins compliquées

II.1. L'écoulements des hydrocarbures

L'effluent (la production) provenant des puits du pétrole est acheminée vers les centres de séparations à travers un réseau de conduites appelé réseau de collecte. Généralement, cet effluent est un fluide multiphasique (ou poly-phasique) composé de plusieurs phases (huile, eau de gisement et le gaz).

Après la séparation de cet effluent (sortie des séparateurs), l'huile monophasique et le gaz seront acheminés à travers des canalisations distinctes vers les centres de traitements. A cet effet, nous distinguons deux types d'écoulements : un écoulement monophasique régi par des équations analytiques et un écoulement multiphasique régi par des équations empiriques (corrélations) complexes résolues moyennant des logiciels.

II.2. Ecoulements monophasiques

II.2.1. Pertes de charge dans une conduite

Les pertes de charge peuvent être de différentes natures :

- **Les pertes de charge régulières ou linéiques** : C'est le cas des fluides qui s'écoulent sur des conduites horizontales (voir **Figure II.1**). Ces pertes de charge dépendent de la longueur de la conduite, de sa rugosité et enfin de la vitesse du fluide en circulation
- **Les pertes de charge singulières** : Ici on parle de variations de vitesses des fluides qui circulent dans des pièces spéciales qui vont modifier la direction ou la pression du fluide (vanne, soupape, raccord). Pour les fluides, ces pièces sont appelées des accidents car elles entravent leur circulation [4].

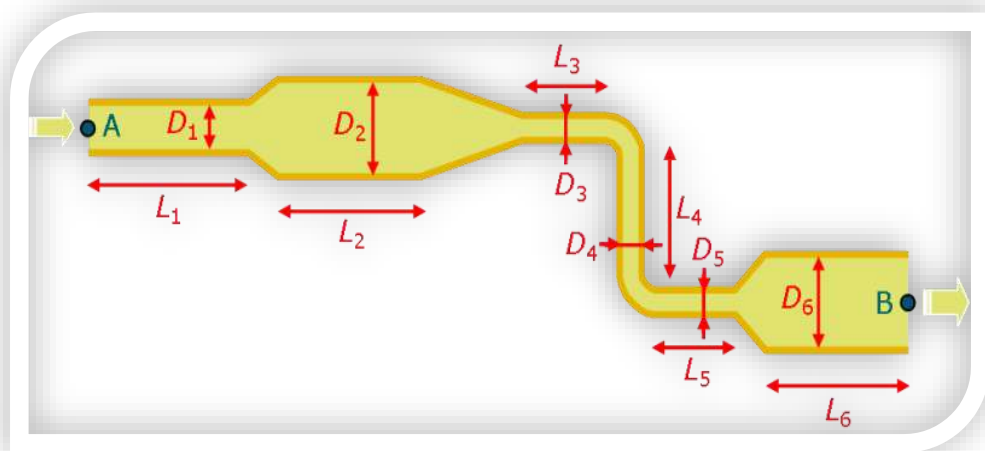


Figure II.1 : Pertes de charge linéaires et singulières [4]

Même si ces pertes de charge sont opposées par définition, on les retrouve conjointement sur certains circuits de canalisation.

C'est le cas par exemple dans un coude arrondi : il y a une perte de charge singulière à cause du coude ce qui implique un changement de direction du fluide mais aussi une perte de charge linéaire due au déplacement du liquide sur la longueur de la surface.

II.2.2. Objectifs du calcul des pertes de charge

Le calcul de la perte de charge dans les conduites est fondamental car il est le point de départ pour le dimensionnement d'une canalisation.

II.2.3. Calculs des pertes de charge

Le calcul de la perte de charge total (ΔP total) sur un circuit donné consiste à additionner le calcul de la perte de charge régulière (ΔH) avec le calcul de la perte de charge singulière (ΔP).

a) Pertes de charges régulières

Pour calculer les pertes de charges régulières, nous avons besoin de connaître un certain nombre d'informations au préalable :

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \frac{1}{2} \rho V^2$$

D : Diamètre interne de la conduite (m)

L : Longueur de la conduite (m)

g : l'accélération de la pesanteur (m/s^2)

V : vitesse du fluide (m/s)

f : coefficient de la perte de charge : c'est une valeur sans unité. Il existe différentes formules pour le calculer ou des abaques et ce coefficient dépend du régime d'écoulement (estimé grâce au nombre de Reynolds). [4]

b) Écoulement laminaire

Pour un écoulement laminaire dans une conduite cylindrique horizontale, le coefficient de friction s'écrit :

$$f = \frac{64}{Re}$$

C) Écoulement turbulent

Pour un écoulement turbulent, l'équation empirique de Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

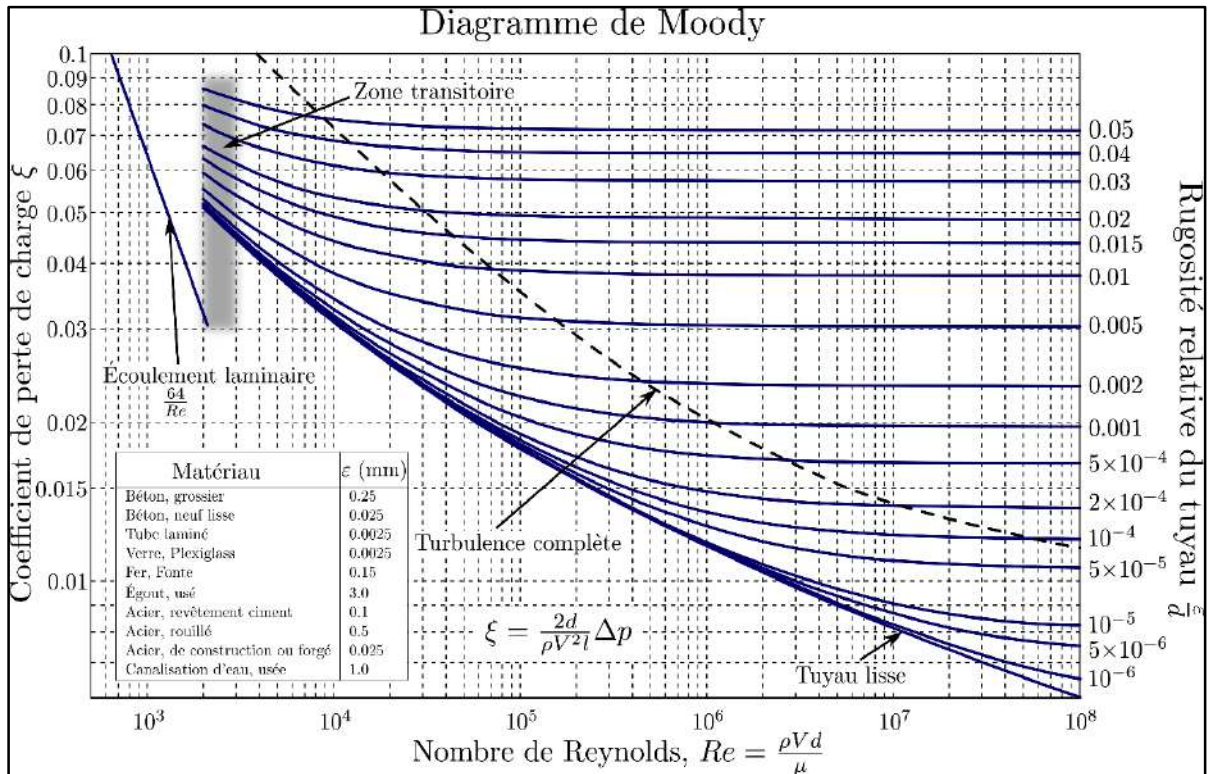


Figure II.2 : Diagramme de Moody [5]

II.3. Écoulements multiphasiques

II.3.1. Définition d'un écoulement multiphasique

On appelle écoulement multiphasique (ou poly-phasique) tout déplacement d'effluent en présence de plusieurs phases en même temps. Cependant, le transport du pétrole brut, qui contient généralement trois phases à savoir : l'huile, le gaz et l'eau de gisement, fait partie de ces types d'écoulements.

Les forces extérieures (notamment la pesanteur) n'agissent pas de la même façon sur les différentes phases existantes dans l'effluent, les gaz moins denses que les liquides ont tendance d'occuper la partie haute de la conduite tandis que les liquides (huile et eau) la partie basse. Les différentes façons dont se fait cette ségrégation gaz-liquide caractérise ce qu'on appelle « régime d'écoulement (flow pattern) » [**].

II.3.2. Régime d'écoulement multiphasique (flow pattern)

En fonction de la vitesse d'écoulement, du diamètre de la conduite ainsi que le GOR, on distingue, pour un écoulement horizontal, sept régimes d'écoulements suivants (voir **Figure II.3**) [6] :

- a) **Écoulement dispersé à bulles (bubble flow)** : lorsque le débit de liquide est important par rapport au débit du gaz (faible GOR), les forces d'inerties qui s'exercent sur le gaz ont pour conséquence la formation de bulles.
- b) **Écoulement à poches (plug flow)** : les poches de gaz s'alternent avec les bouchons de liquide.
- c) **Écoulement stratifié (stratified flow)** : sous l'effet de la gravité, le gaz (moins dense) occupe partie supérieure de la conduite et le liquide (plus dense que la gaz) occupe à son tour la partie inférieure, les vitesses d'écoulement étant encore à peu près identiques, l'interface Gaz-liquide est plan.
- d) **Écoulement stratifié à vagues (wavy flow)** : les vagues sont générées par l'écoulement du gaz.
- e) **Écoulement à bouchons (slug flow)** : Pour des vitesses de gaz et de liquides moyennes, la structure présente une succession de poches de gaz et de bouchons de liquide qui contiennent de petites bulles. L'écoulement à poches bouchons est celui qui pose actuellement le plus de problème à l'industrie pétrolière.
- f) **Écoulement annulaire (annular flow)** : Lorsque le débit de gaz est important (GOR élevé), les forces de gravité sont négligeables devant les forces d'inerties. Le liquide est plaqué complètement sur la paroi en formant un film annulaire autour de l'écoulement de gaz.
- g) **Écoulement dispersé à gouttelettes (spray flow)** : pour les grandes vitesses de gaz et les faibles contenus liquides.

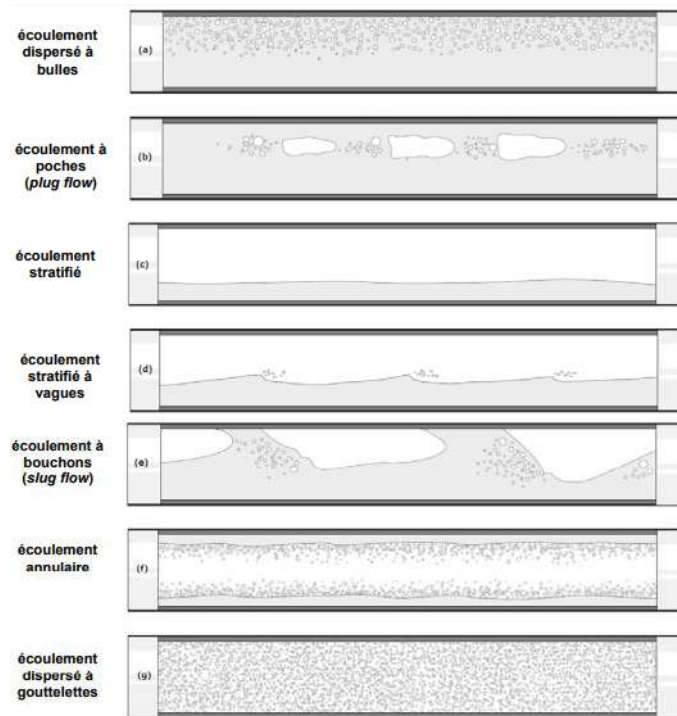


Figure II.3 : Illustration des différents régimes d'écoulements « flow pattern » [6]

II.3.3. Evolution de la pression dans une conduite

L'équation qui régit l'évolution de la pression le long d'une conduite pour un écoulement multiphasique s'écrit comme suit [7] :

$$\frac{dP}{dl}\Big|_{\text{Totale}} = \frac{dP}{dl}\Big|_{\text{Accélération}} + \frac{dP}{dl}\Big|_{\text{Élévation}} + \frac{dP}{dl}\Big|_{\text{Friction}} \quad (1)$$

On remarque que l'évolution de la pression dans une conduite se décompose en trois termes principaux relatifs à l'accélération, l'élévation et la friction consécutivement :

- **Terme I (accélération) :** il est dû aux changements de vitesses le long de la conduite, qui provoquent des variations d'énergie cinétique dans le fluide et par conséquent une variation de pression.

$$\frac{dP}{dl}\Big|_{\text{Accélération}} = \frac{\rho_m V_m dV_m}{dl} \quad (2)$$

- **Terme II (élévation) :** il est égal au poids de la colonne de fluide, ce terme représente l'effet des forces de pesanteur sur l'écoulement multiphasique. Cependant, il ne dépend que de la pente entre la conduite et le plan horizontal.

$$\left. \frac{dP}{dl} \right|_{\text{Elévation}} = g\rho_m \sin(\theta) \quad (3)$$

- **Terme III (friction)** : il représente l'effet des forces de frottements sur la variation de la pression dans la conduite. Ce terme est dû principalement à la vitesse d'écoulement.

$$\left. \frac{dP}{dl} \right|_{\text{Friction}} = \frac{f_m \rho_m V_m^2}{2D} \quad (4)$$

Avec :

- P Pression [Pa]
- l Longueur de la conduite [m]
- ρ_m Masse volumique du mélange [Kg/m^3]
- V_m Vitesse du mélange [m/s]
- f_m Coefficient de frottement
- D Diamètre de la conduite [m]
- g Accélération de pesanteur [m/s^2]
- θ Angle entre la conduite et le plan horizontal

