

Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procèdes



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies.

Filière : Industries pétrochimiques.

Spécialité : Génie du Raffinage

Présenté par : **AMMARI AHMED TIDJANI**
FREDJ KHALED

Thème :

Amélioration de l'exploitation de la pompe au
centre principal d'injection d'eau par la
compensation de l'eau traitée au niveau de
champ de Zarzaitine (ZR)

Soutenu publiquement le : 26/06/2021

Devant le jury composé de :

M .GHIABA Zineb	Pr	Président	UKM Ouargla.
Mr. SEKIRIFA Med Lamine	Pr	Examineur	UKM Ouargla.
Mr. CHENNOUF Nasreddine	MCA	Rapporteur	UKM Ouargla.

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Toute notre gratitude et nos sincères remerciements à nos cher encadreur

Mr Chennouf Nasreddine.

Pour les précieux conseils qu'il nous a fournis lors de la réalisation de ce projet.

*Nous remercions le comité de discussion et la présidente du comité, **M : Ghiaba***

Zineb**, Nous remercions le professeur de discutant **Mr : Sekirifa Med lamine.

Salutation a tous les enseignants du département Génie de précédés.

Ainsi qu'à nos enseignants de université kasdi merbah .

Résumé

Une fois l'énergie primaire épuisée des puits de pétrole, il en résulte une diminution de la pression au niveau des puits, la pression est donc augmentée par pompage d'eau. Cette technique est une des techniques de récupération secondaire les plus courantes.

La production de brut au niveau de champ de Zarzaitine (ZR) est essentiellement assistée par l'injection de l'eau et l'injection de gaz lift.

Vu la fluctuation de la production de brut à cause du manque d'eau d'injection au centre principal d'injection d'eau (CPIE), ce qui amène la pompe d'injection au niveau de ce centre à fonctionner à son point minimum (régime bas) et causer d'autres problèmes dans le processus notamment dans la turbine.

Dans ce document, on a proposé le renforcement en terme de quantité d'eau le centre de CPIE, allant du centre de traitement des eaux (CTE) par la réalisation d'un ouvrage reliant les deux centres, Cette ouvrage contient des pipes et de pompe centrifuge.

Après la détermination de chemin suivi par la conduite et basant sur une étude technique, la puissance de la pompe et le diamètre optimal de la conduite ont été déterminé.

Mots Clés : Injection d'eau, Pompe, Pertes de charge, Diamètre optimal.

Abstract

After the primary energy is exhausted from the oil wells, it results in a decrease in pressure at the level of the wells, so the pressure is raised by pumping water. This technique is one of the most common secondary recovery techniques

The production of crude at the Zarzaitine (ZR) field is mainly assisted by the injection of water and the injection of gas lift.

Given the fluctuation in crude production due to the lack of injection water at the main water injection center (CPIE), which causes the injection pump at this center to operate at its minimum point (low speed) and causes other problems in the process, especially in the turbine.

In this document, it was proposed to strengthen the CPIE center in terms of quantity of water, from the water treatment center (CTE) by the construction of a structure dependent on the two centers. . This structure contains centrifugal pump tubes

After determining the path followed by the pipe and based on a technical study, the pump power and the optimum diameter of the pipe were determined

Keywords: Water injection, Pump, Pressure drop, Optimal diameter .

الملخص

بعد استنفاد الطاقة الأولية من الابار البترولية ينتج عنه انخفاض لضغط على مستوى الابار، فيتم رفع الضغط عن طريق ضخ الماء، وتعد هذه التقنية من التقنيات الاسترداد الثانوية الاكثر شيوعا. يتم دعم الإنتاج الخام في حقل زرزيتين (ZR) بشكل أساسي عن طريق ضخ الماء والرفع بالغاز. نظرا للتذبذب في الإنتاج الخام بسبب نقص الماء المستعمل في مركز ضخ الماء الرئيسي (CPIE)، مما يؤدي إلى تشغيل مضخة الحقن في هذا المركز عند أدنى نقطة لها (سرعة منخفضة) ويسبب مشاكل أخرى في العملية، خاصة في التوربينات. في هذه الوثيقة، تم اقتراح تعزيز مركز CPIE من حيث كمية المياه، انطلاقا من مركز معالجة المياه (CTE) من خلال بناء هيكل يربط بين المركزين، ويحتوي هذا الهيكل على انابيب ومضخة طرد مركزي. بعد تحديد المسار الذي يتبعه الأنبوب وبناءً على دراسة فنية، تم تحديد قوة المضخة والقطر الأمثل للأنبوب. الكلمات المفتاحية: ضخ الماء، مضخة، انخفاض الضغط، القطر الأمثل.

Liste des abréviations

BP : basse pression.

CTE : Centre de Traitement des Eaux.

CTF : Contrôles fond de puits par Wire-line

CPIE : Centre Principal d'injection d'eau.

CS : Centre de Séparation.

C4 : centre de stockage n4.

FGL: Ferméture Gas Lift.

GOR: Gas Oil Ratio.

GSS : Groupement Sonatrach Sinopec.

HP : haute pression.

MP: moyenne pression.

NPSH: Net Positive Section Head.

PFD: process flow diagram.

PID: piping and instrumentation diagram.

ZR : Champ de Zarzaitine .

Liste des tableaux

Tableau I: rugosité de divers matériaux.....	25
Tableau II: Coefficient de Hazen Williams, Lamont (1981).....	29
Tableau III: coefficient de rugosité de Manning pour quelques matériaux de conduites.	29
Tableau IV: Coefficients de pertes de charge singulière pour une sélection de vannes et raccords ...	32
Tableau V: Tension de vapeur de l'eau.....	43

List des figures

Figure 1.1 : Situations Géographique du gisement Zarzaitine.....	2
Figure 1-2 : fermeture gaz lift	3
Figure 1- 3 : stockage C4.....	6
Figure 1- 4 : CTE/CPIE centre de traitement de l'eau produite	7
Figure 1-5 : CPIE(centre principale d'injection d'eau)	8
Figure 1-6 : centre principale d'injection d'eau (CPIE).....	11
Figure 2-1 : Schéma de principe de transfert d'un ballon à un autre	12
Figure 2-2: Exemple de pompe centrifuge de type Aspiration Axiale.....	14
Figure 2-3 : Exemple de pompe centrifuge simple	14
Figure 2-4 : Evolution de NPSH requis.	18
Figure 2-5 : Quelques exemples de courbes caractéristiques	19
Figure 2-6 : Courbe de rendement d'une pompe.	20
Figure 2-7 : Point de fonctionnement d'une pompe débitant dans une conduite.....	21
Figure 2-8 : Régimes d'un écoulement.....	22
Figure 2-9 : Expérience de Reynolds	22
Figure 2-10 : Diagramme universel de MOODY.	26
Figure 2-11 coupe de vanne et de coude produisant des pertes de charge singulières.....	29
Figure 2-12 Logiciel ASPEN HYSYS.....	32
Figure 2-13 phénomène de cavitation	33
Figure 3-1 : Choix de trajet adéquat de pipe d'eau.....	36
Figure 3-2 : Schéma symbolique de chemin reliant entre CTE et CPIE.....	37
Figure 3-3 : calcul de puissance de la pompe utilisant HYSYS.....	41
Figure 3.5 : : Confrontation de résultats de calcul avec le logiciel Hysys	41
Figure 3.5 : aspiration de la pompe.....	42

List des annexes

Annexe A : les pertes de charge singulière	47
---	-----------

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : présentation de la région d'étude	2
Introduction :	2
Les unités du champ de zarzaitine	2
C4: Procédé d'huile et centre de stockage	5
CTE /NCPIE	7
CPIE: Centre Principale D'injection D'eau	8
les puits injecteurs	9
réservoir de stockage	9
e CS/MD (groupe compresseur/ entrainement mécanique)	10
poste a gaz	11
unité d'injection des produits chimiques	11
system de sécurité	11
Chapitre 2 : Les Pompes	13
Introduction	13
Les catégories principales des pompes	13
Choix d'une pompe	17
Courbes caractéristiques d'une pompe	18
Point de fonctionnement d'une pompe	21
Pertes de charges	21
Définition de logiciel ASPEN HYSYS	32
Phénomène de cavitation	33
Chapitre 3 : partie calcul	35
Introduction	35
Choix de trajet adéquat de pipe d'eau	35
Calcul de la puissance de la pompe	36
Pertes des charges linéaire	36
Pertes des charges singulières	37
Données	38
Calcul de la puissance de la pompe nécessaire	38
Calcul de rendement de pompe	38
Validation de program de calcul de puissance	41
Calcul NPSH disponible	43
Conclusion général	45
Bibliographie	46

Introduction générale

Suite à l'augmentation continue de la demande mondiale en hydrocarbures, on est dans la nécessité d'augmenter la production d'huile et de gaz d'une manière plus efficace et plus économique . Le nombre de nouvelles découvertes par année diminue, donc l'utilisation de la récupération assistée devient de plus en plus impérative.

L'exploitation d'un gisement d'hydrocarbure se présente dans sa phase primaire par une déplétion naturelle due à l'énergie propre du réservoir, parmi les mécanismes qui provoquent cette énergie citant ; la compressibilité de la roche et des fluides, l'expansion du gaz cap, ou du gaz dissous, le drainage de l'aquifère.

Mais comme dans la majorité des cas, cette récupération primaire devient insuffisante à cause de l'épuisement de l'énergie du réservoir qui se traduit par la chute de sa pression, alors on intervient avec une énergie supplémentaire dont le but est de rapprocher le gisement vers son état initial, en augmentant sa pression.

L'injection d'eau est la technique de récupération secondaire la plus répandue après l'épuisement de l'énergie primaire.

La production de brut au niveau de champ de ZARZAITINE (ZR) est essentiellement assistée par l'injection de l'eau et l'injection de gaz lift.

Vu la fluctuation de la production de brut à cause du manque d'eau d'injection au centre principal d'injection d'eau (CPIE), ce qui amène la pompe d'injection au niveau de ce centre à fonctionner à son point minimum (régime bas) et causer d'autres problèmes dans le processus notamment dans la turbine.

Notre objectif Alors, est de trouver une solution optimale pour éviter cette perturbation de production en brut, et comme issue, on propose le renforcement en terme de quantité d'eau, allant du centre de traitement des eaux (CTE) au centre (CPIE) par la réalisation d'un ouvrage reliant les deux centres pour pallier aux problèmes d'aspiration de la turbopompe (optimisation de son point de fonctionnement) ceci d'une part, et d'autre part cette option se traduira par une augmentation de la quantité du brut.

Chapitre 1 : présentation de la région d'étude

1.1. Introduction:

Le champ de Zarzaitine est l'un des trois champs d'In-Amenas. Ce champ est conjointement opéré par SONATRACH et SINOPEC. Ce champ a été construit en 1962. Son réservoir d'huile est d'environ 8,70 miles de long, 4,35 miles de large et la profondeur moyenne de puits est 1400m. L'usine du procédé de gaz naturel a été ajoutée par les Japonais dans les années 80. Approximativement 72 puits sont sous production. Le champ existant se compose des champs de puits, des lignes d'écoulement, des canalisations d'intra-champ, d'un procédé d'huile et d'un centre de stockage, usine du procédé de gaz naturel, service d'injection de l'eau. Le taux actuel de production d'huile est 31000 barils par jour.

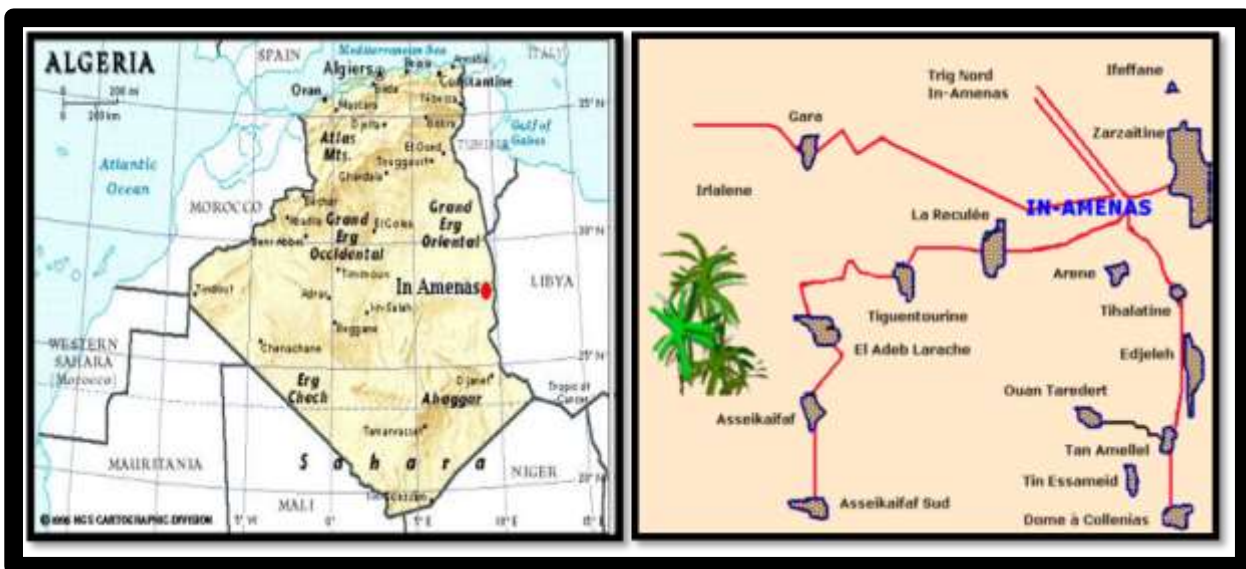


Figure I.1 Situations Géographiques du gisement Zarzaitine [1]

1.2. Les unités du champ de zarzaitine [2]

Pour qu'une production continue du brut, le champ de Zarzaitine contient (04) unités principales formées entre elles d'une chaîne de production assurée en premier degré la continuité de production et respectant les normes de protection d'environnement, les unités sont :

1.2.1. FGL : fermeture de gaz lift :

L'unité FGL a été construite en 1984, elle est conçue pour récupérer et recycler le gaz utilisé dans les puits producteurs d'huile et d'eau pour le maintien de pression du gisement. Le gaz est injecté en continu dans les puits afin d'alléger la colonne et permet ainsi la remontée d'huile ou d'eau.