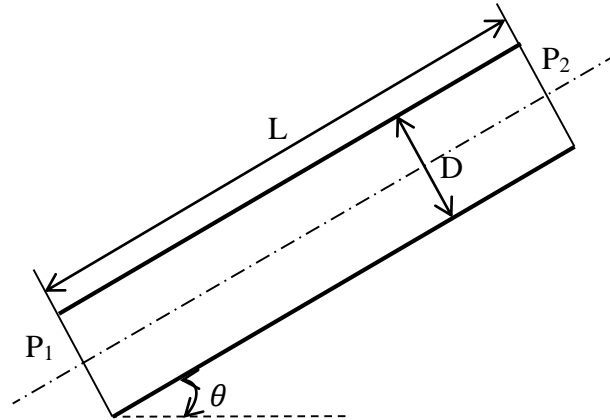


Figure II.4 : Modèle physique d'une conduite

En intégrant les équations (1), (2), (3) et (4), on retombe sur la fameuse équation de Bernoulli généralisée, qui s'écrit comme suit :

$$\frac{V_{m1}^2}{2g} + Z_1 + \frac{P_1}{\rho_m g} = \frac{V_{m2}^2}{2g} + Z_2 + \frac{P_2}{\rho_m g} + \Delta H \quad (5)$$

Avec :

$$\Delta H = f_m \frac{L V_m^2}{D 2g}$$

$$Z = L \sin(\theta)$$

II.3.4. Hold-up

Généralement utilisé dans le domaine des écoulements multiphasiques pour indiquer les fractions de volume occupées par chaque phase (gaz et liquide) dans une conduite pour un instant donné. Le hold-up liquide et le hold-up gazeux sont définis comme suit :

$$H_l = \frac{V_l}{V_T}, \quad H_g = \frac{V_g}{V_T}, \quad H_g = 1 - H_l \quad (6)$$

Avec :

H_l	hold-up liquide
H_g	hold-up gaz
V_l	Volume liquide dans l'élément de pipe, [m ³]
V_g	Volume gaz dans l'élément de pipe, [m ³]
V_T	Volume total de l'élément de pipe, [m ³]

La valeur du hold-up liquide varie de zéro (0) pour un écoulement monophasique du gaz à un (1) pour écoulement monophasique de liquide. Le hold-up peut être mesurée expérimentalement par plusieurs méthodes, tels que la résistivité ou en piégeant flux dans un segment à l'aide des vannes à fermeture rapide puis en mesurant le volume du liquide piégé [6].

La détermination du hold-up est nécessaire pour le calcul de plusieurs paramètres notamment la masse volumique (ou la densité) du mélange, la viscosité effective et les transferts thermiques.

Exemple : masse volumique du mélange

$$\rho_m = H_l \cdot \rho_l + H_g \cdot \rho_g \quad (8)$$

Avec :

ρ_m	Masse volumique du mélange, [Kg/m ³]
ρ_l	Masse volumique du liquide, [Kg/m ³]
ρ_g	Masse volumique du gaz, [Kg/m ³]

II.3.5. Problème du hold-up liquide

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 des conduites et par conséquent, les pertes de charges augmentent dans la conduite [6].

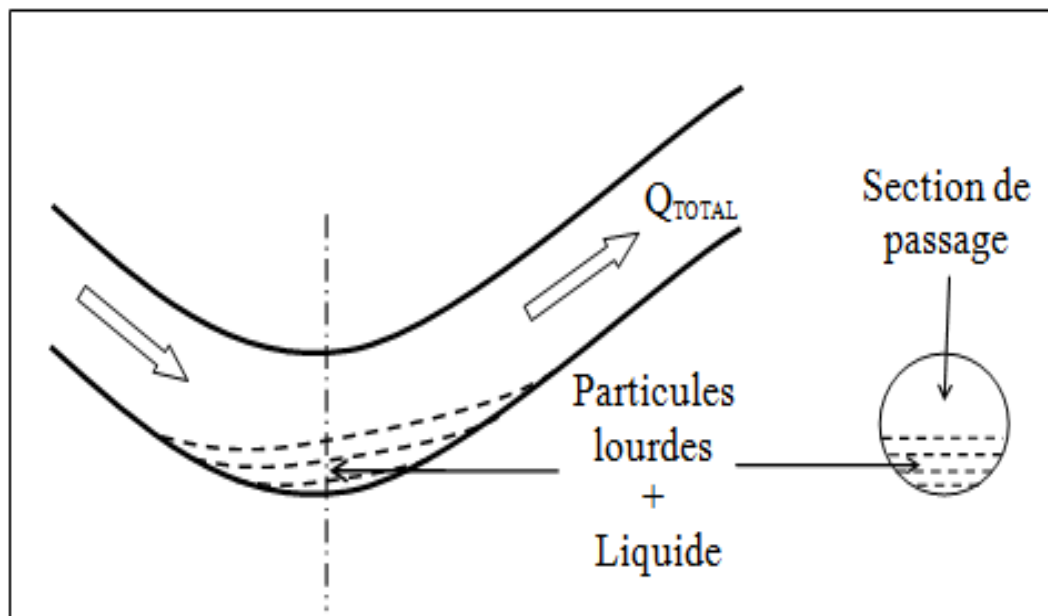


Figure II.5 : Illustration du problème hold-up liquide

II.3.6. Corrélations de pertes de charge dans les conduites

Il existe dans la littérature plusieurs corrélations pour le calcul des pertes de charge le long des pipes horizontales (écoulement horizontale) dont les plus connues sont :

- Ovid Baker
- Dukler
- Eaton
- Dukler_Eaton_Flanigan
- Lockhart & Martinelli
- Beggs & Brill _ Moody

Parmi ces corrélations, il y a deux corrélations qui donnent de bons résultats pour le réseau de collecte du champ de Hassi Messaoud :

- **Beggs & Brill – Moody** : elle tend, en générale, à sous-estimer les pertes de charges dans le système, surtout quand les lignes ont des points de dépression qui provoquent l'accumulation et la stagnation du liquide.

- **Dukler-Eaton-Flanigan** : elle surestime généralement les pertes de charge dans les pipelines sans ondulations ou des points de dépression. Cette corrélation utilise la corrélation de Dukler pour le calcul des pertes de charge par friction, et la corrélation d'Eaton pour le calcul du hold-up liquide HL [6].

II.4. Pompes monophasiques

II.4.1. Différents types des pompes monophasiques

Généralement, les pompes monophasiques se décomposent en deux grandes familles :

- Pompes volumétriques
- Pompes dynamiques

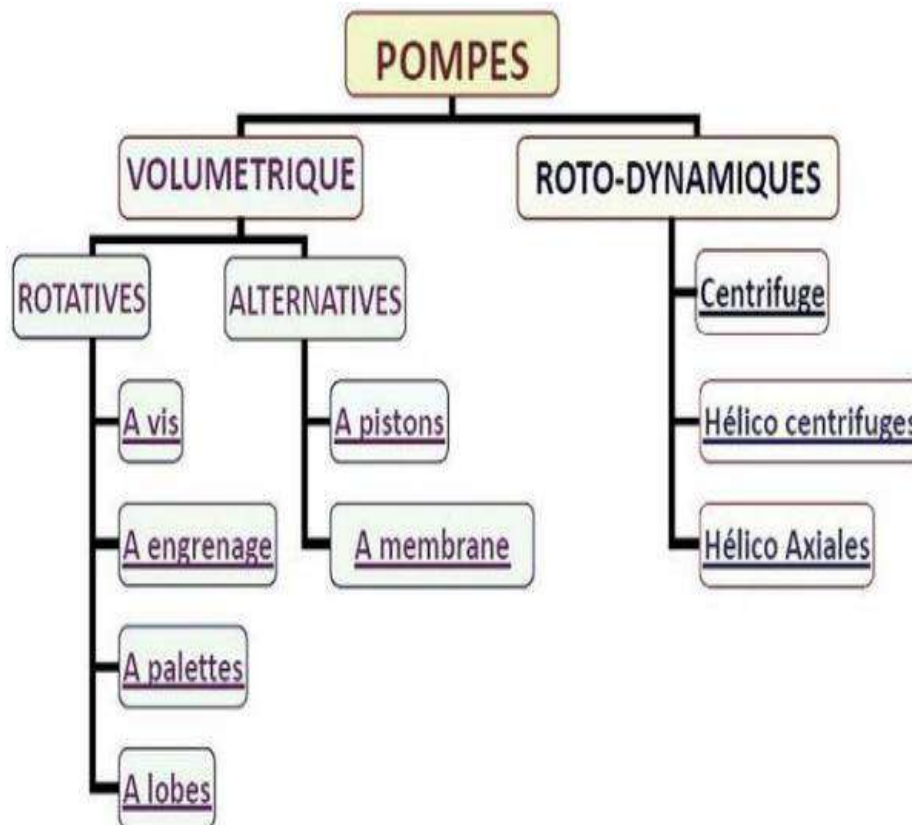


Figure II.6 : Différent types de pompes monophasiques [8]

II.4.2. Pompes volumétriques

Le fluide se trouve enfermé dans un volume clos, mais mobile, qui va le transférer d'un état de pression 1 à un état de pression 2, avec modification du volume circulant entre le circuit d'aller et celui de retour. Les modes de réalisation sont très variés : pompes à

engrenages, pompes à engrenages hélicoïdaux intérieurs, pompes à lobes, pompes péristaltiques, pompes à palettes, pompes à vis hélicoïdales...etc.

a. Pompes à vis

Une pompe à vis excentrée utilise le principe du déplacement volumétrique du fluide. L'entrée de la pompe se situe dans le prolongement du corps derrière l'ensemble rotor stator. La vis tournant dans son stator définit des chambres qui véhiculent le produit jusqu'au refoulement [8].



Figure II.7 : Pompes à vis [9]

b. Pompes à engrenage

Le principe général consiste à placer un des engrenages à l'intérieur de l'autre. Cette disposition nécessite l'utilisation d'une pièce supplémentaire en forme de croissant qui permet l'étanchéité entre les deux trains d'engrenages.

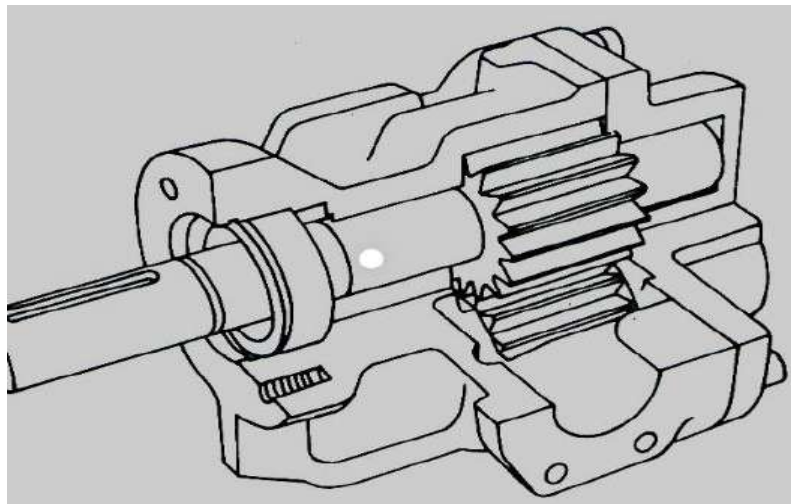


Figure II.8 : Pompes à engrenage [10]

c. Pompes à palettes

Un corps cylindrique fixe communique avec les orifices d'aspiration et de refoulement. A l'intérieur se trouve un cylindre plein, le rotor, tangent intérieurement au corps de la pompe et dont l'axe est excentré par rapport à celui du corps. Le rotor est muni de 2 à 8 fentes diamétralement opposées deux à deux, dans lesquelles glissent des palettes que des ressorts

appuient sur la paroi capacités comprises entre les cylindres et les palettes en créant ainsi une aspiration du liquide d'un côté et un refoulement de l'autre [8].

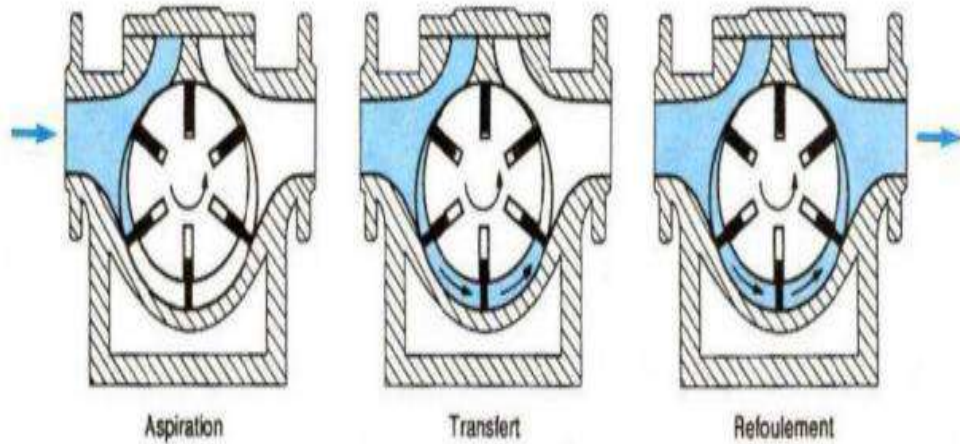


Figure II.9 : Pompes à palettes [8]

d. Pompes à lobes

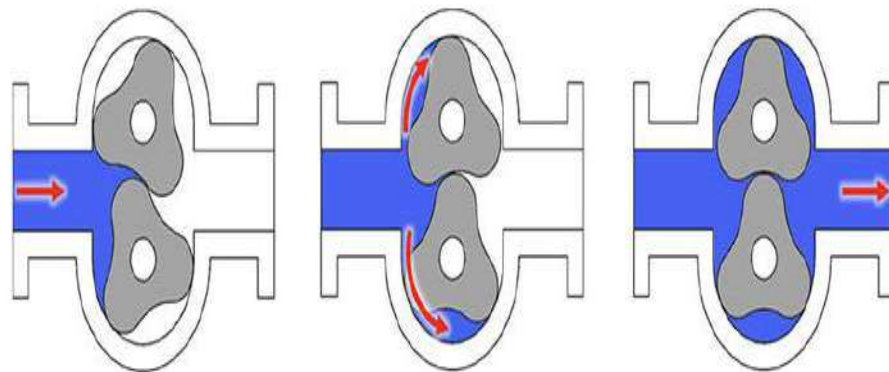


Figure II.10 : Pompes à lobes [10]

e. Pompes à piston

Leur principe est d'utiliser les variations de volume occasionné par le déplacement d'un piston dans un cylindre. Ces déplacements alternativement dans un sens ou dans l'autre produisent des phases d'aspiration et de refoulement. Quand le piston se déplace dans un sens le liquide est comprimé : il y a fermeture du clapet d'admission et ouverture du clapet de refoulement. Le fonctionnement est inverse lors de l'aspiration du liquide dans la pompe.