L'unité F.G.L récupère les gaz torchés des centres de séparation huile et eau du champ de Zarzaitine. Le gaz traité provient de deux origines différentes :

*Le gaz des centres de séparation huile/gaz (gaz lift huile + gaz de formation) appelé gaz Basse Pression, avec un poids moléculaire de 22 g/mole.

*Le gaz des centres de séparation eau/gaz appelé gaz M.P. (moyenne pression), (poids moléculaire : 22 et 19 g/mole.



Figure I.2.FGL : fermeture de gaz lift.

1.2.2. Réseau basse pression :

Le gaz de formation et le gaz -lift provenant des centres de séparations de production d'huile est acheminé vers l'unité à travers des conduites télescopiques de :

CS1 → CS2 → CS3 → CS4 → FGL

CS7 → CS6 → CS5 → FGL

C4 (unite boosting) → FGL

CS8 → FGL.

Les quatre lignes aboutissent à un manifold formant ainsi le réseau gaz BP de diamètre 48" avec un débit de 2350000 stm³/j et une pression de 0,4 bars g.

1.2.3. Réseau moyenne pression :

Le gaz issu de la séparation eau/gaz/ des centres de production d'eau est acheminé vers le CPIE pour y être collecté et former le réseau MP. Le système de production de gaz -lift comprend les opérations suivantes :

1.2.4. Séparation :

Les quatre canalisations de gaz basse pression sont raccordées aux séparateurs B310 ET B301. LE B301 est un absorbeur de brouillard type à ailettes qui peut arrêter les bouchons de liquides entraînés dans la tuyauterie.

La canalisation de gaz moyenne pression est raccordée aux séparateurs B320 ET B302, ce gaz est traité de la même manière que le gaz basse pression.

1.2.5. Filtration :

Le gaz BP et MP passent respectivement dans des séparateurs type à filtre F301 et F302 dont les éléments filtrants arrêtent la poussière et les matières entraînées.

1.2.6. Compression :

Le gaz BP est admis à l'aspiration principale, tandis que le gaz MP arrive à l'aspiration latérale du compresseur BP à joint horizontal dont la pression de refoulement est de 7,5 bars.

A la sortie du compresseur, le gaz process est refroidi par l'aéroréfrigérant E301 puis envoyé vers le ballon v305 faisant office de colonne à garnissage pour séparer les hydrocarbures lourds contenus dans le gaz.

Le gaz allégé est acheminé vers le compresseur HP à joint vertical (barrel type) pour être comprimé et refroidi successivement de 7 bars à 40 bars et de 40 bars à la pression de sortie de 85 bars.

1.2.7. Déshydratation :

Le gaz comprimé sortant des trois trains est acheminé vers la section de déshydratation du gaz comprenant quatre tours de déshydratation (T303 A, B, C, D) remplies de tamis moléculaire et travaillant par intermittence. En fonctionnement normal, trois tours sont en adsorption et le 4ème est en régénération avec des cycles d'adsorption de 12 heures et de régénération de 4 heures.

Le gaz de régénération, prélevé du gaz déshydraté est chauffé dans le four H301. A la sortie de la tour en régénération, le gaz sort chargé d'eau et est refroidi par l'aéroréfrigérant E304. L'eau condensée est envoyée vers le borbier, tandis le gaz est acheminé vers la section de compression. Le gaz ainsi traité, comprimé et réputé sec (dépourvu d'eau) desservira le réseau gaz -lift des champs suivants :

*Zarzaitine nord-est (puits d'huile).

*Nord In Amenas (puits d'eau)

*Edjeleh.

La composition de l'unité FGL :

Elle est composée des équipements suivants :

Partie commune :

La partie commune est constituée des installations suivantes :

- *02 réseaux de gaz distincts : gaz B.P. (basse pression), et gaz M.P (moyenne pression).
 - *Manifold d'entrée.
 - *Section de traitement de gaz.
 - *Section des sécheurs de gaz.
 - *Un système de récupération de condensat.
 - *Section utilités.
 - *La ligne torche.
 - *Système de détection et protection anti-incendie.
 - *Section boosting à C4.
 - *Un package des produits chimiques.
 - *Section de compression d'air instrument.
 - *Section de production de gaz inerte.
 - *Système paging.
 - *Une sous-station électrique.
 - *Un bâtiment de contrôle avec laboratoire.
 - *Un bâtiment de pompes anti-incendie et utilité.
 - *Ateliers et bureaux
- 1.2.8. Trois (03) trains identiques de compression :**
- Les trois trains de compression son identiques dont chacun est composé de :
- *01 Turbine à gaz de type GE.
 - *01 Compresseur BP.
 - *01 multiplicateur de vitesse.
 - *01 compresseur HP.
 - *Un système de contrôle Mark II.
 - *Une batterie de refroidissement du gaz de process.
 - *Une batterie de refroidissement d'huile de lubrification.
 - *Une unité de dégazage de l'huile polluée.

1.3.C4: Procédé d'huile et centre de stockage :

Le brut des centres de séparation CS1 au CS8 est reçu au collecteur d'entrée située dans le secteur C4 à travers des lignes existantes d'écoulement. Toutes les lignes d'écoulement existantes sont équipées de clapets anti-retour du côté de séparateur. Le nouveau collecteur de réception de pétrole brut est situé près

de l'ancien collecteur et toutes les lignes d'écoulement sont reliées au nouveau collecteur avec nouvelles vanes d'isolement. Une ligne de vidange additionnelle est fournie sur le collecteur pour vidanger le contenu du collecteur de pétrole brut au bassin d'eau huileuse. Les collecteurs sont montés avec des transmetteurs de pression avec indication et alarme dans DCS. Pour l'injection chimique telle que anti-corrosion, anti-dépôt et biocide, les équipements de dosage d'injection sont fournis sur le collecteur de réception de pétrole brut comme référé dans le rapport de corrosion. Réservoir de décharge à gaz naturel (blow-case) : pour transporter le brut vers les réservoirs de stockage d'huile brute qui sont placés à une altitude plus élevée à l'altitude de collecteur. Par conséquent le brut reçu dans le collecteur est transféré au blow-case . le blow-case est l'équipement employé pour élever la pression de pétrole brut pour transférer le pétrole brut au réservoir de stockage d'huile brute en utilisant le gaz combustible à 0.1 barg. Les vapeurs et le gaz combustible détendus utilisés pour soulever le brut par pressurisation intermittente du compartiment du blow-case sont continuellement brûlés vers le nouveau réseau torche quand le précompresseur existant de recyclage de gaz ne fonctionne pas.

Après réception du brut au réservoir de stockage, il sera permis une decantation pendant 12 heures pour la séparation de la proportion d'eau. L'émetteur de niveau d'interface est fourni dans tous les réservoirs de stockage d'huile brut pour séparer la proportion d'eau vers le bassin d'eau huileuse par la vanne de contrôle de niveau. Des vanes motorisées sont montées sur des lignes individuelles de réception et de transfert des réservoirs de stockage. Après la séparation de la proportion l'eau, le brut est transféré à centre de stockage d'huile brute à In-Amenas par une pompe de charge (1 Fonctionnement + 1 Reserve). La pompe de charge 'booster' est fournie pour couvrir l'exigence de NPSH de la pompe d'exportation. La pression de décharge de pompe de charge 'booster' est maintenue à 3.22 bar-g.

Un pipeline existant de dimension 14'' et 12'' de 28 kilomètres de long est utilisé pour le transport du brut. La capacité calculée de pompe de charge 'booster' et de pompe d'expédition est de 640 m³/hr chacune. La

Mise en ligne de la conduite d'aspiration, de décharge et de recyclage au réservoir approprié doit être entreprise avant de mettre en marche la pompe de charge 'booster' et la pompe d'expédition.



Figure I.3 Stockage C4.

1.4. CTE /NCPIE: Centre de traitement de l'eau produite / Nouveau système d'injection de l'eau produite :

Le centre de traitement de l'eau produite est seulement conçu pour le traitement des courants riches en SO_4^{2-} . La déviation des lignes riche en Ba^{+2} d'eau produite devra être faite manuellement vers le bassin d'évaporation local basé sur des résultats de prélèvement périodique faits sur site à chaque centre de séparation. Les lignes existantes d'écoulement reliées aux Collecteurs de l'eau produites à chaque station de séparation ont une disposition de point de prélèvement.

Le centre de traitement de l'eau produite est conçu pour traiter 10500 m³ par jour d'eau produite. La concentration maximum des matières en suspension et d'huile dans l'eau produite à l'entrée du centre de traitement de l'eau produite est 750 mg/lit et 150 mg/lit respectivement.

Le centre de traitement de l'eau produite est conçu pour répondre à l'exigence de contrat indiquée dans la base de conception de processus, L'eau produite traitée du centre de traitement de l'eau produite (CTE) est fournie comme entrée au nouveau centre d'injection d'eau (NCPIE).

Le nouveau centre d'injection d'eau est équipé de deux réservoirs de stockage d'eau injections de capacité de stockage 2265 m³. Il est équipé de deux turbopompes à eau d'injection avec provision pour l'installation

D'une troisième pompe à l'avenir. Chaque pompe possède une capacité d'injection de 219 m³/hr avec une pression de refoulement de 86 bar-g comme indiqué dans le contrat.



Figure I.4 CTE/NCPIE Centre de traitement de l'eau produite.

1.5. CPIE: Centre Principale D'injection D'eau [3]

A mesure que le pétrole et le gaz sont produits, la pression baisse à l'intérieur du réservoir. Afin de stabiliser cette pression au dessus du "point de bulle" et d'augmenter la quantité d'huile récupérée, on va injecter des fluides dans le gisement, en premier lieu de l'eau ou du gaz. Ce sont les opérations que les techniciens appellent la récupération secondaire ou bien la récupération assistée, et dans le gisement de Zarzaitine on a procédé à l'injection d'eau.

Le but principale de CPIE est de l'injection d'eau pour balayage d'huile et maintien de pression de gisement, sa capacité d'injection prévue est 18000 m³ par jours a une pression de 86 bar, et selon les conditions actuelles qui concernes les ordres de gisement la pression d'injection est limité a l'intervalle de 65-70 bar et un débit d'injection entre 330-450 m³/h .

Ces conditions sont posées a cause de vieillissement du gisement puisque une pression supérieure a 70 bar peut fracturer le gisement, ainsi des puits en cour de foré. En prend en compte le vieillissement de notre dorsal principale qui est construite pour une pression de 100-120 bar, mais avec le temps la conduite se fragiliser ou elle ne supporte pas une pression supérieur a 80 bar maintenant.



Figure I.5 CPIE (Centre Principale d'injection d'eau).

1.5.1. Les parties principales du CPIE

1.5.2. Les puits producteurs d'eau :

Sont des puits qui assurent la production d'eau pour alimenter le centre de CPIE, on site (05) sources de production, sont :

1.5.3. les puits de nord In-amenas (NIA) :

huit puits récupèrent l'eau par l'injection de gaz lift HP arrivé de FGL , acheminé vers les deux centres de séparation CS1(648-651-652-653) et CS2(649-650-654-655) pour séparer de l'eau qui est envoyée vers CPIE et le gaz envoyé vers FGL comme gaz MP Actuellement à cause de la condition du FGL qui ne permet pas la fermeture de gaz lift des deux centres, on met en service les deux centres alternativement un en service et l'autre en stand-by et chaque centre reçoit la production de (03) puits.

1.5.4. les puits d'IFIFAN :

Sont six puits (627bis-657-658-660-663-664) à pompe électrique actuellement seulement deux puits en service (627bis-660) et les autres puits les pompes hors service.

1.5.5. les puits de SPL nord :

Sont deux puits (665-666) producteurs d'eau équipés par pompe électrique.

1.5.6. Les puits de SPL sud :

sont des puits producteurs d'eau au gaz lift actuellement sont hors service.

1.5.7. Les puits a pompe immergée :

_sont des puits au frontière sont pas en service actuellement (643bis-644).

1.6. les puits injecteurs (puits 500) :

Sont des puits a pour but d'injecter l'eau sortie de CPIE vers le gisement, actuellement existe 58 puits.

1.6.1. Collecteur de réception d'eau :

Collecter l'eau des cinq arrivé d'eau, a ce jour trois arrivé en service, on site l'arrivé de IFN, l'arrivé de SPL Nord et l'arrivé de nord in-amenas.:

1.7. Réservoir de stockage :

Deux réservoirs de stockage d'eau d'injection sont installé avec une capacité de stockage nominale et de 2598 m³ chacun. Ces bacs sont protégé par une peinture anti corrosion appliquée sur les parois et comprennent des indicateurs de niveau et alarmes relies au DCS pour protégé les pompes.