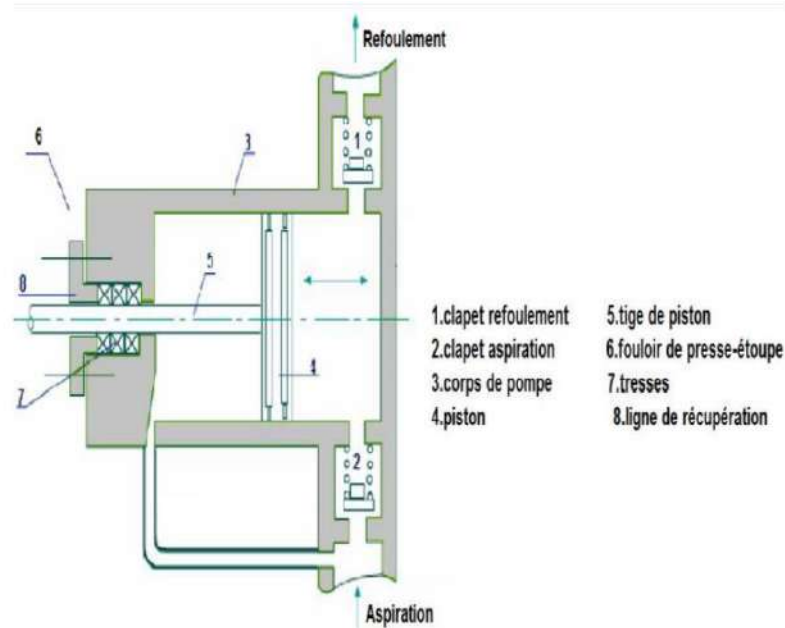


Figure II.11 : Pompes à piston [8]

f. Pompes à membrane

Le déplacement du piston est remplacé par les déformations alternatives d'une membrane en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, Néoprène, Viton, etc.). Ces déformations produisent les phases d'aspiration et de refoulement que l'on retrouve dans toute pompe alternative.

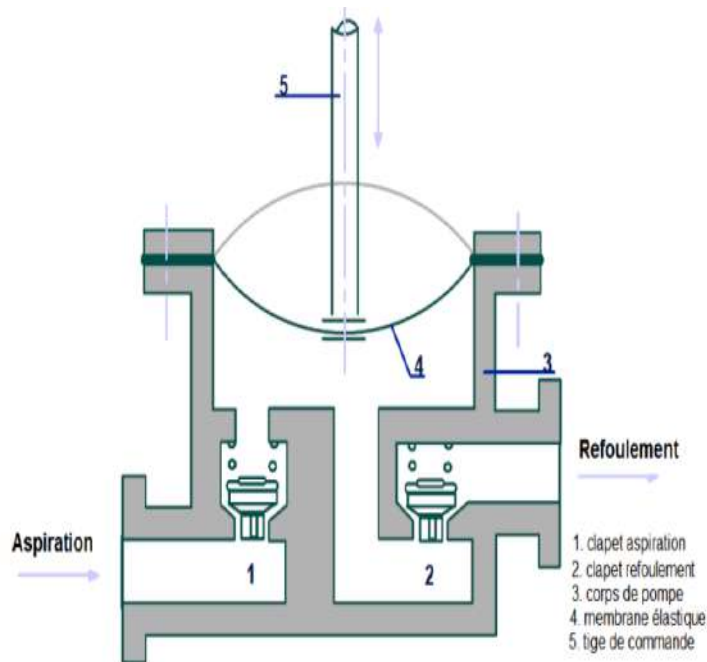


Figure II.12 : Pompes à membrane [8]

II.4.3. Pompes dynamiques

Cette famille peut être caractérisée par le fait que la pression y est générée soit par l'action des forces centrifuges, soit par la conversion en pression de l'énergie cinétique communiquée au fluide (en le ralentissant) [11].

a. Pompe centrifuge

Une pompe centrifuge est un système ouvert, en quelque sorte un trou ou encore un conduit, dans lequel est mis en place un champ de forces centrifuges. Elle n'est pas basée sur le transport du fluide dans un godet ou sur la variation dans le temps d'un volume d'emprisonnement, le fluide n'est plus poussé par une paroi matérielle, mais mis en mouvement et équilibré par un champ de forces [11].

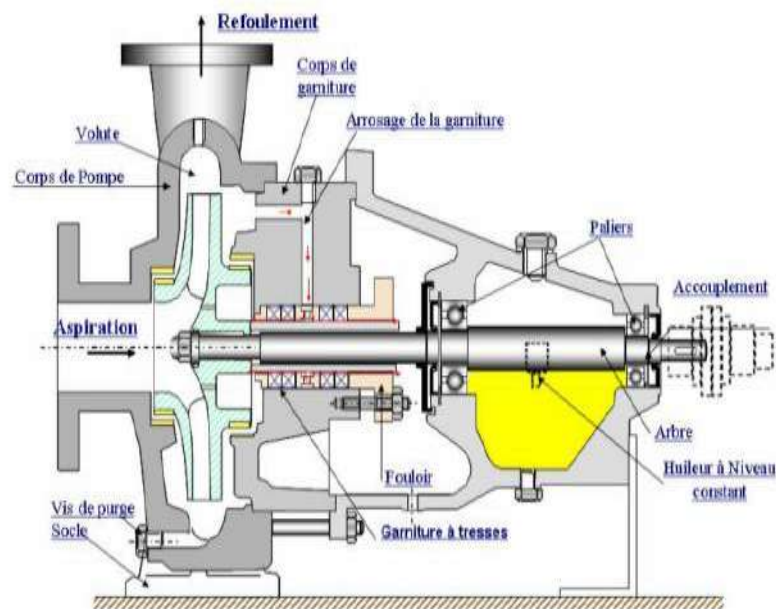


Figure II.13 : Pompes centrifuge [11]

II.5. Pompes multiphasiques

Le pompage multiphasique consiste à fournir de l'énergie à un effluent multiphasique pour permettre son acheminement vers les installations de traitements. Le pompage multiphasique est une solution économique qui permet remplacer les installations conventionnelles de production (Séparateurs + pompes monophasiques) par des pompes multiphasiques.

II.5.1. Opportunité du pompage multiphasique

Les principales opportunités du pompage multiphasique sont :

- Exploiter les puits éloignés par rapport aux installations de traitement.
- Faire produire les puits à faible pression de tête.
- Augmentation de la production et amélioration de conditions d'exploitation.
- Récupération des gaz torchés en remplaçant le système conventionnel de production (Séparateur + pompes monophasiques) par des pompes multiphasiques.

II.5.2. Différents types des pompes multiphasiques

Il existe deux grandes familles des pompes multiphasiques dont le mode de fonctionnement est similaire à celui des pompes monophasiques. Il s'agit des pompes turbo (roto-dynamique) et pompes volumétriques [12].

- Les pompes volumétriques sont constituées de deux vis sans fin montées parallèlement. Leur domaine de fonctionnement correspond généralement à des gains de pression élevés et des débits relativement faibles. Elles correspondent à des machines de puissances plutôt inférieures à 1,5 MW quoi que des pompes beaucoup plus puissantes, de l'ordre de 5 MW.
- Les pompes rotodynamiques, sont des pompes hélico axiales multi-étagées. Chaque cellule de compression, ou étage de compression, est constituée d'un rotor (ou impulseur), et d'un stator (ou diffuseur) comme la plupart des pompes ou compresseurs rotodynamiques.

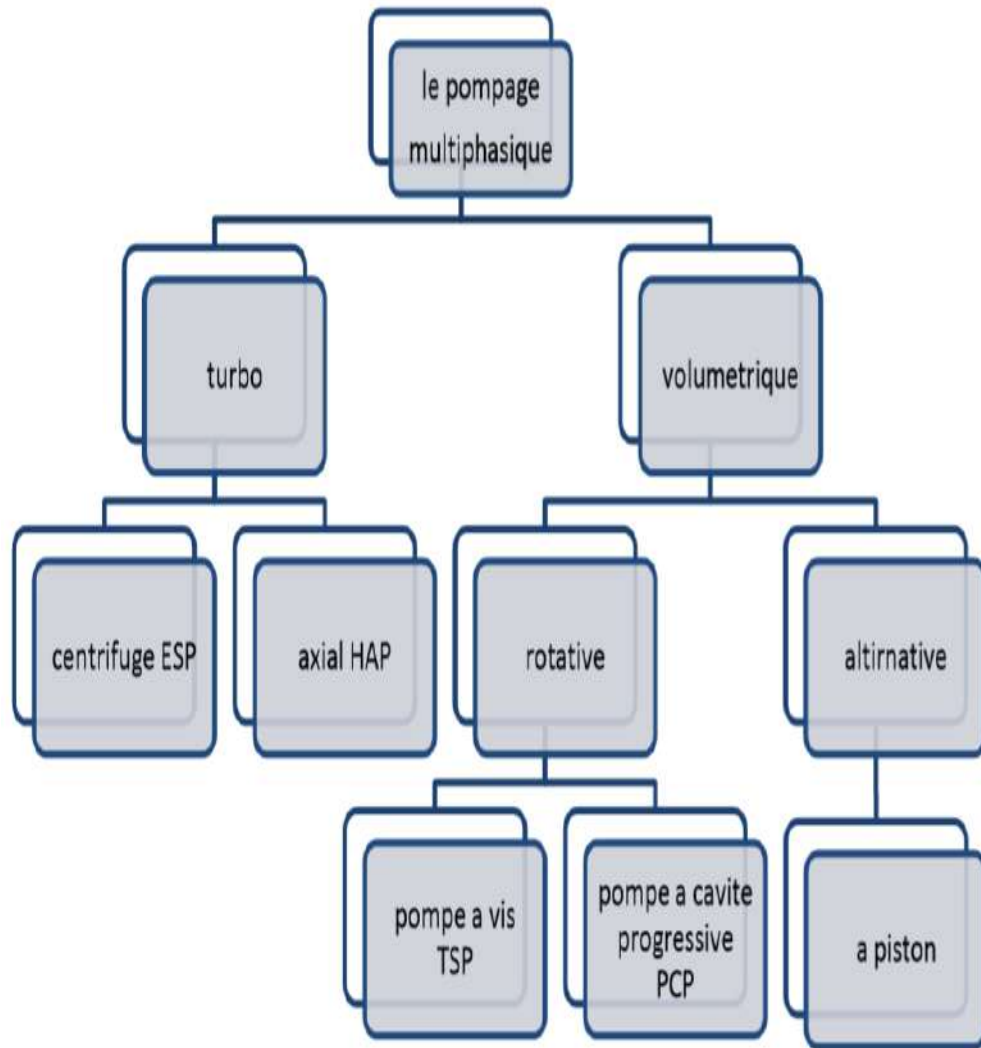


Figure II.14 : différents types de pompes multiphasiques [12]

Chapitre **M**odélisation de réseau de collecte de l'EPF

III

Cette partie présente la possibilité d'installer une unité de pompage multiphasique au niveau du site RDC pour réduire la pression de refoulement des pompes de l'EPF RAMA afin de protéger les lignes d'exporte (Pression de service max 50 Bars) et éviter le shut-down l'EPF qui conduisant à un manque à produire important.

III.1. Critères de choix de l'étude

Comme vu en chapitre I, le champ RAMA est parmi les champs de développement important de la région HMD et qui a le plus d'impact sur la production de cette région. (140 m³/h environ 25 000) bbl/d 2700 T/d (6% de la production de la région HMD) qui atteindra 10% (35 000 bbl/d) après l'ouverture des puits en attente de raccordement.

Actuellement la production du champ RAMA est de 140 m³/h est séparée au niveau de l'EPF RAMA et expédié par des pompes avec une pression de refoulement max au niveau d'EPF de l'ordre de **45** bars vers le centre de traitement CINA via le réseau de collecteur de champs RDC et HMD avec les possibilités de déviation de la production vers d'autres stations. Cet acheminement est représenté sur le plan PFD suivant :

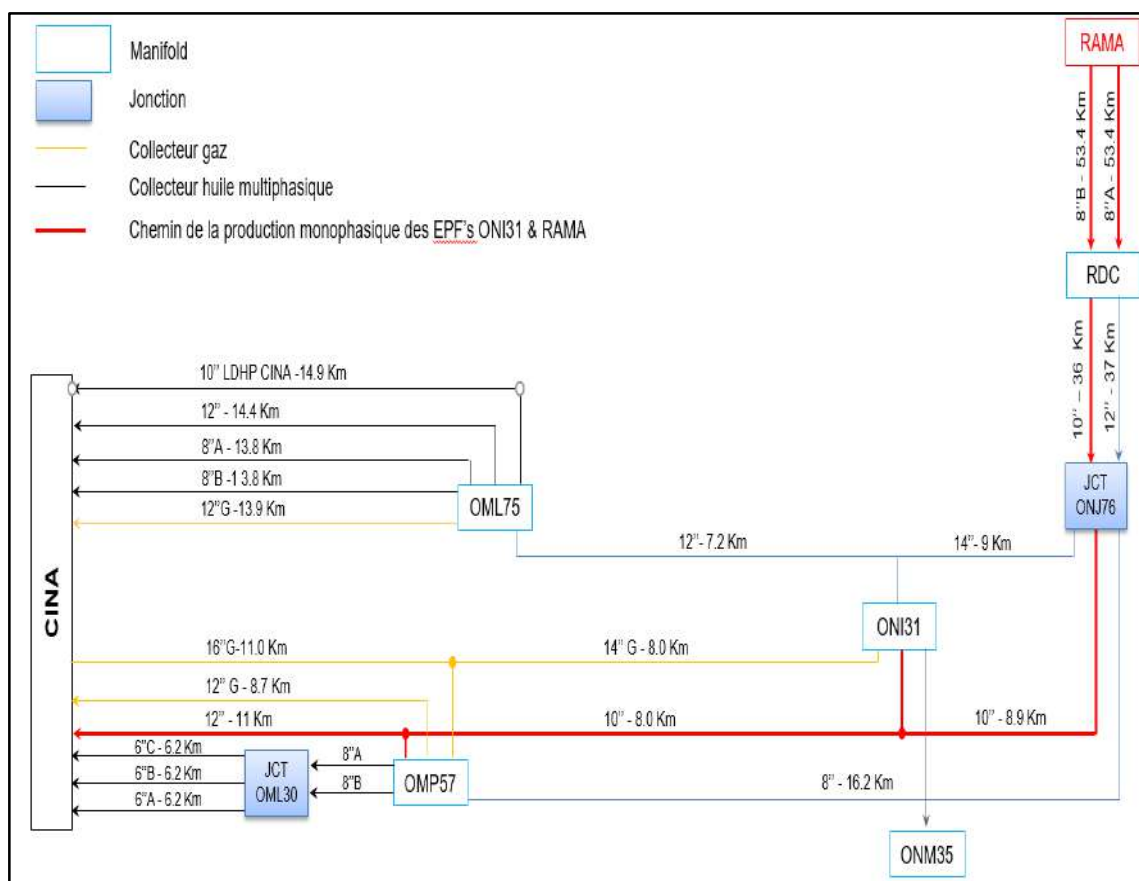


Figure III.1 : PFD de réseau RAMA vers CINA

L'augmentation de la production au niveau de l'EPF RAMA par la mise en service des nouveaux puits (forés attente raccordement, en cours de forage) provoque l'augmentation de la pression de refoulement des pompes d'expédition qui ont une pression de tarage de 50 bars (pression de service max des lignes), et cette limite sera atteinte avec une production de l'ordre de 176 m³/h.

A cet effet nous devons remédier à ce problème et trouver des solutions sur le système et réseaux d'expédition pour éviter :

- Le shut down de l'EPF et le manque à produire (MAP) considérable
- L'éclatement des pipes et tous les problèmes liés à l'expédition.
- Limite en production 176 m³/h et l'impossibilité d'augmenter la production

Cette étude se base sur la modélisation et simulation à l'aide du logiciel **PIPESIM** de réseau actuel d'expédition de la production de l'EPF RAMA objet de cette étude et la simulation des solutions proposées.

III.2. Théorie sur la modélisation

La modélisation est l'opération par laquelle on établit le modèle d'un système complexe, afin d'étudier plus commodément et de mesurer les effets sur ce système des variations de tel ou tel de ses éléments composants. La modélisation numérique consiste à construire un ensemble de fonctions à l'aide des logiciels décrivant le phénomène. En modifiant les variables de départ, on peut ainsi prédire les modifications du système physique.

III.3. Aperçu général sur le logiciel PIPESIM

Schlumberger a une grande expérience dans la conception et l'optimisation des systèmes de production de pétrole et de gaz, en particulier dans le système de transport des hydrocarbures liquides, le développement des systèmes de collecte et de traitement exige une combinaison des connaissances théoriques et des expériences pratiques approfondies du comportement complexe des mélanges d'hydrocarbures à plusieurs phases.

Schlumberger est à la pointe du développement des logiciels utilisés dans l'industrie du pétrole et du gaz tels que : **PIPESIM**, **OFM**, et **ECLIPSE**. Ces outils ont été appliqués avec succès à des nombreux systèmes pour la modélisation et la gestion des données des systèmes de production et de distribution de gaz existants et pour la plupart des grandes compagnies pétrolières.

Schlumberger est activement impliqué dans la recherche et le développement des nouvelles technologies de l'écoulement multiphasique des fluides, et a géré un large éventail de projets communs de l'industrie dans ce domaine.

III.3.1. C'est quoi le logiciel PIPESIM ?

Le PIPESIM (Pipeline Simulator) est un simulateur d'écoulement en régime permanent, à phases multiples utilisé pour :

- ✓ Conception des systèmes de production de pétrole et de gaz.
- ✓ Modélisation des écoulements multiphasique du réservoir vers le séparateur.
- ✓ Analyse de la performance des systèmes de production.
- ✓ Optimisations des opérations de production et d'injection à l'aide de ses algorithmes de simulation rigoureux.
- ✓ Permet de prédire l'écoulement, la pression et la température dans les tubings et les pipelines avec exactitude.

Les calculs de sensibilité que nous offrons PIPESIM permettent d'optimiser le design existant d'être et prédire l'influence des changements de futurs 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, et assure que les calculs sont aussi exacts que possible.

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

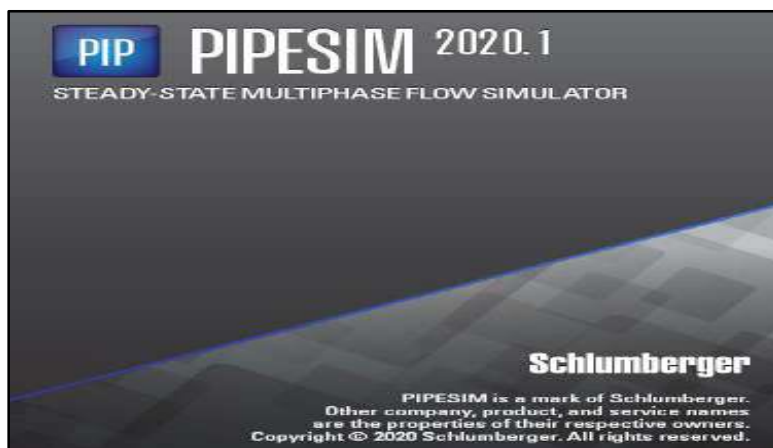


Figure III.2 : interface du logiciel PIPESIM

III.3.2. Les applications de logiciel PIPESIM

PIPESIM offre une large capacité de modélisation allant des systèmes de production entiers à partir du réservoir jusqu'à l'installation de traitement. Les applications typiques incluent dans ce logiciel sont :

Analyse des performances des puits

- ✓ Conception et optimisation des puits producteurs et injecteurs.
- ✓ Modélisation des performances des puits.
- ✓ Conception et modélisation du gaz lift.
- ✓ Conception et modélisation des performances des ESP et PCP.
- ✓ Modélisation des puits horizontaux.
- ✓ Analyse détaillée de la sensibilité.

Pipes et installations

- ✓ Génération des profils de température et pression.
- ✓ Prédiction de la formation des solides (hydrates, cire, asphaltées,..).
- ✓ Choix des équipements (pompes, compresseurs,).
- ✓ La conception des pipes.

Module d'analyse de réseau

- ✓ Modélisation thermique rigoureuse de tous les composants du réseau.
- ✓ Capacité des pipelines / flow-lines.
- ✓ Les modèles d'équipement des pipelines complets.
- ✓ Les réseaux de collecte et de distribution.
- ✓ Optimisation de gaz lift.

III.3.4. Organigramme de logiciel PIPESIM

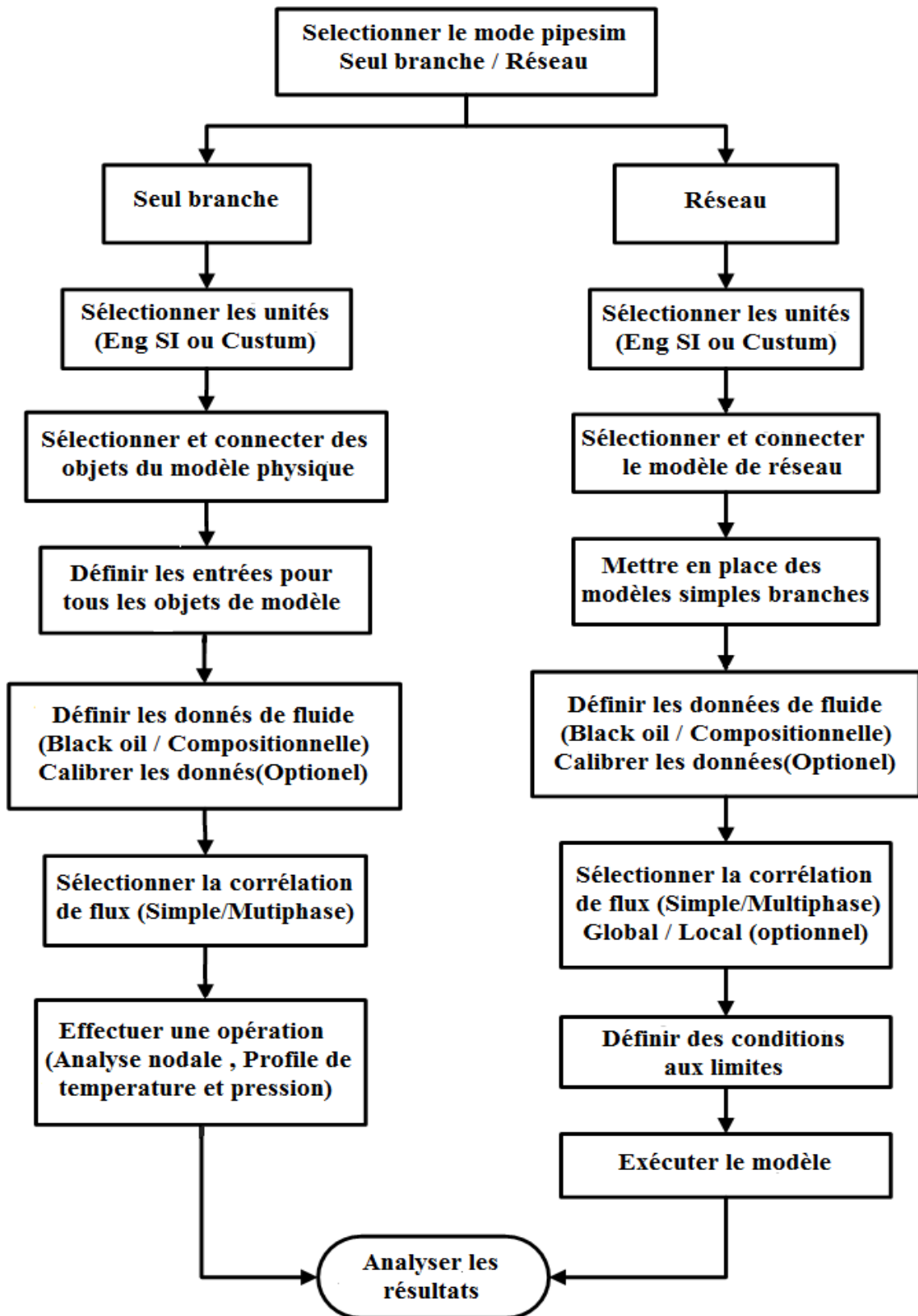


Figure III.3 : Organigramme de logiciel PIPESIM

III.4. Modélisation de réseaux d'expédition huile d'EPF RAMA

Toute étude portant sur l'optimisation par simulation nécessite l'acquisition des données réels du système objet d'étude pour que le model crée soit fiable et représentatif tout comme les simulations de comportement et sensibilité de ce système au changement des paramètres.

III.4.1. Description du réseau d'expédition huile EPF RAMA.

L'huile issue de la séparation tri-phasique de l'unité sus citée (environ 32000 sbbl/j) est expédié à l'aide d'une unité de pompage via deux collecteurs de transfert 8" (8''A et 8'' B) au point de raccordement sur la ligne existante 10" de réseau de collecteur des champ RDC et HMD vers CINA .

Le schéma ci-dessous présente le process flow diagramme (PFD) du RAMA jusqu' au centre de traitement CINA, qui montre que cette production est acheminée en jonction (jonction ONI 31) avec la production huile de l'EPF ONI 31 qui sera prise en considération dans notre étude (annexe A).