1.8. Le CS/MD (groupe compresseur/entraînement mécanique) :

Deux pompes centrifuges à 6 étages entraînées par des turbines à gaz de type **solar centeur 50** à une puissance de 4.5MW et une vitesse de 15000 Tr/min pour chaque turbine, chaque turbine accouplé avec pompe à travers un réducteur pour réduire le nombre des tour de la pompe, le rapport de réducteur est 6 ça signifie que la pompe entraînée a une vitesse d'environ 2500 tr/min. ces pompes sont alimenté par deux réservoirs de stockage à travers des filtres d'aspiration, chaque pompe est d'une capacité de 750 m³/h à une pression de 86 bar. Les turbines sont alimentées par du gaz à une pression de 16 bars.

1.9. Poste a gaz :

Assure l'alimentation de la turbine pour un meilleur fonctionnement, il réduit la pression du gaz d'arrivé de 80 bars à 15 bars par deux détentes. Première détente : de 80 bar à 46 bar puis le gaz chauffé dans le réchauffeur pour augmenter sa température afin d'éliminer la présence de liquide. Deuxième détente de 46 bars a 15bars.

1.10. Unité d'injection des produits chimique :

Le système d'injection produit chimique est conçu pour protéger l'équipement et la tuyauterie contre la corrosion aussi bien que pour améliorer l'efficacité opérationnelle. Pour cela on injecte 4 produits chimiques a la rentrée des bacs : Anti corrosion, Anti oxygène, Anti incrustant, Biocide.

1.11. Système de sécurité :

Un système de détection de feu et de gaz est prévu pour tout le centre, il est relié à la salle de contrôle avec signalisation sonore et visuelle, un autre système de détection automatique de flamme et fumée fourni, en cas de feu le CO2 et FM 200 sera automatiquement libéré.

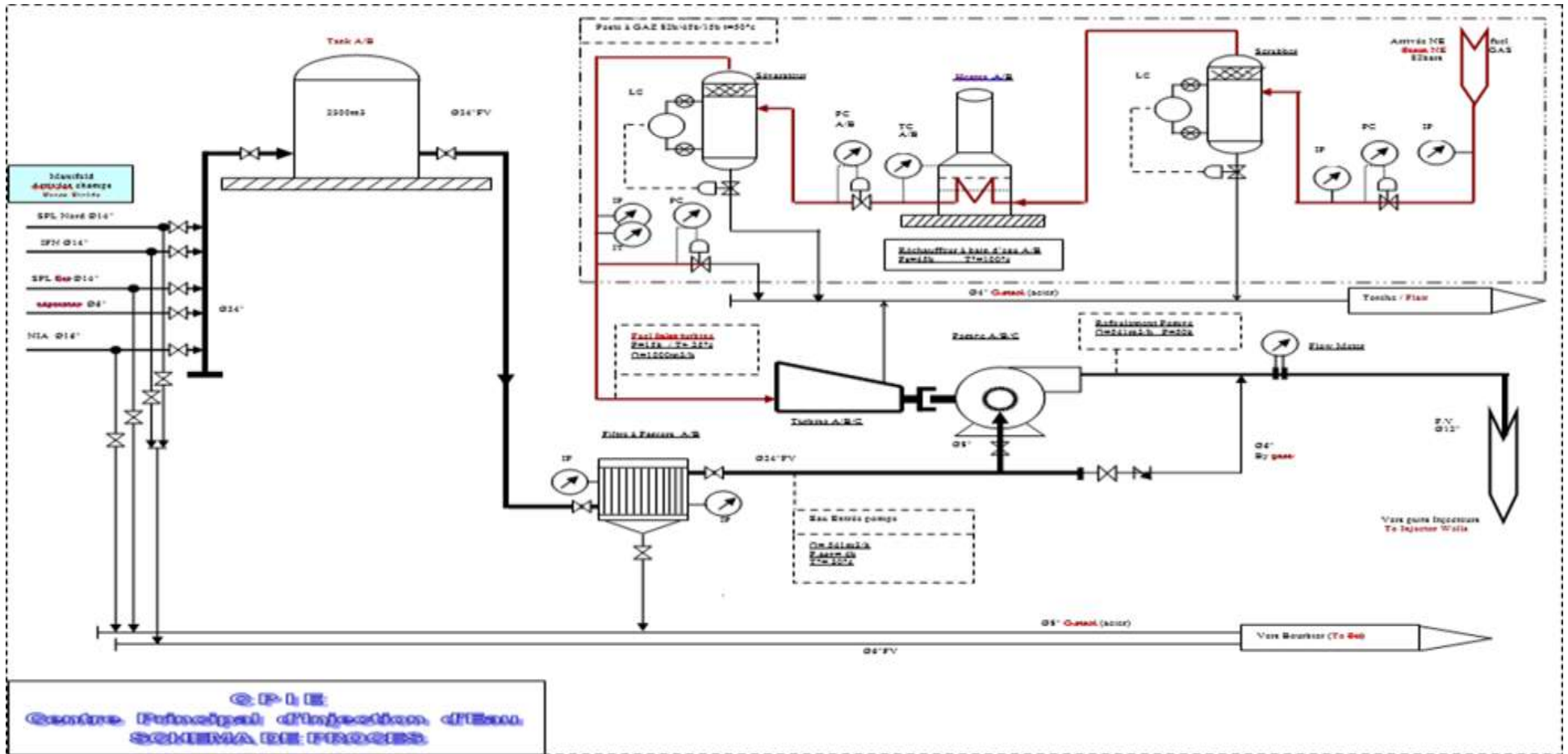


Figure1-9 : centre principal d'injection d'eau (CPIE)

Chapitre 2 : Les pompes :

1- Introduction[4]

Les pompes sont des appareils mécaniques servant à véhiculer des liquides d'un point A, à un point B. Elles permettent, notamment, de prendre un liquide à la pression P_1 et de le porter à la pression P_2 (avec $P_2 > P_1$).

Pour véhiculer un liquide d'un endroit à un autre, la pompe doit fournir une certaine pression appelée hauteur manométrique totale, cela dépend des conditions d'aspiration et de refoulement.

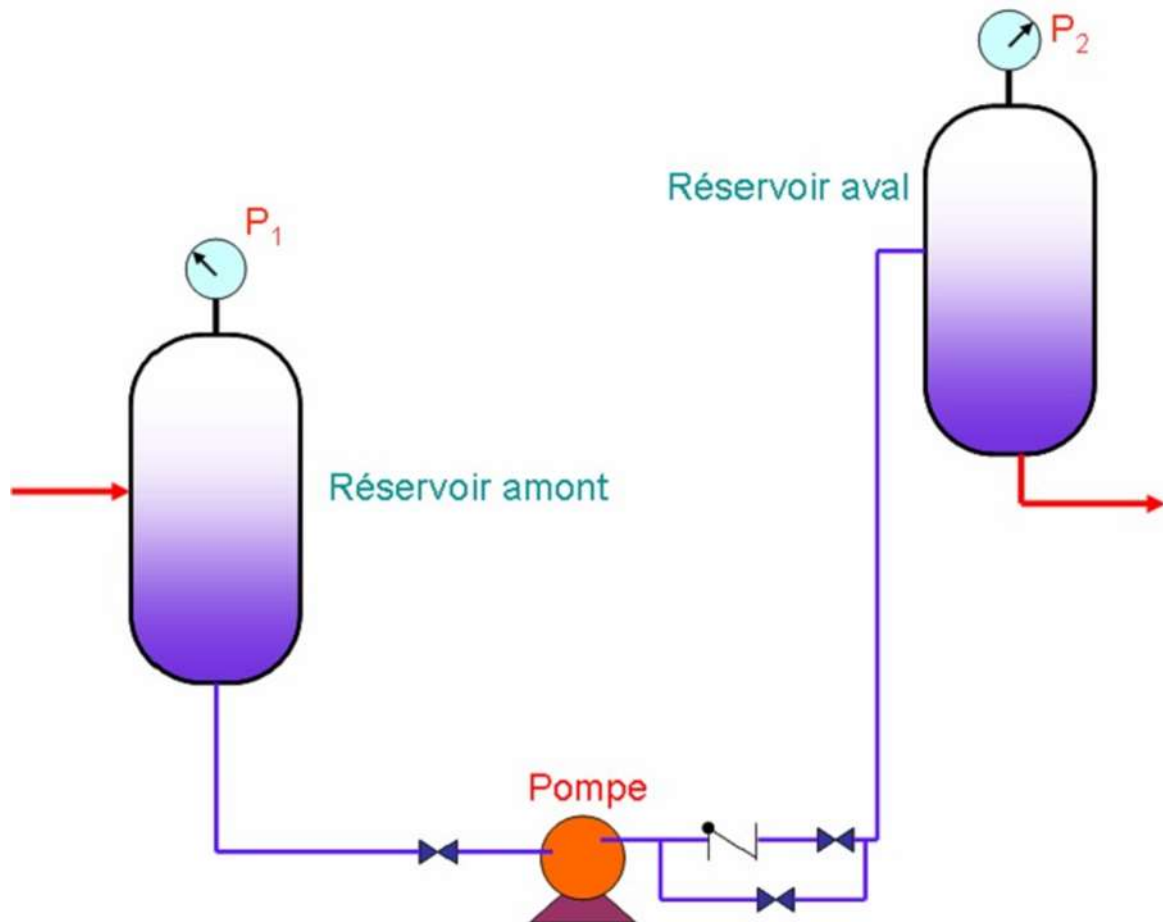


Figure 2-1 : Schéma de principe de transfert d'un ballon à un autre

2 -Les catégories principales des pompes[4]

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.

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

- ❖ -Les pompes centrifuges

❖ -Les pompes volumétriques

L'utilisation d'un type de pompes ou d'un autre dépend des conditions d'écoulement du fluide. De manière générale, si on veut augmenter la pression d'un fluide on utilisera plutôt les pompes volumétriques, tandis que si on veut augmenter le débit on utilisera plutôt les pompes centrifuges.

2-1 Les pompes centrifuges[5]

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

Les pompes centrifuges sont destinées à véhiculer les liquides à un débit de refoulement important avec une faible pression comparativement aux pompes volumétriques. Les principales composantes des pompes centrifuges sont les suivantes :

a) Distributeur : c'est un organe fixe ayant pour rôle la conduite du liquide depuis la section

d'entrée de la pompe jusqu'à l'entrée de l'impulseur, il se réduit à une simple tuyauterie pour les pompes monocellulaires.

b) L'impulseur (rotor) : c'est l'âme de la pompe centrifuge, il comporte des aubes ou

ailettes, qui grâce à leur interaction avec le liquide véhiculé transforme l'énergie mécanique en énergie de pression dans le récupérateur.

L'impulseur se compose de la moyeu, bagues d'étanchéité (d'usure), et des flasques.

c) Le récupérateur (l'enveloppe) : c'est un organe fixe qui collecte le liquide à la sortie du

rotor et le canalise vers la section de sortie de la pompe avec la vitesse désirée.

Le récupérateur se compose en général de deux (2) parties :

❖ **Le diffuseur** : a pour rôle de transformer l'énergie cinétique en énergie de pression, et ainsi limiter la vitesse du liquide pour éviter les pertes de charges exagérées.

❖ **La Volute** : c'est le collecteur du liquide venant du diffuseur, elle assure la transformation d'énergie cinétique en pression et canalise le liquide vers la section de sortie de la pompe.

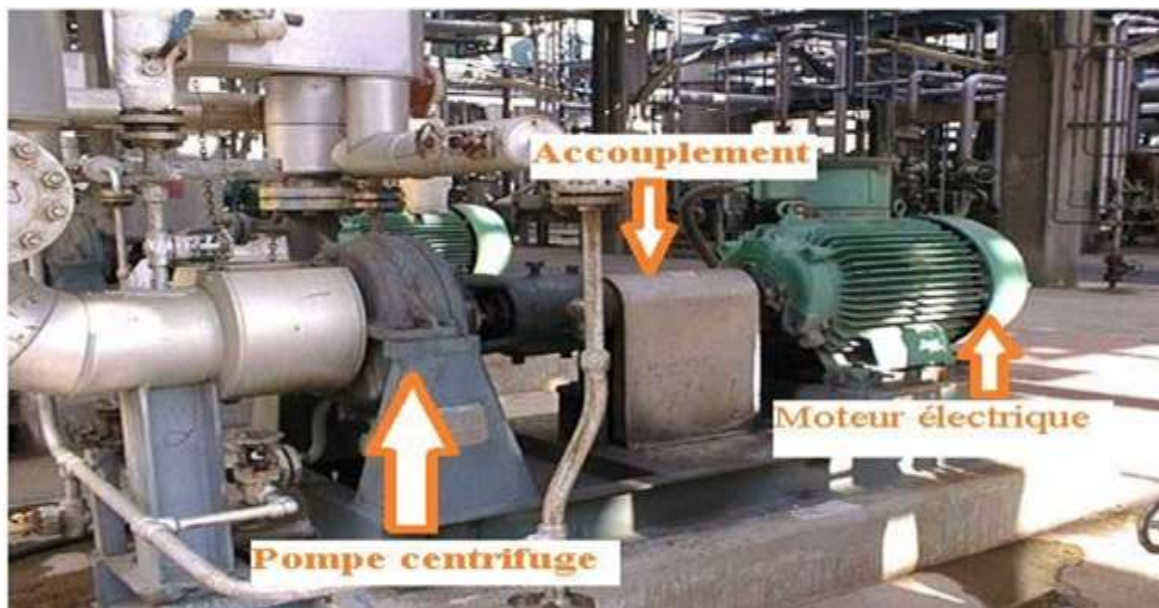


Figure 2-2 : Exemple de pompe centrifuge de type Aspiration Axiale

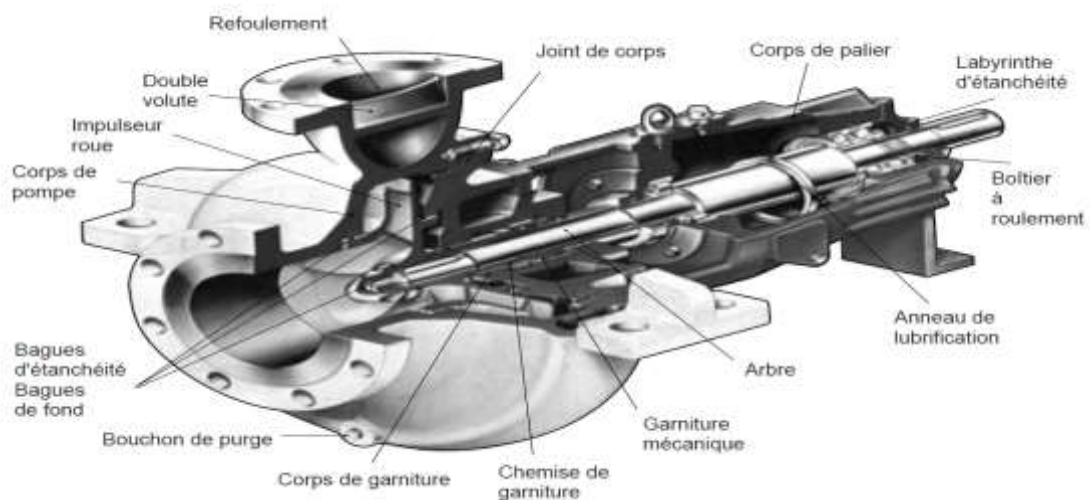


Figure 2-3 : Exemple de pompe centrifuge simple

2-1-1 Principe de fonctionnement d'une pompe centrifuge [5]

Une pompe centrifuge dans sa forme la plus simple est constituée d'une roue munie d'ailettes radiales et tournantes à l'intérieur d'une enveloppe corps de pompe.

Son principe de fonctionnement est d'utiliser la force centrifuge créée par la rotation de la roue pour transmettre au liquide pompé l'énergie. Le liquide à l'aspiration de la pompe se dirige vers le centre de l'impulseur (rotor) en rotation d'où il sera propulsé radicalement vers l'extérieur par la force centrifuge. Cette vitesse est ensuite convertie en pression au niveau de diffuseur.

2-1-2 Classification des pompes centrifuges [6]

On classe les pompes centrifuges d'après le principe de fonctionnement.

a) disposition de l'axe :

- ❖ -les pompes à axe horizontale

- ❖ -les pompes à axe vertical (pompes immergées)

b) nombres des roues :

- ❖ mono -cellulaire ou mono-étagée
- ❖ bi -cellulaires ou bi -étagées
- ❖ -multies-cellulaires ou multies-étagées
- ❖ Le nombre des roues correspondant au nombre d'étages

c) la forme de la roue :

- ❖ simple aspiration
- ❖ double aspiration

d) la pression engendrée :

- ❖ faible pression
- ❖ moyen pression
- ❖ forte pression

e) moyen d'accouplement :

- ❖ Par chaîne
- ❖ Par engrenage
- ❖ Par bride
- ❖ Par courroie

f) moyen d'entraînement :

- ❖ Par moteur électrique
- ❖ Par moteur diesel ou essence
- ❖ Par turbine à vapeur ou à gaz

g) type du récupérateur :

- ❖ volute.
- ❖ Diffuseur à ailettes.

h) Usage :

- ❖ Pompe à boue
- ❖ Pompe à acide
- ❖ Pompe à mazout et essence.
- ❖ Pompe à usage générale

2-1-3 Avantages et inconvénients des pompes centrifuges [7]

2-1-3-1 Avantage

- ❖ Faible encombrement.
- ❖ Bruite négligeable.
- ❖ Simplicité de construction.
- ❖ Régularité dans le fonctionnement.
- ❖ Aptitude au fonctionnement à grande vitesse, donc l'accouplement peut se faire directement avec des moteurs électriques ou des moteurs diesels.

2-1-3-2 Inconvénients

- A faible débit et aux grandes hauteurs de refoulement, le rendement diminue.
- Phénomène de cavitation en cas de fuite d'air dans la conduite d'aspiration.
- Diminution de la hauteur de refoulement en cas de fuite d'air dans la conduite d'aspiration.

2-2 **Les pompes volumétriques [5]**

Les pompes volumétriques sont constituées d'un volume hermétiquement clos (corps de pompe) à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile engendrant soit une dépression à l'aspiration, soit l'impulsion nécessaire au refoulement afin de vaincre la contre pression régnant à l'aval de la pompe, soit enfin l'une et l'autre de ces fonctions et permettant ainsi le transfert d'un volume de liquide, de viscosité plus ou moins importante, depuis l'aspiration vers le refoulement. Le fluide véhiculé étant incompressible, ces pompes sont toujours équipées d'un dispositif de sécurité d'excès de pression associé. Les pompes volumétriques caractérisées par une grande diversité d'emploi et une grande variété de réalisations technologiques.

2-2-1 Classification des pompes volumétriques

- ✓ Les pompes volumétriques alternatives.
- ✓ Les pompes volumétriques rotatives.

2-2-2 Avantages et inconvénients [8]

2-2-2-1 Avantages

- Construction robuste
- Pompage possible de liquide très visqueux
- Rendement élevé
- Amorçage automatique en fonctionnement normal
- Obtention de faibles débits facile à mesurer sous pression élevée (pompes doseuses alimentaires)

2-2-2-2 Inconvénients

- Appareils plus lourds et plus encombrants
- Débit pulsé ce qui nécessite l'installation d'appareils spéciaux (anti coup de bélier)
- Impossibilité d'obtenir de gros débits sous faible pression

- Danger de surpression dans le circuit de refoulement d'où la présence indispensable de sécurités (by-pass et soupape de sûreté)
- N.P.S.H requis élevé
- Impossibilité en général de pomper des liquides chargés
- Prix d'achat plus élevé
- Frais d'entretien plus élevés.

3 Le choix d'une pompe[9]

La sélection du type de pompe peut se faire à partir des caractéristiques suivantes qui donnent les domaines de travail des divers types :

- Le débit unitaire.
- La pression d'aspiration et de refoulement.
- NPSH disponible.
- La hauteur manométrique totale

3-1 NPSH disponible

Un fonctionnement sans incident de cavitation des pompes centrifuges n'est possible qu'à la condition qu'aucune formation de vapeur ne se produise à l'intérieur de la pompe, appelé NPSH disponible (Net Positive Section Head) où la hauteur d'élévation de la charge du fluide à l'aspiration, s'exprime dans les conditions d'entrée dans la pompe par la hauteur totale de charge absolue mesurée par rapport au plan de référence diminuée de la hauteur correspondant à la pression de vapeur du liquide, soit :

$$(NPSH)_{disp} = (P_{asp} - T_v) / \rho \cdot g + (H_{asp} - \Delta H_{asp})$$

H_{asp} : hauteur géométrique de charge entre le niveau du fluide dans le réservoir et le plan de Référence .

P_{asp} : Pression d'aspiration de la pompe en [pascale].

T_v : Tension de vapeur du liquide véhiculé en [pascale].

P : Masse volumique à la température de service [Kg/m³].

g : Accélération de la pesanteur [m/s²].

ΔH_{asp} : Pertes de charge dans la conduite d'aspiration [m].

NPSH_{disp} : s'exprime en mètre [m].

NPSH_{disp} dépend uniquement de l'installation, pour sa partie située en amont de la pompe, et les conditions opératoires.

3-2 NPSH requis

L'étude de l'évolution de la pression statique à l'intérieur d'une pompe pour un débit donné montre

qu'une pression minimale se situe dans la roue, légèrement en arrière du bord d'attaque de l'ailettage. NPSH requis est notamment liée aux chocs et aux turbulences à l'entrée de la roue. NPSH requis est exprimé en mètre la courbe caractéristique du NPSH requis qui est fournie par le constructeur.

Ces deux paramètres font la référence à la hauteur de charge nette à l'aspiration de la pompe (NPSH) requis et (NPSH) disp lié à l'installation ; c'est dans la valeur de la marge de sécurité à prendre entre (NPSH) requis et (NPSH) disp pour assurer à l'utilisateur un fonctionnement satisfaisant vis-à-vis de la cavitation

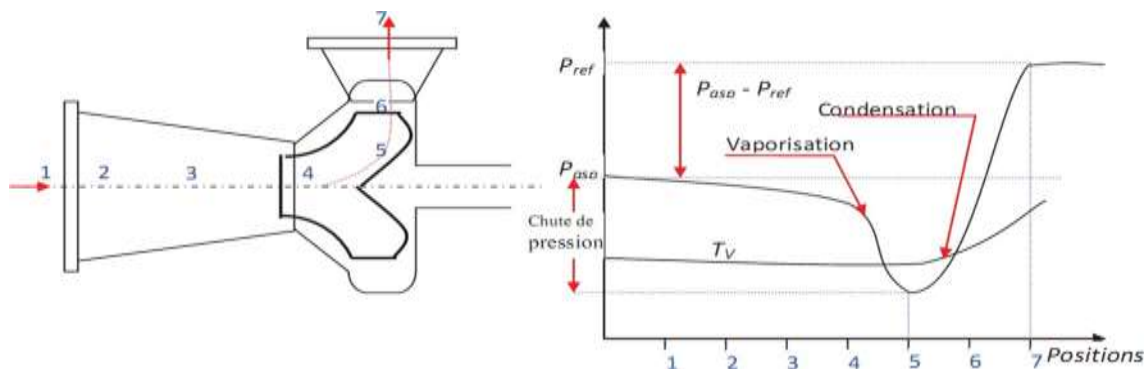


Figure 2-4 : Evolution de NPSH requis.

3-3 Hauteur manométrique

Il est déterminé en fonction des caractéristiques de l'installation, niveaux, pressions et pertes de charge pour le débit considéré, un bilan d'énergie effectué entre aspiration et le refoulement permet de la calculer par la formule suivante dans le cas d'un écoulement isotherme :

$$H_{man} = (P_{ref} - P_{asp}) / \rho \cdot g$$

4 - Courbes caractéristiques d'une pompe [10]

Les courbes principales qui caractérisent une pompe centrifuge et qui expriment ses qualités, sont pour une vitesse de rotation donnée, au nombre de trois :

4-1 La courbe caractéristique débit – hauteur

Ou courbe QH, elle représente le rapport entre la charge et le débit qu'une pompe peut fournir à sa vitesse nominale. La charge est le gain de charge que la pompe fournit à chaque unité d'eau, ce qui est approximativement la différence entre la pression à l'entrée et à la sortie de la pompe.

Elle est représentée sur l'axe vertical (Y) de la courbe en mètres.

Le débit est représenté sur l'axe horizontal (X) dans les unités de débit correspondant. Pour être valable, la charge de la courbe caractéristique d'une pompe doit diminuer quand le débit augmente.

Le point de rencontre de la courbe QH avec l'axe des ordonnées est le point de débit nul. On l'appelle point à vanne fermée ou, encore, point de barbotage

La forme d'une courbe caractéristique dépend du nombre de points introduits (voir la figure N°6). Cette courbe définit la relation entre la charge ajoutée par la pompe et le débit qui passent par la même pompe, cette fonction est non linéaire, et comme on peut le voir sur la courbe, on peut dire que plus le débit est important plus on aura moins de charge à ajouter, Cette courbe doit être décrite comme fonction mathématique à employer dans une simulation hydraulique .