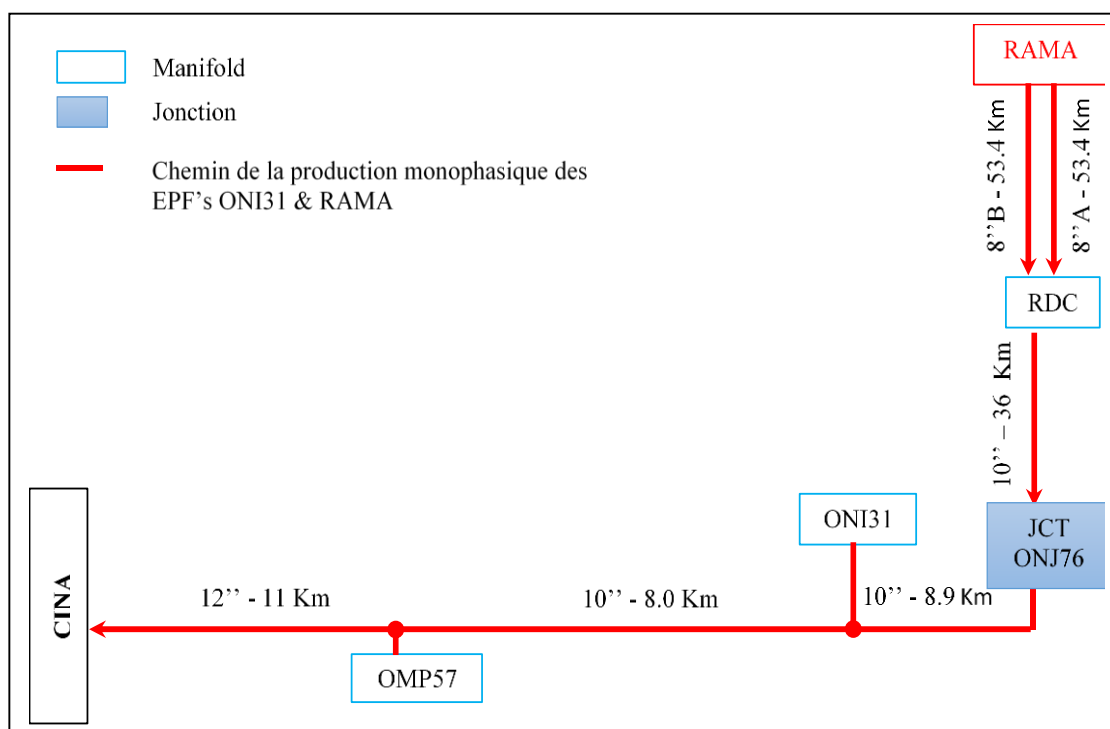


Figure III.4 : PFD de réseau RAMA

III.4.2. Paramètres de production de l'EPF RMA

III.4.2.1. Production par puits

L'EPF RAMA est alimenté par 27 puits dont 17 sont ouverts soit une production actuelle de l'ordre de 140 m³/h d'huile et 464 159 sm³/J gaz. (Voir tableau ci-dessous) :

Tableau III .1 : Paramètres de production par puits du champ RAMA du 01/10/2021

Puits	Manif	Pt (Kg/cm ²)	Pp (Kg/cm ²)	Jge(Sm ³ /h)	GOR	Eau Recup. (m ³ /j)	Etat	Date de Fermeture
SRAMA1	EPF-RAMA	39.8	26.5	2.7	106	0	Ouvert	
BBR1B	EPF-RAMA	30	28	0.6	122	0	Ouvert	
BBR2	EPF-RAMA	29	28	1.4	113	0	Ouvert	
BEK1	EPF-RAMA	88.7	32.6	6.5	189	0	Ouvert	
BEK2	EPF-RAMA	282.5	29.6	12.5	193	0	Ouvert	
ERAA1	EPF-RAMA	105.1	28.6	8.6	226	0	Ouvert	
ERAMA1	EPF-RAMA	180.5	39.8	14.7	192	0	Ouvert	
HMGB1	EPF-RAMA	90.7	31.6	9.8	20	0	Ouvert	
NRAA2	EPF-RAMA	68.3	43.9	8.3	45	0	Ouvert	
NRAA4	EPF-RAMA	55.1	41.8	4.7	78	0	Ouvert	
OEN1	EPF-RAMA	102	40	10.3	223	0	Ouvert	
RAA5	EPF-RAMA	28.6	27.5	0.7	144	0	Ouvert	
SBBR1	EPF-RAMA	45	31	0.4	360	0	Ouvert	
WBEK1	EPF-RAMA	146.9	30.6	7.9	258	0	Ouvert	
WOEN1	EPF-RAMA	310.1	34.7	16.5	238	0	Ouvert	
ZAM1	EPF-RAMA	134.8	32.6	15.9	26	0	Ouvert	
ZAM2	EPF-RAMA	166.7	49.1	12.3	37	0	Ouvert	
NRAA1	EPF-RAMA	8.1	3.6	0.8	113	0	fermé	01/05/2021
RAA1	EPF-RAMA	19	17	0.8	460	0	fermé	01/10/2020
RAA2	EPF-RAMA	20.4	19.4	1.8	124	0	fermé	06/07/2021
RAMA1	EPF-RAMA	168	24	3.5	118	0	fermé	17/09/2021
Total production EPF RAMA				135.4	143	0		

III.4.2.2. Paramètres de production de l'EPF par EXPRO

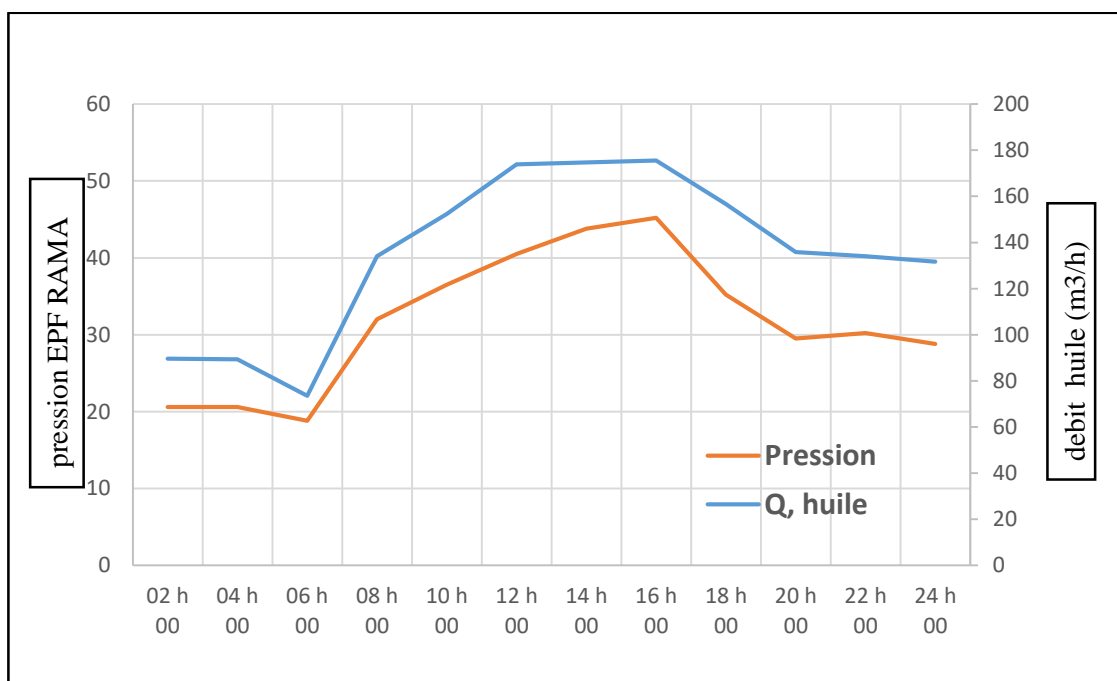
Les paramètres de production enregistrée par le prestataire EXPRO au niveau de l'EPF RAMA pour chaque deux (02) heures sont représentés dans le tableau ci-dessous

Le débit huile varié entre 73.5 m³/h et 175.7 m³/h soit une moyenne de 137 m³/h et une la pression de refoulement de 18.8 et 45.2 bar respectivement

Tableau III .2 : Paramètres de production de l'PF RAMA du 01/10/2021

Date	Horaires		Pression			Température		Q, huile	Q, eau	Q Gas	Q Gas	GOR
			(Kg / cm ²)			Sep 1 ° C		Moyen	Moyen	Moyen	Vers GBRS	
	Début	Fin	mfd	Sép	Ref	Huile	Gaz	m ³ /h	(l/h)	m3/h	m3/h	`
01-oct-2021	00 h 00	02 h 00	12,11	11,96	20,6	24,2	24,7	89,6	0	9429	0	105
	02 h 00	04 h 00	14,57	14,46	20,6	23,4	23,7	89,3	0	0	0	0
	04 h 00	06 h 00	17,67	17,56	18,8	22,6	22,8	73,5	0	6583	0	90
	06 h 00	08 h 00	18,52	18,38	32	22,5	22,8	134	0	19027	0	142
	08 h 00	10 h 00	18,62	18,4	36,5	27,9	27,7	152,3	0	22659	0	149
	10 h 00	12 h 00	18,63	18,38	40,5	36,2	35,1	172,4	0	24852	0	140
	12 h 00	14 h 00	18,51	18,19	40,8	42,7	40,9	173,3	0	26595	1525	142
	14 h 00	16 h 00	18,3	17,63	45,2	45,6	43,8	175	0	25672	20162	141
	16 h 00	18 h 00	17,84	17,54	35,2	43	42,2	156,7	0	24775	19859	158
	18 h 00	20 h 00	17,44	17,29	29,5	36,5	36,3	135,8	0	22662	19707	167
	20 h 00	22 h 00	17,23	17,08	30,2	31,5	31,3	134,1	0	21284	19781	159
22 h 00	24 h 00	16,92	16,78	28,8	28	27,9	131,7	0	21056	19924	160	
Moyenne Journalière			17,2	16,97	31,56	32	31,6	137,09	0	18716	8413	137

La fluctuation de débit influe proportionnellement sur la variation de la pression de refoulement comme le montre la figure ci-après :

**Figure III.5**: Graphe évolution de la pression de RAMA en fonction de débit

III.5. Création (construction) de modèle

La modélisation consiste à la conception, à l'aide d'un logiciel, un modèle qui représente un système réel pour comprendre son fonctionnement, et cela par la définition de tous ces composants (source, pipelines, manifolds, jonction, séparateur, point d'arrivé, ..., etc.) et différents paramétrés de production (fluide, débits, pressions, températures,...etc.)

Pour la réalisation de notre étude on doit créer un modèle de réseau actuel d'expédition de la production de l'EPF RAMA vers le centre de traitement CINA on reproduisant le réseau d'acheminement de cette production (voir figure III.6) comme suit :

III.5.1. Modélisation Source : EPF RAMA, EPF ONI 31

Notre modélisation source consiste à l'introduction des paramètres de production tel que débits :(huile, gaz, eau, température...etc) issus des jaugeages et les Caractéristiques petro physiques de fluide (densité, viscosité...etc) issues des PVT.et cela pour les deux EPF

The figure displays two screenshots of the PIPESIM software interface for modeling a source. The top screenshot shows the 'FLUID' tab with the following fields and values:

- Name: fluide EPF RAMA
- Description: (empty)
- Properties: Viscosity, Calibration, Thermal
- STOCK TANK PROPERTIES:
 - Watercut: 0 %
 - GOR: 15 sm3/sm3
 - Gas specific gravity: 0,82
 - Water specific gravity: 1,02
 - API: 45 dAPI
- CONTAMINANT MOLE FRACTIONS:
 - CO2 fraction: 0
 - H2S fraction: 0
 - N2 fraction: 0
 - H2 fraction: 0
 - CO fraction: 0

The bottom screenshot shows the 'SOURCE' tab with the following fields and values:

- Name: EPF RAMA
- Active:
- Fluid model: BOFluid 73
- Override phase ratios:
- GOR: 13 sm3/sm3
- Watercut: 0 %
- PRESSURE/FLOWRATE BOUNDARY CONDITIONS:
 - PQ curve:
 - Pressure: (empty) barg
 - Temperature: 20 degC
 - Liquid flowrate: 135 SM3/h

Figure III.6: Interfaces de modélisation source (EPF RAMA)

III.5.2. Modélisation Réseaux : collecteurs, jonctions

La modélisation réseaux consiste au désigne des pipelines (collecteurs) sur le même tracé (itinéraire) et géométrie : (longueur, diamètre, profil et élévation) et conditions environnementales pour tous les collecteurs constituant le réseau exploité. Tout en insérant les auxiliaire jonction, vannes MFD, etc.

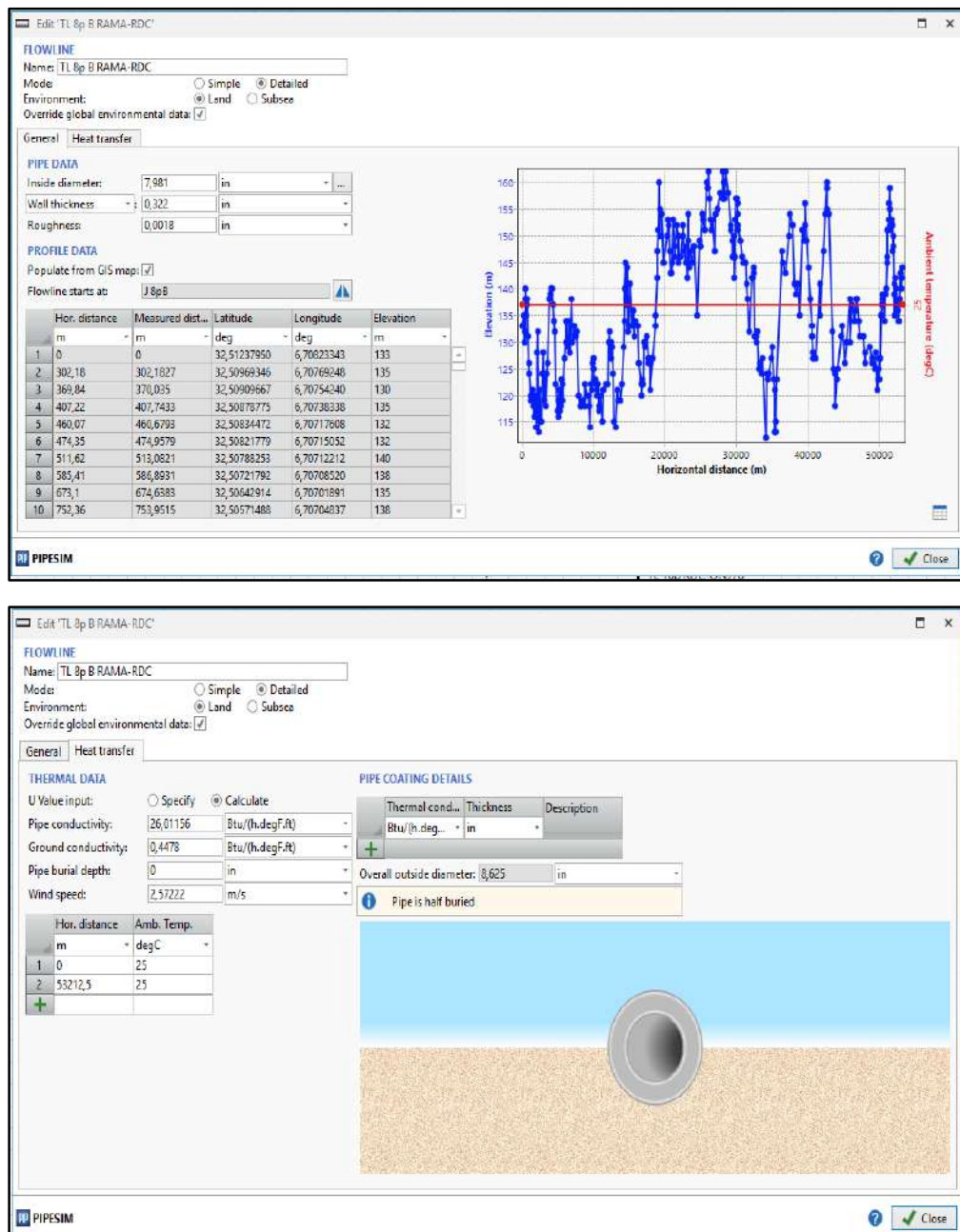


Figure III.7: Interface pipesim de modélisation des collecteurs

III.5.3. Modélisation Arrivée : MFD CINA (séparation)

Le paramètre qui caractérise un manifold est la pression a son niveau qui est représenté sur le model comme sink.