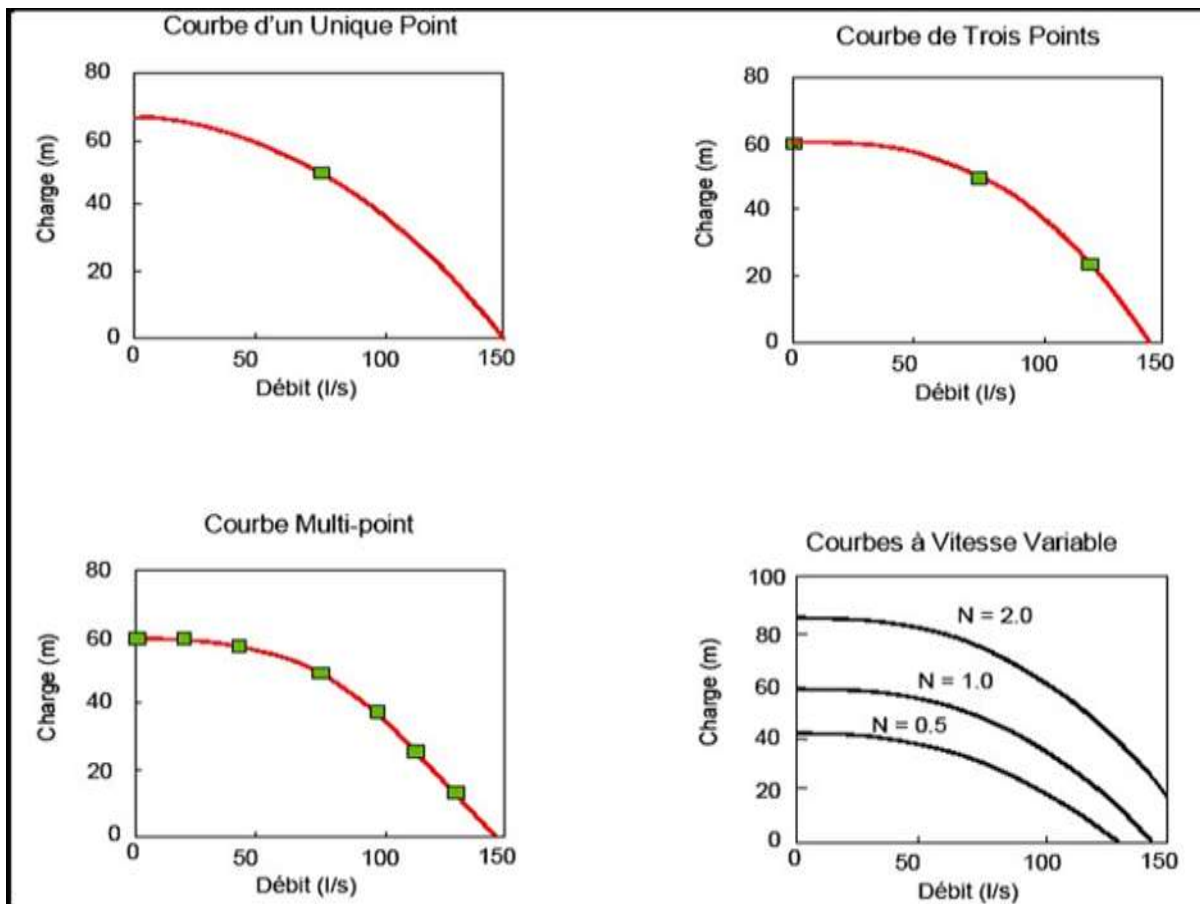


Figure 2-5 : Quelques exemples de courbes caractéristiques.

4-2 Courbe de rendement

Une Courbe de rendement met le rendement de la pompe en pourcentage (axes-Y) en relation avec le débit de la pompe dans les unités de débit choisies (axe X). La figure 2.5 affiche un exemple d'une courbe de rendement. Le rendement devrait représenter l'efficacité de la configuration totale de la pompe, c'est-à-dire qu'il tient compte de toutes les pertes hydrauliques pompe aussi bien que des pertes électriques au niveau du moteur de la pompe. Cette courbe n'est utilisée que pour les calculs d'énergie. Si elle n'est pas fournie pour une pompe spécifique, un rendement fixe identique pour tous les points de fonctionnement sera utilisé.

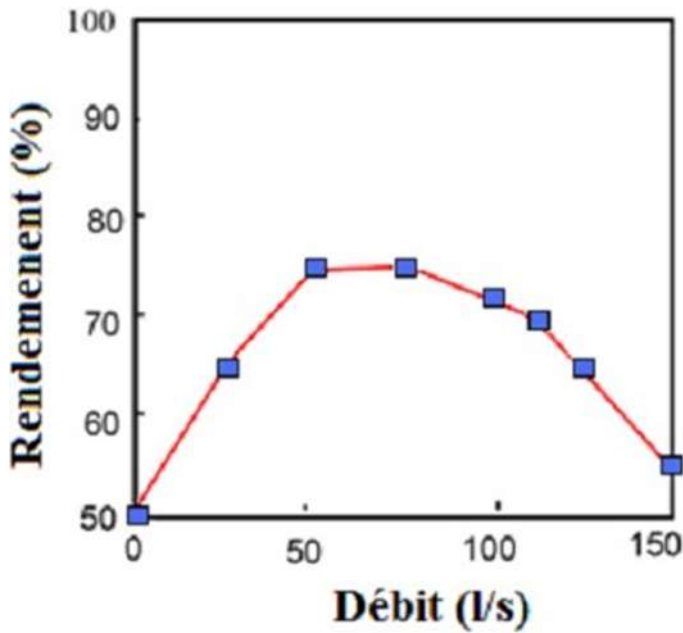


Figure 2-6: Courbe de rendement d'une pompe

4-3 La courbe des puissances absorbées

La puissance dont il s'agit ici est la puissance utile recueillie sur l'arbre de la pompe, elle se calcule à partir de H, dans les pompes centrifuges à faible et moyenne vitesse, les courbes caractéristiques de la puissance sont régulièrement ascendantes et atteignent parfois un maximum.

L'expression de calcul de la puissance absorbée par une pompe, c'est-à-dire la puissance nécessaire pour son entraînement mécanique s'exprime par la relation

$$P_p = \frac{9.81 \cdot Q \cdot HMT}{\rho}$$

Avec :

P_p : puissance en KW,

Q : débit en m³/s

HMT : hauteur manométrique totale exprimé en m

ρ : Rendement de la pompe

5 Point de fonctionnement d'une pompe[10]

Pour élever le liquide à une certaine hauteur par l'intermédiaire d'un système de conduite sous pression, une pompe doit surmonter en plus de la hauteur d'élévation statique H_{st} , également les pertes de charge (linéaires et singulières) (h_f) dans le système de conduite, ces pertes augmentent proportionnellement avec le carré de débit (ou de vitesse), $h_f(Q)$ représente la hauteur des pertes d'énergie dans la conduite en fonction du débit (figure 2-6), cette caractéristique est appelée résistance du conduit.

Le point de fonctionnement est obtenu graphiquement par l'intersection des deux caractéristiques $H(Q)$ et $H_c(Q)$

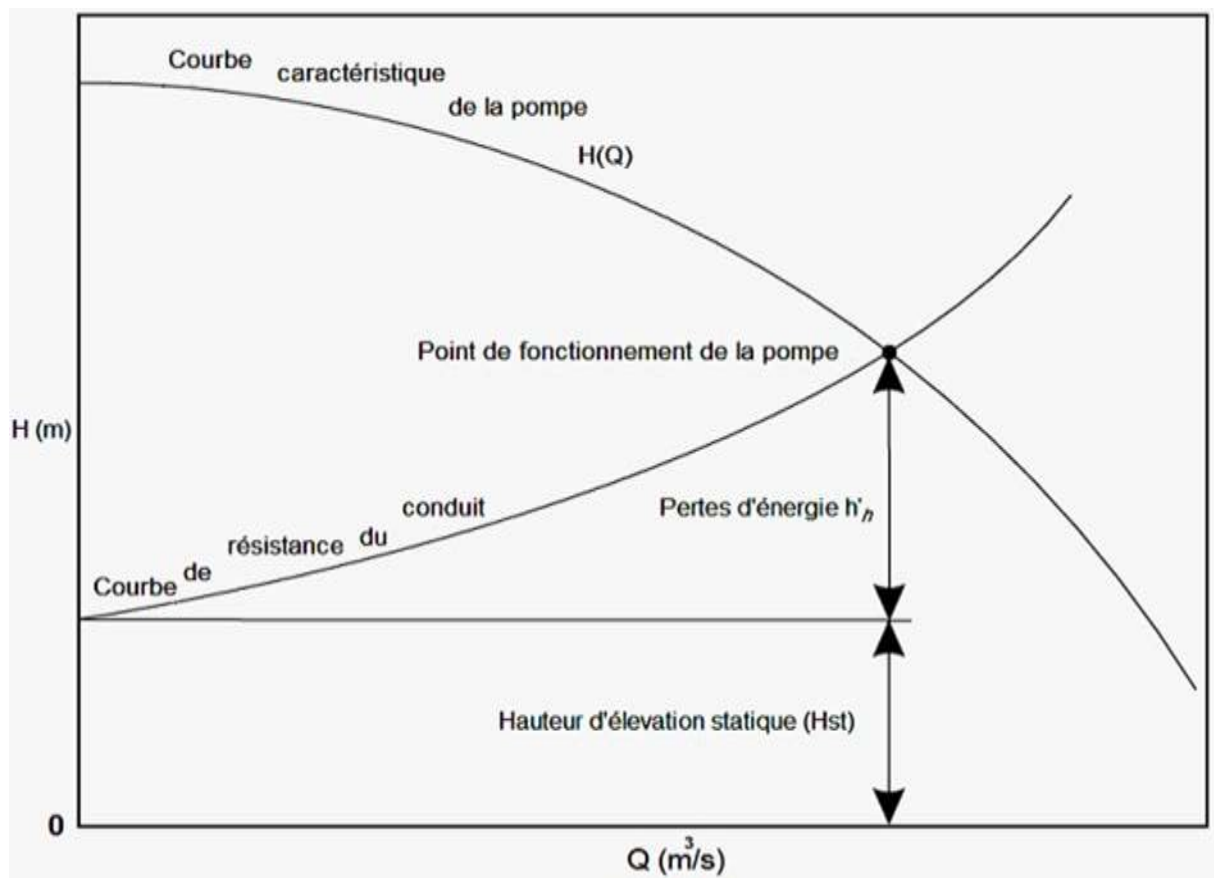


Figure 2-7 : Point de fonctionnement d'une pompe débitant dans une conduite.

6 Pertes de charges :

Lorsqu'une certaine quantité d'eau circule à travers une canalisation, cela provoque un frottement. Les molécules d'eau frottent plus ou moins contre la paroi intérieure de la canalisation en fonction de la rugosité de cette dernière. Lors du passage dans les coudes, le fluide subit un changement de direction ; dans les réductions, la même quantité de fluide doit passer dans un diamètre inférieur, etc...

L'ensemble de ces frottements est appelé : les pertes de charge ou pertes de pression.

6-1 Les régimes d'un écoulement [11]

On va devoir distinguer deux grands types d'écoulement qui sont le régime laminaire et régime Turbulent

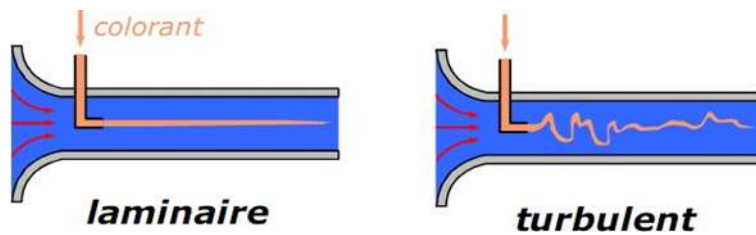


Figure 2-8 : Régimes d'un écoulement.

C'est le résultat des travaux de Reynolds, Il a réalisé une étude systématique du régime d'écoulement en fonction des différents paramètres intervenant dans le problème :

Débit, Viscosité, Géométrie de la conduite.

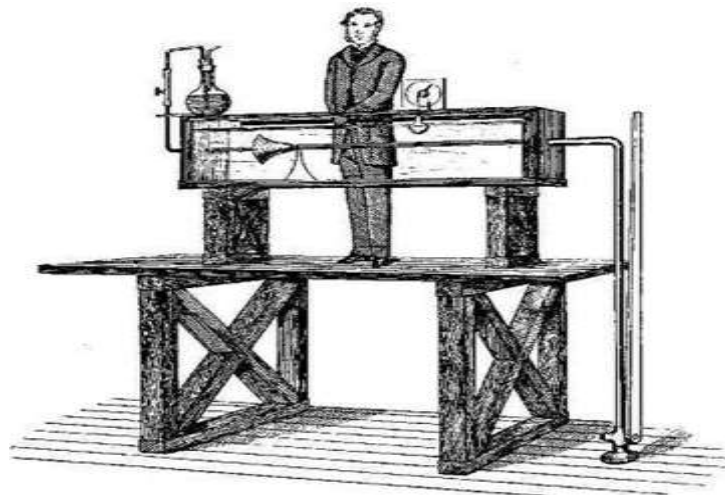


Figure 2-9 : Expérience de Reynolds.

Il a ainsi montré que la transition du régime laminaire au régime turbulent ne dépend pas séparément de chacun des paramètres mais d'une seule grandeur les regroupant tous.

Le nombre de Reynolds

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Re : Nombre de Reynolds

D : Diamètre de la conduite (m)

ρ : densité du fluide (Kg / m³)

μ : Viscosité absolue (Kg/m/s)

ν : Viscosité cinématique (m²/s)

Le nombre de Reynolds est donc une grandeur sans dimension. La transition d'un régime laminaire

à un régime turbulent s'observe pour $Re = 2000$. Re (nombre de Reynolds critique)

6-2 Pertes de charge dues au frottement

Quand un liquide traverse une canalisation, les efforts de cisaillement se développent entre le liquide et les parois de la conduite. Cet effort de cisaillement est un résultat de frottement, et sa grandeur est dépendante des propriétés du fluide qui traverse la canalisation, la vitesse auquel il se déplace, la rugosité interne de la conduite, et la longueur et le diamètre de la conduite.

6-2-1 Formule de Darcy-Weisbach

La formule de Darcy-Weisbach a été développée, En utilisant l'analyse dimensionnelle, La formule est une équation pour la perte de charge exprimée en termes de variables

$$hl = f \frac{LV^2}{D2g} = \frac{8f L Q^2}{g D^5 \pi^2}$$

Avec :

f : coefficient de frottement ou coefficient de résistance à l'écoulement

g : l'accélération de la pesanteur (m/s²)

Q : Débit volume écoulé par la conduite de diamètre D (m³/s)

Le coefficient de frottement de Darcy-Weisbach, f , est une fonction des mêmes variables que l'effort de cisaillement des parois. Encore en utilisant l'analyse dimensionnelle, un rapport fonctionnel pour le coefficient de frottement peut être développé :

$$f = F \left(\frac{VD\rho}{\mu}, \frac{\varepsilon}{D} \right) = F \left(Re, \frac{\varepsilon}{D} \right)$$

Le facteur de frottement de Darcy-Weisbach dépend de la vitesse, de la densité, et de la viscosité du fluide ; la taille de la conduite transportant le fluide ; et la rugosité interne de la conduite. La vitesse, la densité, la viscosité, et les dimensions de la conduite sont exprimées en termes de nombre de Reynolds. La rugosité interne est exprimée en termes de variable appelée la rugosité relative, qui est la rugosité interne de la conduite (ε) divisée par le diamètre de la conduite (D).

Au début des années 30, le chercheur allemand Nikuradse a développé une expérience qui deviendrait fondamentale dans la détermination de la perte de charge (Nikuradse, 1932)

Il a collé des grains de sable de diamètre uniforme à l'intérieur de trois conduites de différentes tailles. Ses expériences ont prouvé que la courbe de f en fonction de Re est lisse pour les mêmes valeurs de ε / D .

En s'appuyant sur les expériences des grains de sable de Nikuradse, la valeur ε est appelée rugosité équivalente des grains de sable de la conduite :

Matériau de la conduite	(mm)
Cuivre, laiton	$3.05 \times 10^{-2} - 0.9$
Fer forgé, acier	$4.6 \times 10^{-2} - 2.4$
Fonte asphaltée	0.1 – 2.1
Acier galvanisé	0.102 – 4.6
Fonte	0.2 – 5.5
Concrète	0.3 – 3.0
Fonte non enduit	0.226
Acier ondulé enduit	5.6×10^{-2}
Ciment	0.4 – 1.2
Fer forgé	5×10^{-2}
Acier non enduit	2.8×10^{-2}
Acier enduit	5.8×10^{-2}
Conduite en bois	0.2 – 0.9
PVC	1.5×10^{-3}

Tableau I: Rugosité de divers matériaux

6-2-2 Équation de Colebrook –White et Diagramme universel de Moody

Les formules existantes qui rapportent le facteur de frottement au nombre de Reynolds et à la rugosité relative sont nombreuses, Établie en 1939 la formule de Colebrook –White est celle qui est largement adoptée Pour le calcul du coefficient de frottement f celui-ci s'exprime par :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.86 \ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

En admettant que les valeurs de ε/D et de Re soient données, la relation précédente montre que la valeur du coefficient de frottement f ne peut être explicitement déterminée. La relation(10) est en effet implicite vis-à-vis de f puisque celui est contenu à la fois dans les membres gauche et droit de la relation. La détermination du coefficient de frottement f nécessite donc un procédé itératif ou graphique dans le cas où la relation précédente est utilisée.

A ce sujet, un diagramme a été élaboré dans le but de déterminer par voie graphique la valeur du

coefficient de frottement f , lorsque la rugosité relative de la conduite ainsi que le nombre de Reynolds Re caractérisant l'écoulement sont données.

Ce diagramme porte le nom de diagramme universel de Moody qui ne peut être dissocié de la relation de Colebrook –White. En se basant sur les observations de Nikuradse et de Colebrook – White ainsi que sur un grand nombre d'expériences réalisées sur des conduites industrielles, Moody (1944) a élaboré un diagramme logarithmique dans lequel est présenté le coefficient de frottement f en fonction du nombre de Reynolds Re pour diverses valeur de la rugosité relative e/D telle que :

$$0 \leq \frac{\varepsilon}{D} \leq 5.10^{-2}$$

Ce diagramme est présenté sur la figure 2-9.

Il est intéressant de noter que pour l'écoulement laminaire (valeur faible de Re) le facteur de frottement est une fonction linéaire du nombre de Reynolds, alors que dans la gamme entièrement turbulente (valeur élevé de ε/D et Re) le facteur de frottement est seulement une fonction de la rugosité relative. Cette différence se produit parce que l'effet de la rugosité est négligeable pour l'écoulement laminaire, alors que pour l'écoulement turbulent les forces visqueuses deviennent négligeable .

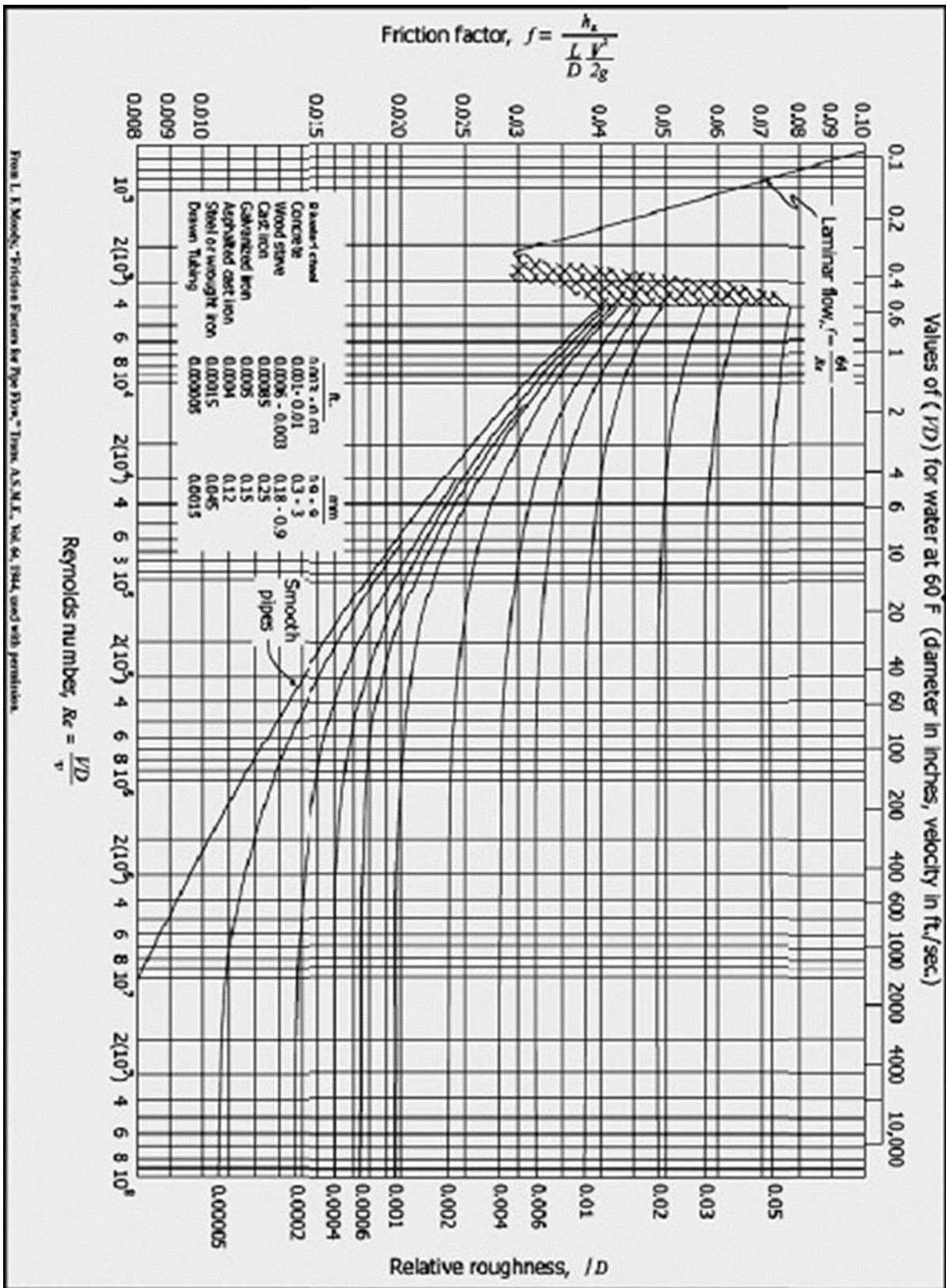


Figure 2-10 : Diagramme universel de MOODY

6-2-3 Formule de Swamee-Jain

Etablie en 1976, la formule de Swamee et Jain est destinée au calcul explicite du coefficient de frottement f de l'écoulement turbulent dans les conduites circulaires sous pression. Cette formule se veut être une solution approchée à la relation implicite de Colebrook - white. Aucune méthode analytique n'a été proposée par les auteurs pour établir leur relation. Selon Swamee et Jain (1976), la relation de Colebrook- white peut être remplacée, avec une bonne approximation, par la relation approchée suivante :

$$f = 1.325 / \left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2$$

Comme l'indique cette relation, le coefficient de frottement peut être directement calculé à partir des valeurs connues du nombre de Reynolds Re et de la rugosité relative ε/D . Cependant Swamee et Jain indiquent que sa relation doit être appliquée dans les gammes de valeur

$$4 \cdot 10^3 \leq Re \leq 10^8 \text{ et } 10^{-6} \leq \frac{\varepsilon}{D} \leq 10^{-2}$$

Cette relation ne couvre donc pas l'ensemble du diagramme de Moody, mais elle est de nos jours la formule la plus largement adoptée par la plupart des progiciels de la modélisation des systèmes d'alimentation en eau en raison de sa simplicité, la formule historique de Colebrook- white est ainsi peu à peu abandonnée au profit de la formule de Swamee et Jain

6-2-4 La formule de Hazen-Williams

Une autre expression de pertes de charge fréquemment utilisée, en particulier en Amérique du Nord, est la formule de Hazen-Williams.

$$h_L = \frac{C_f \cdot L}{C_{HW}^{1.852} \cdot D^{4.87}} \cdot Q^{1.852}$$

Avec :

h_L : perte de charge due au frottement (m)

L : distance entre la section 1 et 2 (m)

C_{HW} : coefficient de Hazen-Williams

D : diamètre (m)

Q : débit dans la conduite (m³/s)

C_f : facteur de conversion d'unité (10.7 SI)

Au lieu d'employer un facteur de frottement, la formule de Hazen-Williams emploie un facteur de capacité de transport de la conduite (CHW), des valeurs de CHW plus élevées représentent des conduites plus lisses (avec des capacités de charge plus élevées) et les valeurs de CHW inférieures décrivent des conduites plus rugueuses.

Type de conduite	C_{HW}
Amiante-ciment	140
Fonte	
neuve	130
vieille (sans enduit)	40 - 120
avec enduit de ciment	130 - 150
avec enduit bitumineux	140 - 150
Béton de pression	140
Cuivre	130 - 140
Boyau à incendie	135
PVC	150

Tableau II: Coefficient de Hazen Williams, Lamont (1981).

6-2-5 Équation de Manning

Une autre expression pour le calcul de la perte de charge, c'est l'équation de Manning

$$h_L = C_f L \frac{(nQ)^2}{D^{5.33}}$$

Avec :

n : coefficient de rugosité de Manning

C_f : facteur de conversion des unités (10,29 SI)

Selon l'expression précédente, la perte de charge, en utilisant l'équation de Manning, dépend de la longueur et du diamètre de la conduite, du débit, et du coefficient de la rugosité, Dans ce cas-ci, une valeur plus élevée de n représente une rugosité interne plus élevée de la conduite. Le tableau 2.3 fournit des coefficients de rugosité pour les matériaux utilisés généralement dans les conduites.

<i>Type de conduite</i>	<i>Coefficient de Manning</i>	<i>Type de conduite</i>	<i>Coefficient de Manning</i>
Amiante ciment	0,011	Acier galvanisé	0,016
Laiton	0,011	Plastique	0,009
Brique	0,015	Acier asphalté	0,010
Fonte	0,012	Acier	0,011
Cuivre	0,011	Bois	0,012
Métal ondulé	0,022		

Tableau III: coefficient de rugosité de Manning pour quelques matériaux de conduites.

6-3 Comparaison des méthodes de calcul de la perte de charge

La plupart des modèles hydrauliques ont des dispositifs qui permettent à l'utilisateur de choisir entre les formules de Darcy- Weisbach, Hazen-Williams, ou Manning pour le calcul des pertes de

charge, cela dépend de la nature du problème et des préférences de l'utilisateur.

La formule de Darcy-Weisbach est une équation physique à la base, dérivée de la seconde loi de Newton. Avec des viscosités et des densités appropriées, elle peut être employée pour trouver la perte de charge dans une conduite pour n'importe quel fluide newtonien dans n'importe quel régime d'écoulement.

Les formules de Hazen-Williams et Manning, sont des expressions empiriques (Elles ont été développées à partir des données expérimentales), et s'appliquent généralement seulement à l'eau dans des conditions d'écoulement turbulentes.

La formule de Hazen-Williams est l'équation prédominante utilisée aux Etats-Unis, tandis que l'équation de Darcy-Weisbach est prédominante en Europe. La formule de Manning n'est pas typiquement employée pour la modélisation des réseaux d'alimentation en eau ; cependant, elle est parfois employée en Australie.

6-4 Pertes de charge singulières [10]

A la perte de charge linéaire, due au frottement et répartie tout au long de la conduite, s'ajoutent des pertes de charges singulières, localisées dans des sections particulières de la conduite et dues à un changement de direction ou d'intensité de la vitesse.

Il s'agit de singularités qui, dans les écoulements en charge correspondent aux raccords et aux pièces spéciales (coudes, tés, cônes, joints, vannes, clapets, ...etc.)