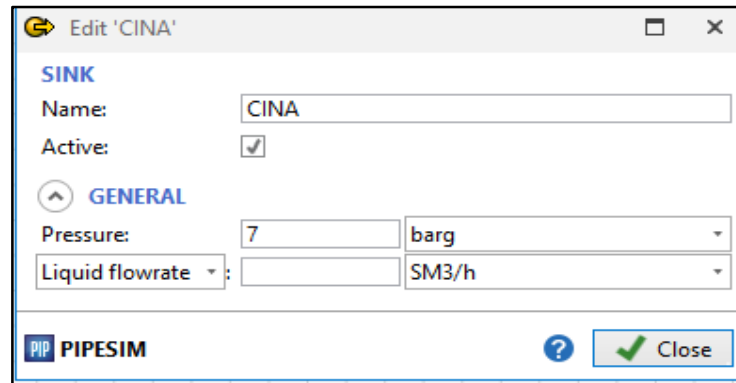


Figure III.8 : Interface Sink

Le model crée est schématiser sur la figure suivante :

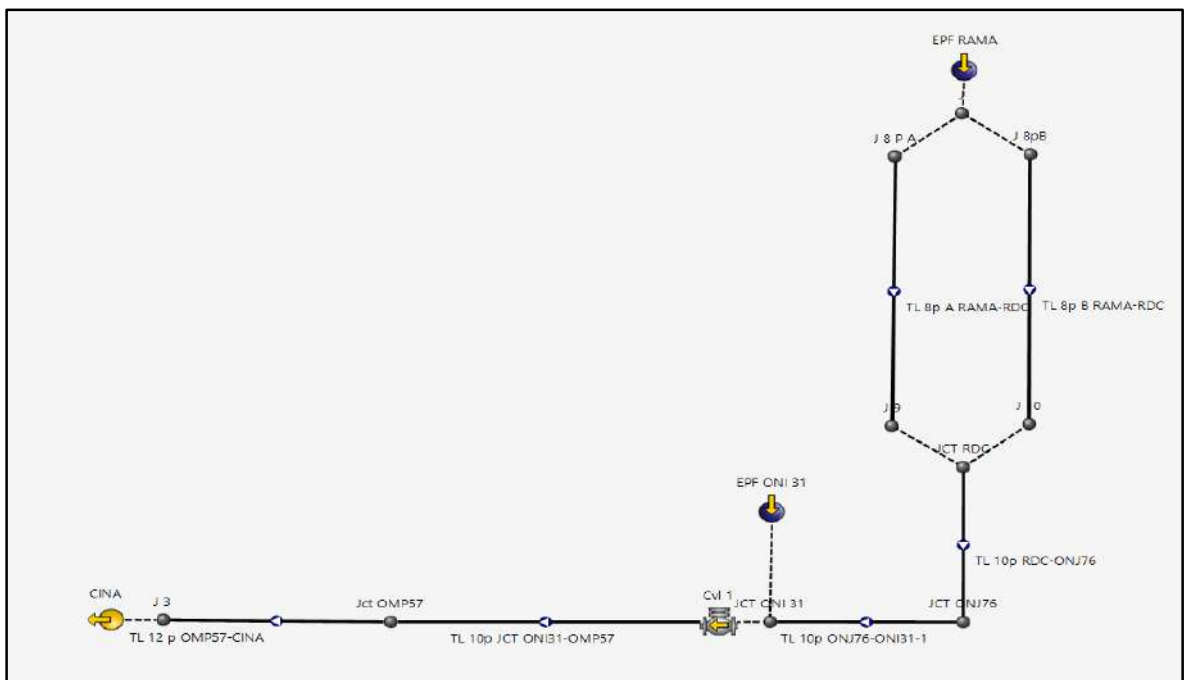


Figure III.9 : Schémas de model de réseau actuel

Model crée sur GIS map (modélisation réseau de collecteur EPF RAMA -CINA) est schématiser sur la figure :



Figure III.10 : Model sur GIS map

III.5.4. Calage de model

Dans le cas de modélisation d'un réseau existant, on doit caler notre modèle. L'objectif du calage consiste à ajuster les valeurs des pressions calculées avec les valeurs mesurées, afin de construire un modèle de base qui reflète l'état du réseau de collecte et qu'il soit représentatif et fiable pour toute simulation.

On a pris comme hypothèse que l'erreur admissible entre la valeur mesurée P_m et la valeur calculée P_c ne doit pas dépasser 7%, c'est-à-dire :

$$E_{\text{eff}} = \frac{P_c - P_m}{P_m} \leq 7\%$$

Après l'élaboration de model on a procédé au calage (matching) par comparaison des pressions calculées sur le model aux pressions mesurées (réels) sur différents points de réseau tel que :

- ✓ Pression EPF RAMA (refoulement pompes d'expédition).
- ✓ Jonction RDC.
- ✓ Jonction ONI 31

Le tableau ci-dessous illustre les résultats de calage de model (pression en fonction de débit (140 m³/h de la journée 29/09/2021) :

NB : corrélation utilisé : **Beggs & Brill**

Tableau III.3 : Sensibilisation de modèle

	P mesurée (bars)	P Calculée (bars)	E effet	Observation
DEBIT huile	140 m ³ /h			
EPF RAMA	37	37,4	1%	E eff < 7 %
RDC	26,3	25,8	-2%	E eff < 7 %
JCT ONI 31	14.8	14,2	-5%	E eff < 7 %

	Name	Type	Pressure (out)	Temperatur...	ST liquid rate	ST Oil rate	ST GOR	ST WCUT	FL WCUT
			barg	degC	SM3/h	SM3/h	sm3/sm3	%	%
1	J	Junction	37,37062	20	140,0016	140,0016	13,00007	0	0
2	JCT ONI 31	Junction	14,24456	23,49494	200,0014	196,4014	13,28721	1,799982	1,738939
3	JCT RDC	Junction	25,78187	25,07265	140,0016	140,0016	13,00007	0	0
4	CINA	Sink	6,999836	24,03714	200,0014	196,4014	13,28721	1,799982	1,764091
5	EPF ONI 31	Source	14,24456	20	59,99982	56,39983	13,99997	6	5,80633
6	EPF RAMA	Source	37,37062	20	140,0016	140,0016	13,00007	0	0

Figure III.11 : Pris de PIPESIM

D'après les résultats obtenus et comme indiqué sur le tableau on voit bien que l'erreur effective est admissible (< 7%) sur les différents points de mesure.

Cela signifie que notre modèle de réseau d'expédition de l'huile de l'EPF RAMA vers CINA est fiable et représentatif ce qui nous permet de l'exploiter avec confiance pour simulation de son comportement, et étudier sa sensibilité aux différents paramètres et prédire l'influence des changements futurs sur les paramètres régissant ce réseau (débits, pressions, température, etc.) pour l'optimisation de la production.

III.6. Simulation des solutions proposées

Pour remédier à la contrainte d'augmentation de la pression de réseau d'expédition huile RAMA deux solutions se présentent :

1. L'extension de réseau par la pose d'un nouveau collecteur en parallèle aux existants qui est une solution conventionnelle pour minimiser les pertes de charge et soulager le réseau.
2. Installation d'un système de pompage multiphasique sur un point de réseau afin de diminuer la pression de réseau en amont de ce point.

Cette technologie est nouvellement utilisée sur le champ de Hassi Messaoud pour l'expédition de l'hydrocarbure et la première fois pour ce genre de problème à savoir sur des collecteurs pour soulager et optimiser le réseau existant sans avoir recours à son extasions.

III.6.1. Evolution de la pression de refoulement RAMA en fonction de débit

En exploitant le model crée pour étudier la sensibilité de réseau actuel a l'augmentation éventuel de la production on procède à l'étude de variation de la pression de refoulement EPF RAMA en fonction de débit illustrer sur le tableau (ci-dessous):

Tableau III.4: Variation de la pression de refoulement EPF RAMA

débit huile (m3/h)	pression de refoulement (EPF RAMA)	vitesse 8" (m/s)	Pression jonction RDC (bar)	pression jonction ONI 31(bar)
140	37,3	0,61	26,3	15,3
144	38,5	0,63	27	15
148	39,7	0,65	27,7	15,5
152	41	0,69	28,4	15,7
156	42,23	0,7	29	16
160	44,3	0,71	30	16
164	46,5	0,72	30,8	16,3
168	47	0,74	31	16,5
172	48,4	0,76	32,3	16,7
176	49,8	0,78	33,2	16,9
180	51,3	0,8	34	17,1
184	52,7	0,81	34,8	17,3
190	55	0,83	36	17,5
195	57	0,86	37	17,8
200	58,9	0,88	38,2	18
205	61	0,9	39,3	18,25
210	63	0,92	40,4	18,5
215	65	0,94	41	18,8
217	67,3	0,97	42,8	19,1

Les résultats obtenus de la simulation de l'augmentation de la production (débit) nous renseignent sur les pressions correspondantes pour chaque éventuelle augmentation de débit ce qui nous permet d'anticiper les actions et solutions à entreprendre.

L'augmentation de débits provoque l'augmentation de la pression de refoulement des pompes d'expédition qui ont une pression de tarage de 50 bars (pression de service max des lignes), et cette limite sera atteinte avec une production de l'ordre de 176 m3/h comme indiquer sur le graphe suivant :

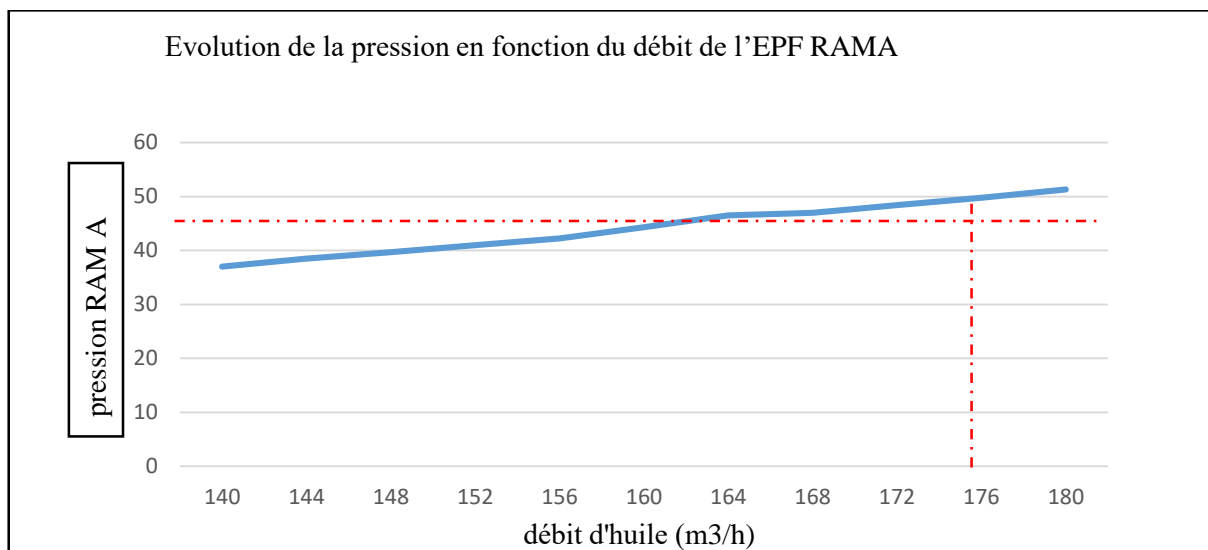


Figure III.12: Evolution de de la pression RAMA en fonction de débit

III.6.2. Solution proposes

Parmi les solutions proposées pour le soulagement de réseau de collecteur acheminant la production de l'EPF RAMA vers CINA on a proposé les solutions suivantes :

- **La pose d'un collecteur en parallèle aux collecteurs existants**

Cette proposition est basée sur la diminution des pertes de charge (ΔP) dans les collecteurs engendrées par l'augmentation de la production ($\Delta P = f(\varnothing, Q)$ diamètre et débit), l'installation d'un nouveau collecteur permet d'agrandir le diamètre de passage et de partager la production par trois (3) collecteurs au lieu de deux (02) (8''A, 8''B).

- **Installation d'un système de pompage multiphasique Sur un point de réseau en question :**

L'aspect de cette solution repose sur le soulagement de réseau actuel par la diminution de la pression sur le point choisi de réseau (jct RDC) qui engendrera la baisse de pression au niveau de l'EPF RAMA (P de refoulement pompes) par l'installation d'une pompe multiphasique pour générer cette diminution (ΔP).

Pour opter pour l'une de ces possibilités une étude d'impact s'impose.