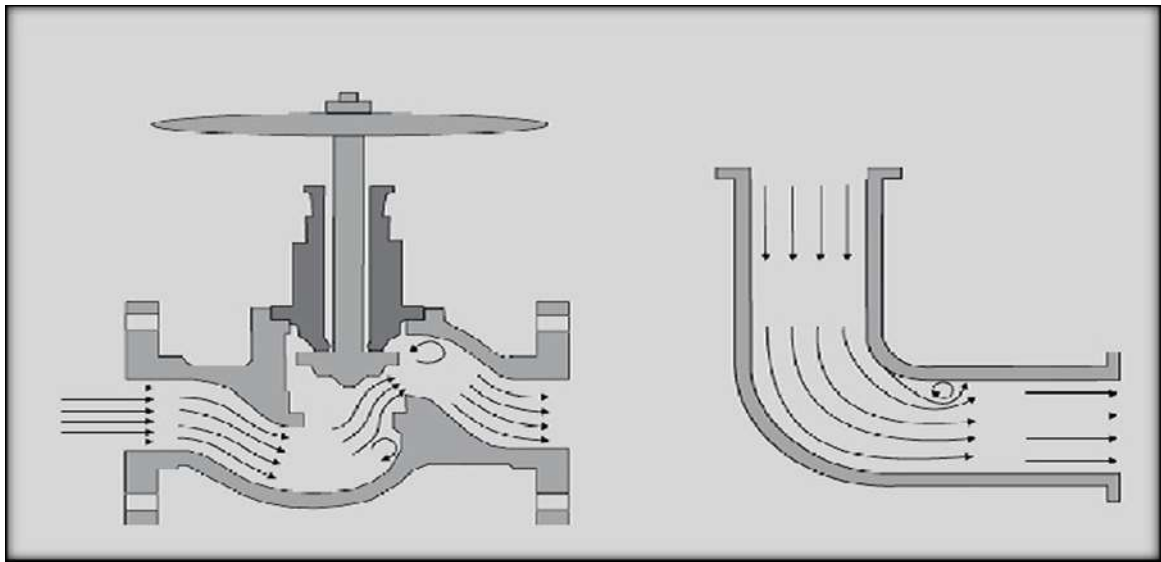


Figure 2-11 : coupe de vanne et de coude produisant des pertes de charge singulières.

Les pertes de charge correspondantes sont évaluées comme une fraction ou un multiple de l'énergie cinétique , ce qui conduit à la forme générale de la loi de comportement des singularités :

$$h_m = \frac{K_L V^2}{2g} = \frac{K_L Q^2}{2gA^2}$$

Avec ;

h_m : perte de charge singulière (m)

K_L : coefficient de perte de charge singulière

V : vitesse (m/s)

g : constante de l'accélération gravitationnelle (m/s²)

A : section de la conduite (m²)

Q : débit (m³/s)

Par rapport à la perte de charge linéaire, h_m introduit une perte supplémentaire, due à la présence d'une singularité dans un tronçon cylindrique rectiligne. Il apparaît ainsi que plusieurs singularités montées plus ou moins en série ne peuvent pas être considérées séparément; elles forment une nouvelle singularité. Cela multiplie à l'infini les combinaisons possibles et enlève tout espoir de mise au point d'une tabulation exhaustive.

Pour des systèmes d'alimentation en eau, les pertes de charge singulières sont généralement plus petites que les pertes de charge linéaires dues au frottement. Pour cette raison, beaucoup de modelers choisissent fréquemment de négliger les pertes singulières. Mais dans d'autres cas, telle que les stations de pompage ou des tubulures de vanne où il peut y avoir plus d'accessoires et de vitesses plus élevées, les pertes mineures peuvent jouer un rôle significatif dans le système. Comme les coefficients de rugosité des conduites, les coefficients de perte de charge singulière varieront légèrement avec la vitesse, cependant. Pour la plupart des problèmes pratiques de réseau, le coefficient de perte de charge singulière est traité en tant que constante.

Le tableau 2.4 affiche les coefficients de perte de charge singulière pour quelques types de vannes et raccords. Ces coefficients doivent être considérés seulement à titre indicatifs, parce que K dépend aussi de la géométrie, du numéro de Reynolds et des conditions de flux.

<i>ACCESOIRE</i>	<i>COEFF.PERTE SINGULIERE</i>
Vanne à boule, entièrement ouverte	10,0
Vanne à angle, entièrement ouverte	5,0
Clapet anti-retour à battant, entièrement ouvert	2,5
Vanne, entièrement ouverte	0,2
Coude de petit rayon	0,9
Coude de rayon moyen	0,8
Coude de grand rayon	0,6
Coude de 45 degrés	0,4
Coude de 180 degrés	2,2
Té Standard -flux droit	0,6
Té Standard-flux dévié	1,8
Entrée brusque	0,5
Sortie brusque	1,0

Tableau IV: Coefficients de pertes de charge singulière pour une sélection de vannes et raccords.

7-Définition de logiciel Aspen HYSYS :

Aspen HYSYS (HYSYS en abrégé, un portemanteau de Hyprotech and Systems) est l'un des principaux simulateurs de processus chimiques sur le marché (ou du moins dans le monde du génie chimique)

HYSYS est largement utilisé dans l'industrie en raison de sa simulation en régime permanent et dynamique, de sa conception de processus, de sa modélisation des performances et de son optimisation.

HYSYS est un logiciel qui permettra à l'utilisateur de construire un modèle de processus puis de le simuler à l'aide de calculs complexes (modèles, équations, calculs mathématiques, régressions, etc.)

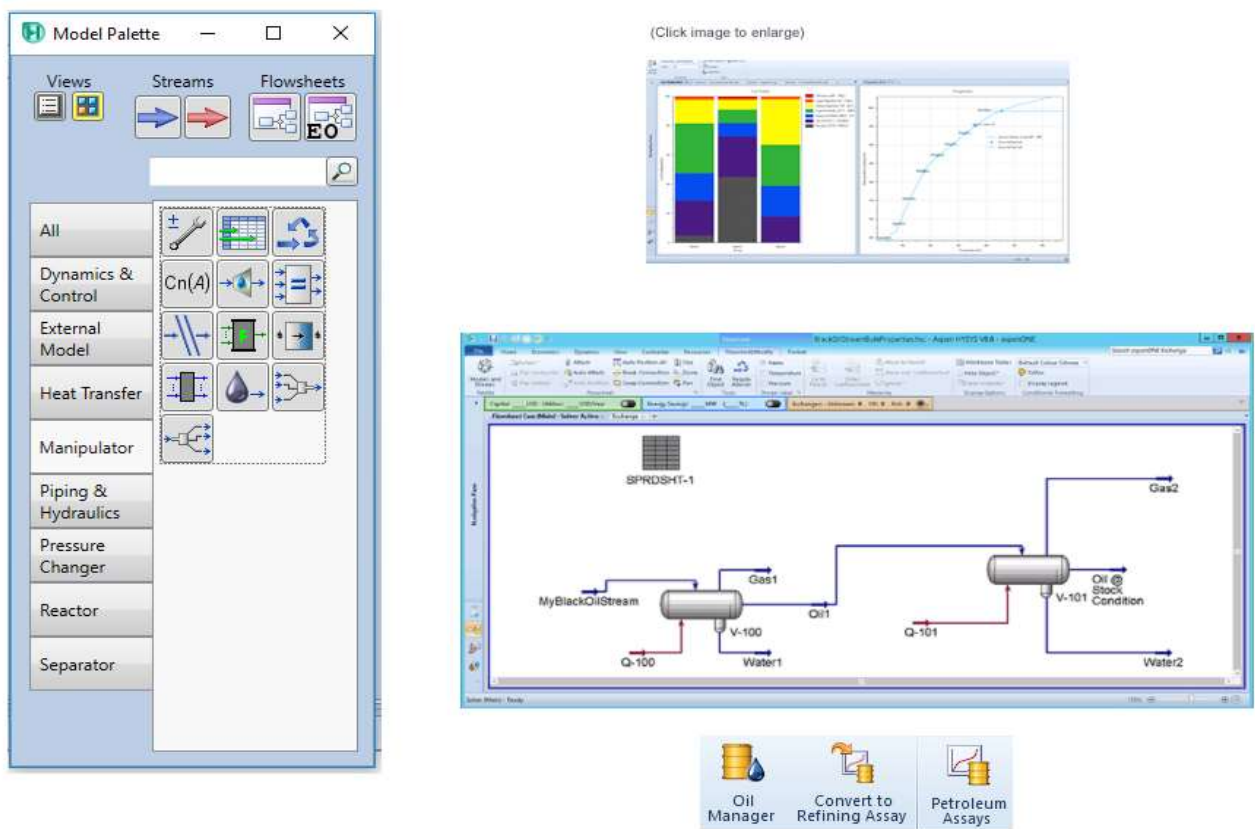


Figure 2-12 : Logiciel Aspen HYSYS.

8- Phénomène de cavitation

8-1 Définition :

On appelle cavitation le phénomène d'apparition, dans un liquide, de poches remplies de vapeur et de gaz provoquée par l'abaissement de la pression sans apport de chaleur. L'apparition de la cavitation dans un liquide est un problème complexe qui fait intervenir l'aspect de la germination. On appelle germes la micro bulle remplies de gaz dissous et de vapeur aussi bien que les impuretés qu'on peut rencontrer dans les fluides industriels. Ces germes, dont la taille est de quelque micron, fragilisent considérablement la cohésion du fluide et favorisent sa vaporisation. Ils constituent les maillons faibles de la chaîne. Ainsi, l'apparition de la cavitation dans un liquide dépend étroitement de sa teneur en germe. Une eau pure (dépourvu de germe) peut résister à une tension de plusieurs centaines de bar sans qu'il y ait vaporisation.

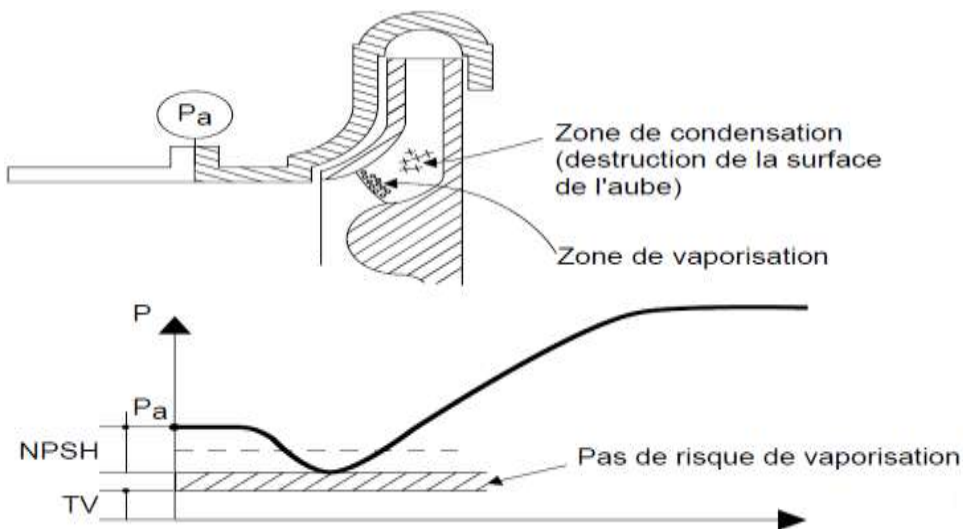


Figure 2.13 : phénomène de cavitation

8-2 Conditions de cavitation

La vaporisation se produit si la pression dans le liquide est inférieure à sa tension de vapeur. L'entrée de l'impulseur est l'endroit où la pression est la plus faible donc où le risque de vaporisation est le plus grand. Pour éviter la vaporisation du liquide il faut que :

Paspiration – NPSH > TV

(Valeurs exprimées en unités homogène par exemple en mètre ou en bar absolu).

Tout ce qui tend à diminuer la pression d'aspiration ou à augmenter la température, rapproche le liquide de ses conditions de vaporisation. C'est le cas d'une baisse de niveau dans le ballon d'aspiration ou de l'augmentation de pertes de charge dans la ligne d'aspiration (vanne partiellement fermée, filtre encrassé). C'est aussi le cas d'un réchauffement (par le soleil généralement) de la ligne d'aspiration.

L'augmentation du NPSH rapproche également la pompe de la cavitation ce qui arrive en augmentant

le débit de la pompe ou en augmentant le jeu aux bagues d'usure.

8-3 Effet de cavitation

- sur le débit

La formation des bulles de vapeur occasionne une diminution de la section de passage du liquide à l'entrée de la roue et par conséquent du débit.

La caractéristique d'une pompe qui cavite décroche brutalement de la caractéristique initiale de la pompe. Le point de fonctionnement s'établit alors à un débit plus faible que s'il n'y avait pas cavitation

- sur la roue

Les bulles sont entraînées par le liquide mais la pression augmentant, elles ne peuvent plus exister car la pression est alors supérieure à la tension de vapeur. Il y a alors implosion de ces bulles. Cette implosion est particulièrement destructrice et arrive à arracher des particules de matière de l'impulseur.

- sur le niveau vibratoire

Le mauvais remplissage des canaux par le liquide crée des balourds, dits hydrauliques, qui génèrent des vibrations et des efforts sur les paliers.

8-4 Causes de cavitation :

Les principales causes à l'origine de l'apparition de la cavitation sont :

- la dépression due à une survitesse locale de l'écoulement provoquée par exemple par des réductions géométriques.
- les fluctuations turbulentes de la pression, le cisaillement élevé et les vortex provoquées par des instabilités de l'écoulement.
- la rugosité de paroi et la présence de germes de cavitation.

Chapitre 3 : Partie calcul

1 introduction

La production de brut au niveau de champ de Zarzaitine (ZR) est essentiellement assistée par l'injection de l'eau pour le maintien de pression et par l'injection de gaz lift pour alléger la colonne. L'eau huileuse est récupérée après une séparation tri-phasique et envoyée vers le centre de traitement des eaux (CTE) pour les traiter et les réinjecter dans les puits.