III.6.2.1. Pose d'un collecteur 8'' en parallèle aux collecteurs existants

La poser d'un nouveau collecteur 8'' de RAMA vers RDC permet de diminuer la pression de réseau qui est traduit par la pression de refoulement des pompes d'expédition (EPF RAMA).

Le model de simulation de cette proposition est schématisé sur la figure suivante :

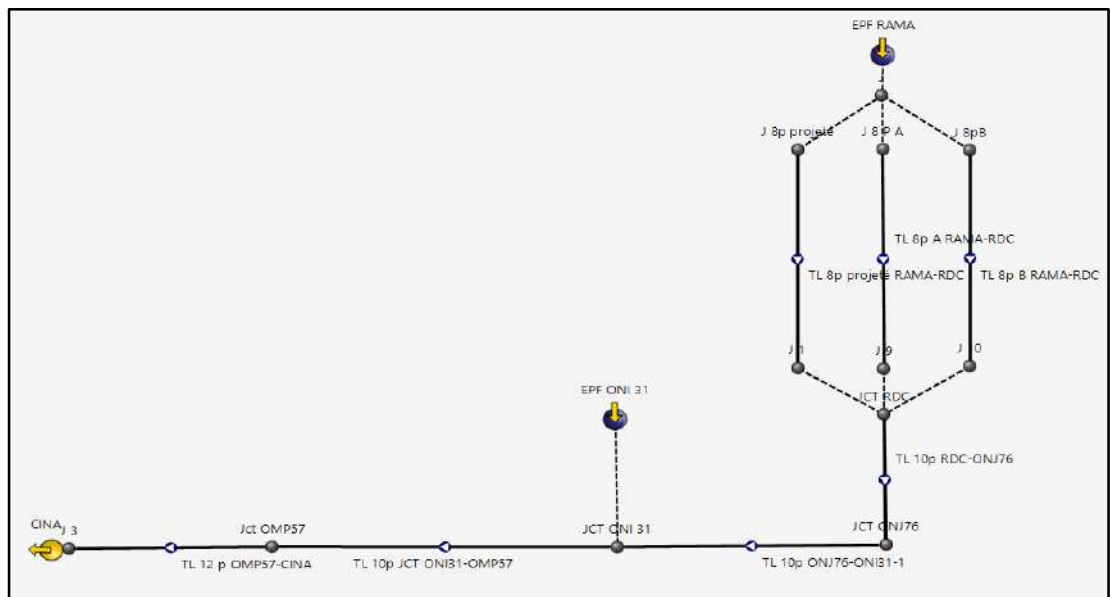


Figure III.13: Schéma de simulation de la pose d'un collecteur 8''

Les résultats de simulation de la pose d'un nouveau collecteur 8'' (RAMA-RDC) sont représentés sur le tableau suivant :

Tableau III .5 : Variation de la pression de refoulement EPF RAMA

Réseaux actuel			Avec nouveau collecteur 8''	
Débit huile m3/h	pression de refoulement (RAMA) (bar)	vitesse écoulement 8'' (m/s)	pression de refoulement (RAMA) (bar)	Vitesse écoulement 8'' (m/s)
164	46,5	0,72	38	0,48
168	47	0,74	39	0,5
172	48,4	0,76	40,3	0,51
176	49,8	0,78	41,5	0,52
180	51,3	0,8	43,8	0,53
184	52,7	0,81	44	0,54
190	55	0,83	46	0,56
195	57	0,86	47	0,58
200	58,9	0,88	49,5	0,6
203	61	0,9	50.2	0,67

Name	Flow directi...	System DP	ST Liq. rate...	ST GOR at o...	ST WCut. at...	EVR max.	System inlet P	System outl...	Mix. vel. at i...	Mix. vel. at...	
		bar	SM3/h	sm3/sm3	%	fract.	barg	barg	m/s	m/s	
1	CINA	forward	10,96037	263,0001	13,21747	1,368817	0,3626788	17,96021	6,999837	1,48871	1,826471
2	EPF ONI 31	forward	0	59,99982	13,99997	6		17,96028	17,96028		
3	EPF RAMA	forward	0	203,0003	13,00007	0		50,21953	50,21953		
4	J_J 8 P A_JCT RDC	forward	11,03746	67,61445	13,00007	0	0,1386217	50,21953	39,18206	0,6003799	0,6033703
5	J_J 8p projeté_JCT RDC	forward	11,0064	67,55598	13,00007	0	0,1385021	50,21953	39,21312	0,5998608	0,6028479
6	J_J 8pB_JCT RDC	forward	11,08842	67,82985	13,00007	0	0,1390638	50,21953	39,1311	0,6022926	0,6052937
7	JCT RDC_JCT ONI 31	forward	21,40133	203,0003	13,00007	0	0,2641619	39,36161	17,96028	1,149246	1,150309

Figure III.14 : interface des résultats PMP

Des résultats obtenus de la simulation on constate que la pose d'un collecteur 8'' en parallèle aux existants permet d'augmenter la production jusqu'à 200 m³/h pour une pression de 50 bar.

III.6.2.2. Installation d'un système de pompage multiphasique sur un point de réseau (Jonction RDC)

La deuxième possibilité consiste à l'installation d'un système de pompage multiphasique sur le réseau de collecteur pour le soulager et diminuer la pression et pouvoir augmenter la production.

▪ Choix de l'emplacement de la pompe

Le point choisi pour l'installation des pompes multiphasiques est la jonction RDC pour les critères suivants :

- ✓ Emplacement idéal pour l'installation de PMP, RDC se situe à mi-chemin entre RAMA et CINA.
- ✓ Plateforme disponible ce qui va réduire le délai de mobilisation des équipements.
- ✓ Présence de l'équipe de prestataire sur place (exploitant sur l'EPF RDC).

La simulation de l'installation des pompes multiphasiques est schématisée sur les figures suivantes :

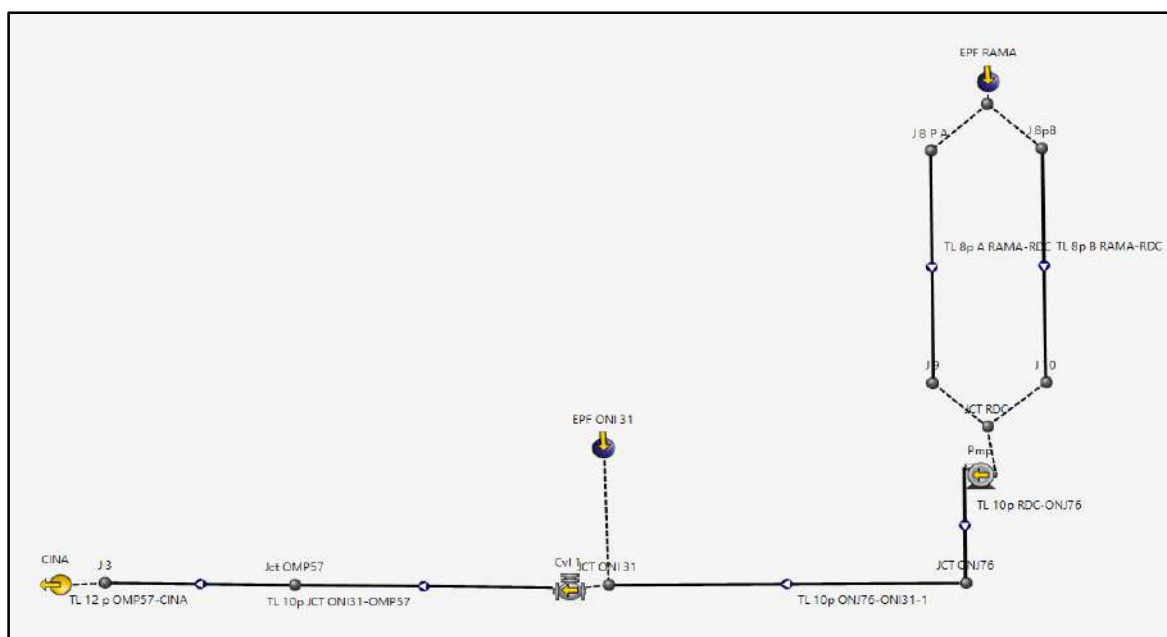


Figure III.15 : Schémas de la simulation d'installation de la PMP

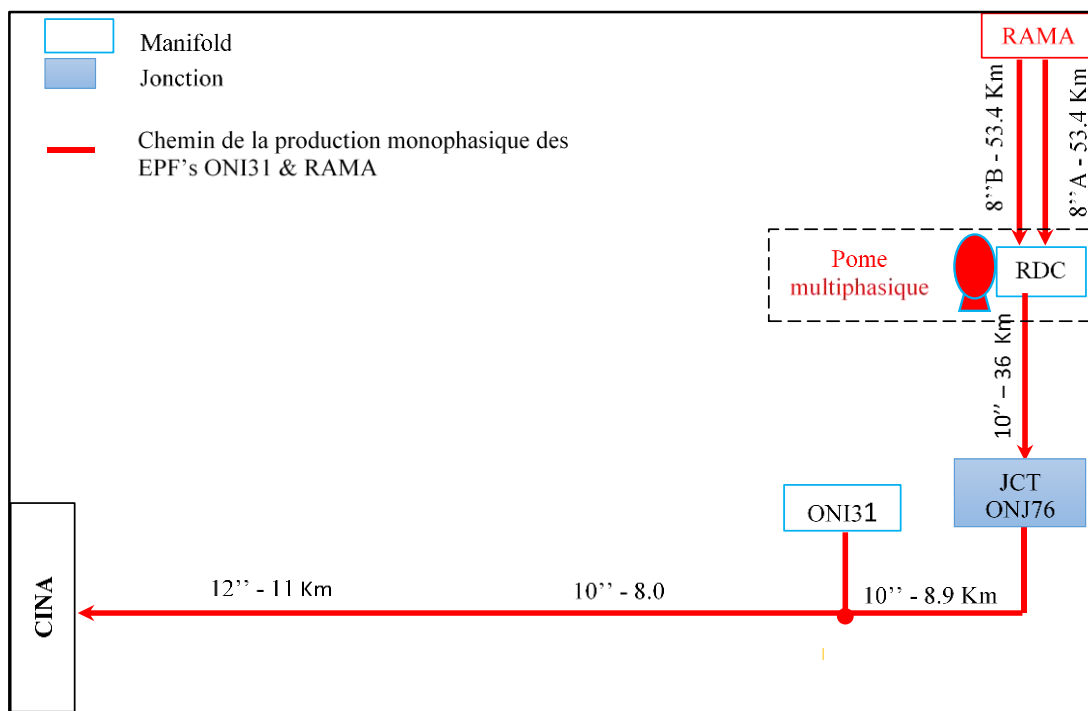


Figure III.16 : PFD après installation de la PMP

Les résultats de la simulation d'installation d'une pompe multiphasiques sur la jonction RDC sont montrés sur le tableau et graphe suivants :

Tableau III .6 : Variation de la pression de refoulement EPF RAMA

Débit huile (m3/h)	Réseau actuel	POMPE MP JCT RDC		
	pression de refoulement (rama)	Δp PMP =10 bar	Δp PMP =15 bar	Δp PMP =20 bar
160	44,3	33,9	28,6	24,5
164	46,5	34,8	30	25,8
168	47	36	30,7	26,5
172	48,4	37,6	32,7	28
176	49,8	39,4	34,2	30
180	51,3	40	35,6	31,5
184	52,7	42,3	37	33
190	55	44,4	39,2	35,3
195	57	46,3	41	37,2
200	58,9	48	42,9	39
205	61	50,3	46	41
210			47,9	43,3
215			49,4	45
220				47
223				49,49

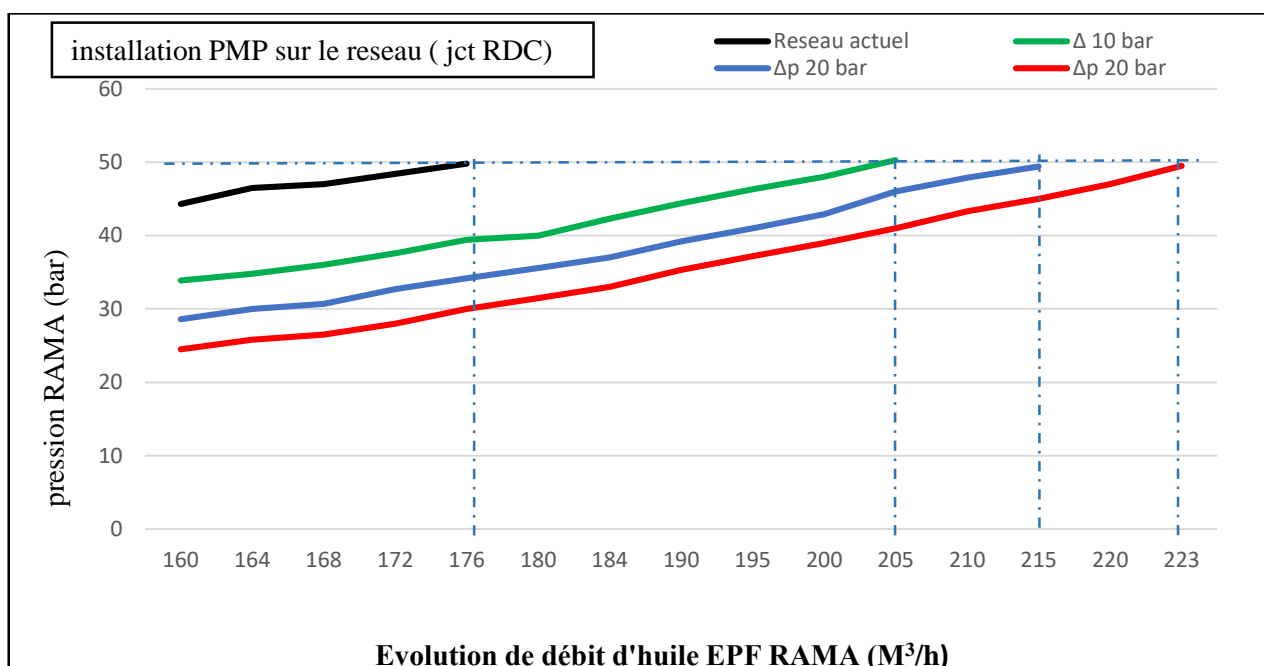


Figure III.17 : pressions en fonction des débits résultants de la simulation PMP (jct RDC)

Les résultats de la simulation illustrer sur le graphe ci-dessus nous montre les débits a atteindre après l'installation d'une pompe multiphasique sur le réseau existant et son comportement au augmentations de la production (débit huile) sans atteindre la pression de service limite (50 bars) avec différentes ΔP (pression différentielle) généré par la pompe ($\Delta P =$ pression de refoulement – pression d'aspiration)

L'installation d'une pompe multiphasique permet d'atteindre une production de l'ordre de: 223 m³/h pour $\Delta P = 20$ bar ,215 m³/h pour $\Delta P = 15$ bar et 205 m³/h pour $\Delta P = 10$ bar

III.7. Sélection de la solution

III.7.1. Les prévisions de la production

Les prévisions de l'augmentation de la production par la mise en production et raccordement de nouveau puits sur l'EPF RAMA nous permet de choisir entre les deux solutions proposer pour soulager le réseau et remédier à l'augmentation de la pression.

L'apport en production des nouveaux puits à raccorder sur l'EPF RAMA est illustrer sur le tableau suivant :

Tableau III .7 : production prévisionnel des nouveaux puits

Puits	Q (m3/h)	P tête (bar)	P pipe (bar)
ERAMA2	10	110	30
ZMD1	15	134	38
BMTG1	9	203	43
BEK3	14,5	220	43
total	42 m3/h		

La production de l'EPF RAMA atteindra avec la mise en production des nouveau puits un débit huile de l'ordre de 217 m3/h (175actuel +42 prévision)

III.7.2. Optimisation

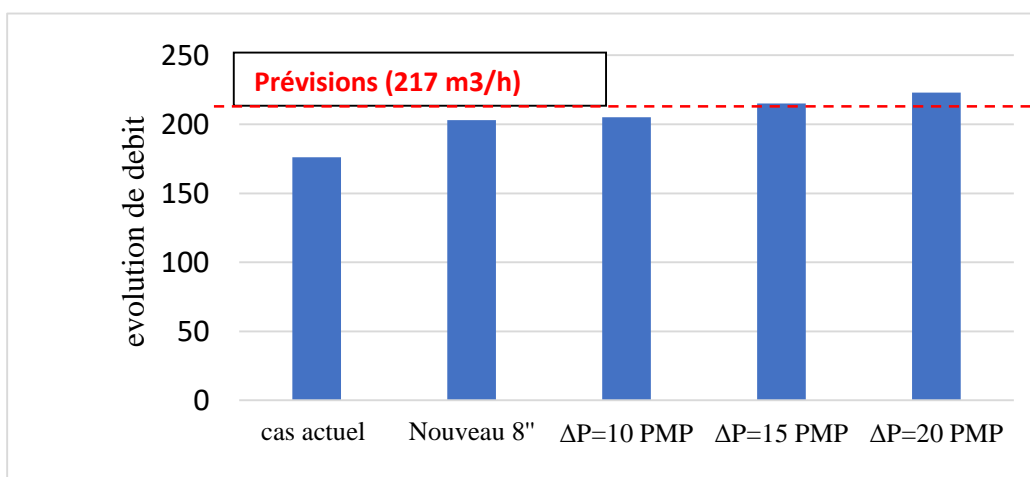
En basant sur notre étude de modélisation de réseau d'expédition huile on peut optimiser la production et le réseau d'expédition par la simulation de cette augmentation de production.

Les résultats de simulation de l'augmentation de production par les deux propositions sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau III .8 : Apport de production par les solutions proposées

	débit huile max m3/h	pression refoulemen	Apport de production admissible (m3/h)
cas actuel	176	50	/
Nouveau 8"	203	50	28< prévision
ΔP PMP =10 bar	205	50	30< prévision
ΔP PMP =15 bar	215	50	40= prévision
ΔP PMP =20 bar	223	50	48>prévision

La production pour une pression de refoulement de 50 bars est la suivante pour les différentes situations :

**Figure III.18** : Evolution de débit d'huile EPF RAMA

Après analyse des résultats de la simulation, nous constatant que la proposition d'installation d'une pompe multiphasique sur le réseau (jct RDC) est la solution la plus adéquate pour prendre en charge l'apport en production des nouveau puits comme le montre la figure III.18 pour une ΔP PMP =20 bar l'apport de production (48 m³/h) est au-delà des prévisions (42 m³/h) .

Constat :

- L'installation d'un nouveau collecteur nous permet de soulager le réseau actuel pour un apport de production de l'ordre de 30 m³/h.
- L'installation d'une pompe multiphasique avec une pression différentielle (ΔP =20 bar) sur le réseau (Jct RDC) soulage le réseau actuel et minimise la pression au niveau de l'EPF RAMA pour un apport de production de l'ordre de 50 m³/h .

III.8. Etude techno-économique

L'étude technico-économique est une étude approfondie de la faisabilité du projet elle a pour objet :

- ❖ D'évaluer les risques liés au marché
- ❖ D'examiner les aspects techniques et de déterminer les coûts.

L'étude technico-économique constitue la phase la plus importante et la plus délicate dans n'importe quel projet dans l'entreprise

La réussite du projet dépend, dans une large mesure, du sérieux et de la rigueur par lesquels l'étude technico-économique aura été conduite.

L'étude technico-économique est une analyse qui traite de la faisabilité du projet en appréciant les possibilités de succès de l'opération projetée, elle porte sur l'analyse de la viabilité du projet

III.8.1. Evaluation du projet

L'évaluation consiste à passer en revue toutes les données de l'investissement et de porter son choix sur une variante parmi celles retenues.

Deux (02) questions fondamentales se posent alors du point de vue de la collectivité et du point de vue de l'entreprise pour un projet donné.

Les réponses à ces deux questions peuvent être dirigeantes selon le point de vue adopté :

- Parmi les différentes solutions possibles, quelle est la plus intéressante ou bien la plus rentable ?

- La solution la plus rentable est-elle suffisante pour justifier une décision d'aller de l'avant.

III.8.2. Calcul du cout du projet (Installation de la pompes)

Le cout du projet = 2 x cout d'installation d'une pompe

Cout d'installation d'une pompe = Prix de mobilisation + prix matériel nécessaire pour le raccordement + prix de location* Nbre heures

Prix de mobilisation = **146644 \$**

Calcul du prix matériels nécessaire pour le raccordement :

Tableau III .9 : Prix de matériels

Matériels	prix unitaire DA	quantité	Prix total DA
Vannes 12''	150 000	4	600 0000
Tee 12''	30 0000	6	180 0000
Coude 12''	30 0000	4	120 0000
Pipeline 12''	10 000	500 m	500 0000
Total en DA	14 000 000 DA (taux de change 1 \$ = 140 DA)		
Total en \$	100 000 \$		

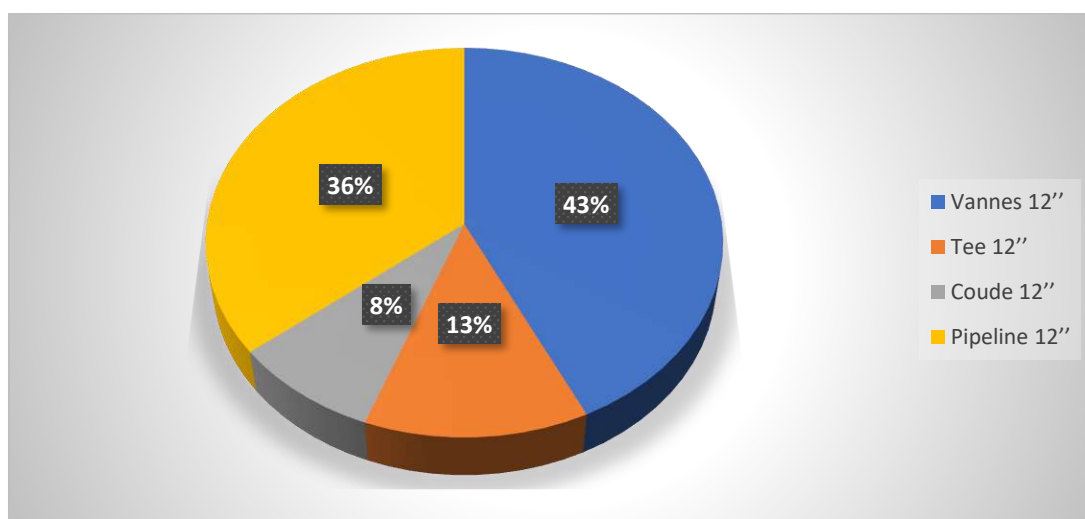


Figure III.19 : Cout du projet

Cout d'installation d'une pompe = **(146644 +100 000) x2**

Cout d'installation d'une pompe = **493 288 \$**

- **Cout de gain**

Sachant que le prix de baril= 50

- **Gain en production =42 m3/h**

Cout de revenu pour une journée de production= $(42\text{m}^3/\text{h} \times 24) \times 6,3 \times 50 = 317\,520 \$$

Cout de revenu pour 02 jour de production= $2 \times 317\,520 = 635\,040 \$$

- **Gain 1 (prix de location non compris)**

Gain 1 = revenu – cout d'installation = $635040 - 493\,288 = 141\,752\$$

Gain2 (prise en considération le prix de location)

Gain2 = gain 1 – prix de location de 2 jour

Prix de location de 2 jour = $2 \times \text{prix unitaire par heure} \times 24 = 2 \times 160 \times 24 = 7700 \$$

- **Gain 2 = $141752 - 7700 = 134000 \$$ c'est le gain de 02 premiers jours**

D'après le calcul ci-dessous, la période d'amortissement du projet = 02 jours

A partir du 3^{ème} jour le gain sera calculé comme suit :

Gain = revenu /jour – location d'un jour

Gain = $317\,520 - 7700 = 309\,820 \$$

Conclusion Et Recommandations

Conclusion et recommandations

L'augmentation de la production du champ de développement RAMA par la mise en service des nouveaux puits (forés attente raccordement, en cours de forage) engendre l'augmentation de la pression de refoulement des pompes d'expédition au niveau de l'EPF RAMA qui ont une pression de tarage de 50 bars (pression de service max des lignes),

Cette contrainte limite la production de ce champ important de la région de HASSI Messaoud a seulement 176 m³/h, et ce afin de ne pas dépasser la pression de service admissible des installations et des lignes.

L'analyse des résultats d'étude de modélisation et la simulation par le logiciel PIPESIM nous ont permis d'optimiser la production par l'installation d'une pompe multiphasique le réseau afin de diminuer sa pression.

L'implémentation de cette pompe multiphasique (PMP) au niveau du site RDC nous a permis d'acheminer un débit conséquent allant jusqu'à 223 m³/h ce qui représente une augmentation de production de l'ordre de 50 m³/h.

Cette technologie est nouvellement utilisée sur le champ de Hassi Messaoud pour l'expédition de la production et la première fois pour ce genre de problèmes, à savoir sur des collecteurs pour soulager et optimiser le réseau existant sans avoir recours à son extension (pose de nouveau collecteur) et avec un investissement moins coûteux par rapport à l'extension et un délai de réalisation moins.

L'amortissement de l'installation de cette pompe est minime (2 jour) par rapport au gain en production (42 m²/h).

Dans cette étude, le point principal est le respect du débit de refoulement minimal et du débit maximal autorisé nécessaires pour les pompes. En ce qui concerne la protection contre les facteurs de risque, une surveillance du niveau et une surveillance de la température sont impératives pour les pompes. Pour cela, nous recommandons des appareils de surveillance électronique. De plus, un ampèremètre doit être installé pour surveiller le moteur à gaine.

Références Bibliographiques

[*] document interne SONATRACH

[**] document interne IAP HASSI MESSAOUD

[1] data-bank géologie (sonatrach)

[2] FRAINE Youssouf «ETUDE ET MODELISATION DU CHAMP RHOURE DE CHEGGA (RDC) EN VUE DE L'OPTIMISATION», Mémoire de fin de formation d'ingénieur spécialisé, IAP de Boumerdès, 2017.

[3] réseau de collecte sonatrach

[4] http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_C_M02_G02/co/Contenu_30.html

[5] https://www.researchgate.net/figure/Diagramme-de-Moody-coefficient-de-perdes-de-charge-l-en-fonction-du-nombre-de-Reynolds_fig7_28612966

[6] BOUSSANDEL Abdelaziz « étude de la back allocation de la production, cas de la station satellite S1A », Mémoire de fin de formation d'ingénieur spécialisé, IAP de Boumerdès, 2017.

[7] BERRAHAL Sara « Modélisation et optimisation (Puits, réseau de collecte) », Mémoire de fin de formation d'ingénieur spécialisé, IAP de Boumerdès, 2017.

[8] REMACHE Fares « Etude du régime rationnel de fonctionnement d'une pompe centrifuge avec vitesse variable par MLI », mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2018.

[9] <https://www.franceenvironnement.com/sous-rubrique/pompe-a-vis>

[10] <https://dienerprecisionpumps.com/fr/positive-displacement-pumps/>

[11] BENLABIOD Benaissa, « Etude comparative 'Equation d'Euler' Dimensionnelle Et Expérimentale. Cas d'une pompe centrifuge radiale de POVAL », Mémoire de master, école nationale supérieure d'hydraulique -ARBAOUI Abdellah, 2014.

[12] BOURAS Lamine « Optimisation de la production des hydrocarbures par le pompage multiphasique sur la zone OMK », Mémoire de fin de formation d'ingénieur spécialisé, IAP de Boumerdès, 2017.

[13] **OUTILS INFORMATIQUES**

- PIPESIM 2020.1

- Microsoft office 2019

Annexe A