L'injection se fait par une turbopompe à une pression de 80 bars.

-Problème posé :

Vue le manque d'eau d'injection, la pompe fonctionne au point minimum (régime bas) au niveau de CPIE ; qui va l'éloigner des conditions nominales.

-Solution proposée :

Alors notre objectif est : l'optimisation de point de fonctionnement de turbopompe ; et comme solution on propose la réalisation d'une conduite de fibre de verre, Pour éviter le problème de solidification sulfate de barium (c'est un problème rencontré au champ de Zerzaitine suite à l'incompatibilité des eaux) reliant les deux centres CTE et CPIE pour transférer l'eau de formation traité de CTE vers CPIE pour assurer des bonnes conditions d'aspiration pour la turbopompe.

2 Choix de trajet adéquat de pipe d'eau

Pour la sélection de chemin de la conduite d'eau le plus adéquat on a fait une visite entre les deux centres, le centre de traitement d'eau et le centre principale d'injection d'eau (CTE et CPIE) où on a constaté qu'on peut les relier par deux voies possibles qui sont illustrées dans la figure ci-dessous.

- Il est évident que le premier chemin qui passe entre le FGL et le C4 est celui le plus court mais à cause des problèmes d'exploitations (Bourbiers, torche, manifold d'arrivé de gaz du centre FGL) ce dernier est éliminé ce qui nous a obligé d'opter pour la deuxième possibilité.

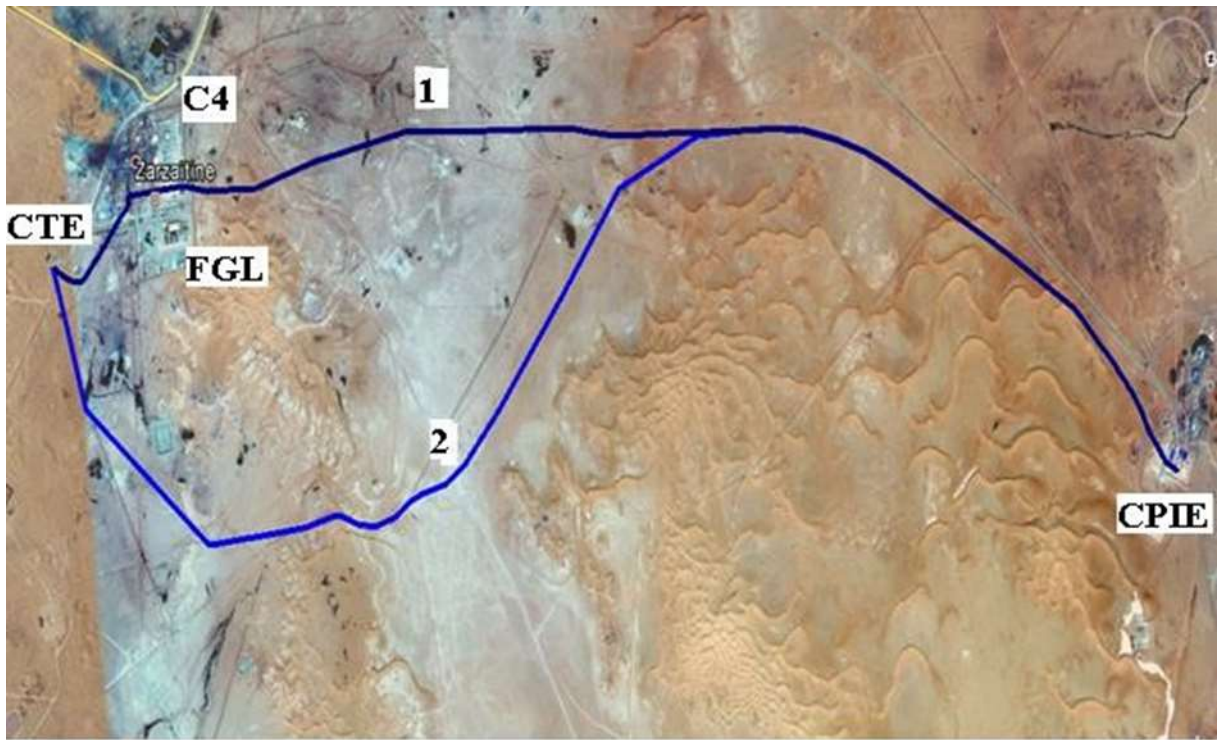


Figure 3-1 : Choix de trajet adéquat de pipe d'eau.

3 Calcul de la puissance de la pompe

Appliquant l'équation de Bernoulli entre les deux centres avec un travail externe on obtient la formule suivante :

$$\rho g(Z1 - Z2) \left(\frac{\rho}{2}\right) (U1^2 - U2^2) + (P1 - P2) - F + W = 0$$

D'où W représente l'énergie mécanique nécessaire à transporter l'unité de volume de fluide entre 1 et 2, alors que F est l'énergie de frottement rapportée à l'unité de volume de fluide.

Sachant aussi que la section de la conduite est constante ce qui implique l'égalité des vitesses à l'extrémité de la conduite considérée et par conséquent la formule précédente devient comme suit

$$\rho g(Z1 - Z2) + (P1 - P2) - F + W = 0$$

Ce qu'il en résulte :

$$W = F + (P2 - P1) + \rho g(Z2 - Z1)$$

F est la somme des pertes de charges linéaires due au frottement et les pertes de charges singulières qui sont liées aux différents obstacles rencontrés.

Calcul de pertes de charges :

4 Pertes de charges linéaires :

$$F1 = f \left(\frac{L}{2D}\right) \rho V^2$$

f : coefficient de frottement ou coefficient de résistance à l'écoulement.

L : la longueur de la conduite.

V : la vitesse de l'écoulement d'eau.

D : diamètre de section de la conduite.

Le coefficient de frottement f dépend de régime d'écoulement :

-Si le régime d'écoulement est laminaire ($Re < 2000$) le facteur de frottement se calcule comme suit : $f=64/Re$

-Sinon dans cas contraire où le régime d'écoulement est turbulent ($Re > 2000$), On peut le déterminer soit par l'abaque de Modier ou bien par la corrélation de Coolebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \text{Log} \left(\frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3.71D} \right)$$

Avec

Re : nombre de Reynolds,

ε : rugosité.

D : diamètre.

5 pertes de charges singulières :

La perte de charge singulière dépend aux différents obstacles rencontrés,

$$F_s = \sum (K/2) \rho V^2$$

K : est un coefficient de perte de charge singulière associé à chaque singularité rencontrée au cours de l'écoulement.

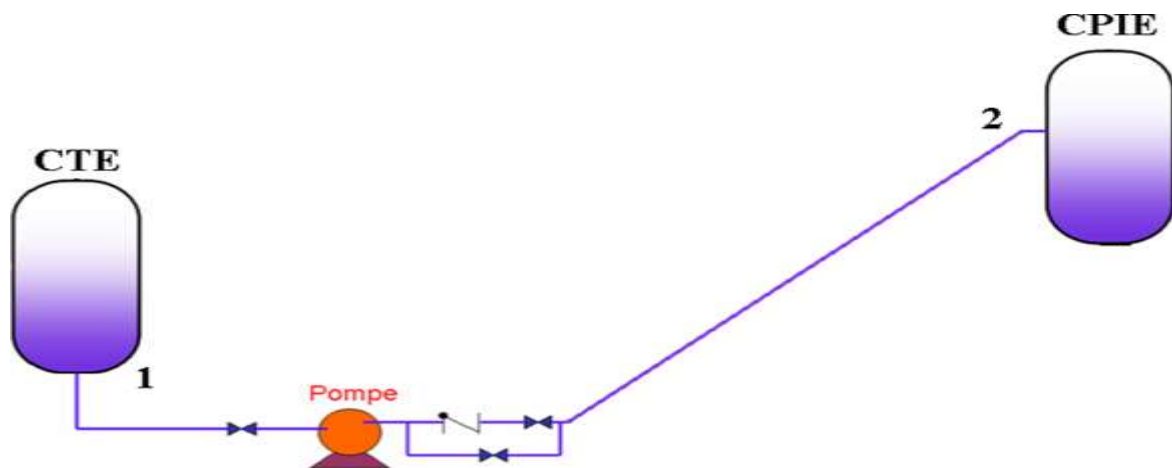


Figure 3-2 : Schéma symbolique de chemin reliant entre CTE et CPIE.

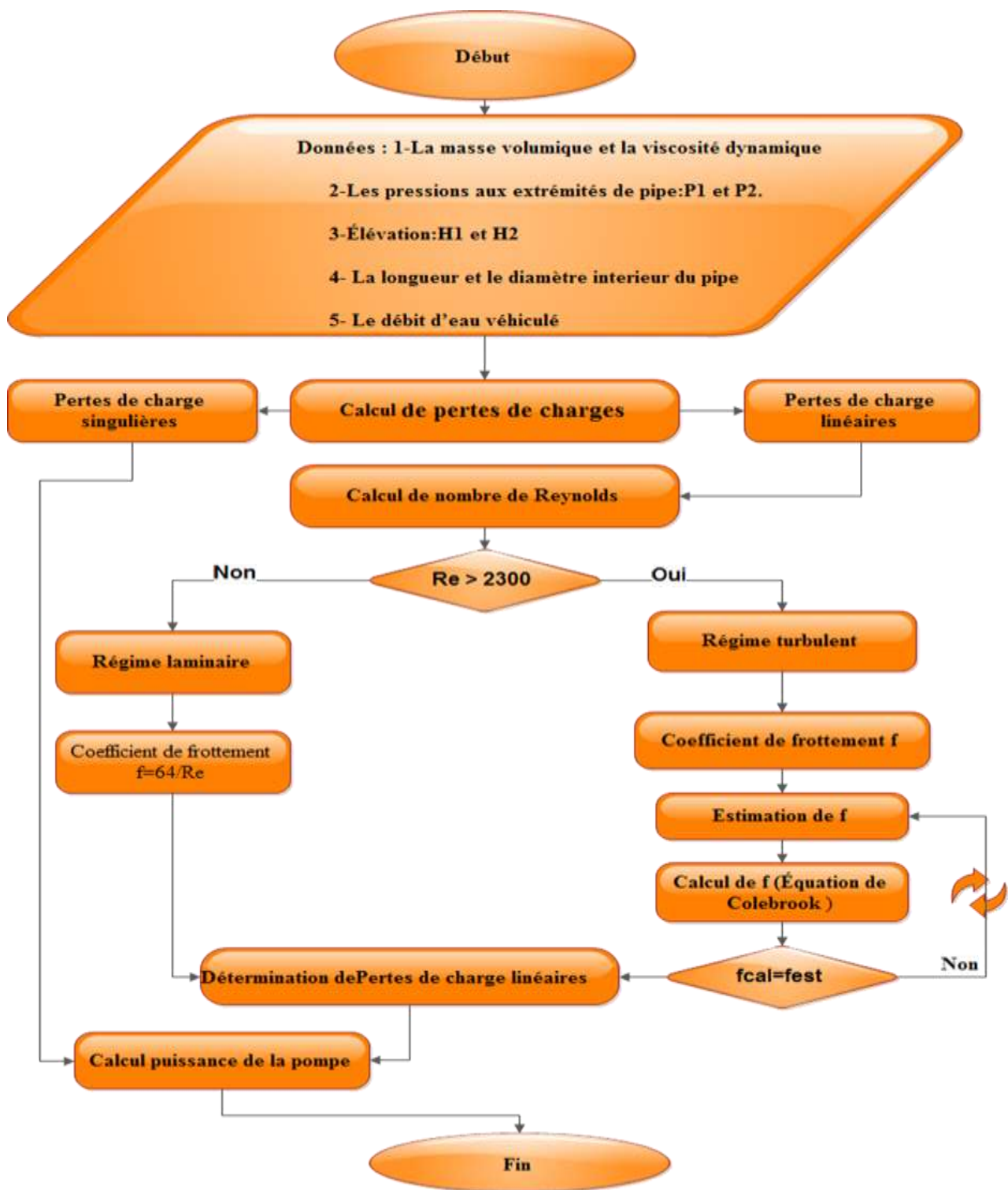
❖ Rendement pompe : $\eta_p = P_{utile} / P_{absorbée}$

❖ Rendement moteur : $\eta_m = P_{absorbée} / P_{électrique}$

Calcul de La puissance absorbée sur l'arbre de la pompe :

$$P_{KM} = Q \cdot \frac{HMT}{367 \cdot \eta}$$

L'organigramme suivant montre les démarches de calcul de la puissance de la pompe :



6 Données :

La masse volumique $\rho=1000 \text{ kg /m}^3$

La viscosité dynamique $\mu=0.001569 \text{ kg/m.s}$

Les pressions aux extrémités de pipe : $P1=101.3\text{kpa}$ $P2=200\text{kpa}$

Élévation $H1$ et $H2$ 27m

La longueur $L(\text{pipe-100}) = 5 \text{ km}$

$L(\text{pipe-101}) = 8 \text{ km}$

Diamètre intérieur du pipe $D = 152 \text{ mm}$

Le débit d'eau véhiculé $Q_m = 8.425 \times 10^4 \text{ kg/h}$

7 Calcul la puissance de la pompe nécessaire :

7-1 Calcul de pertes de charges :

$$Q_v = \frac{Q_m}{\rho} = \frac{84250}{1000 \times 3600} = 0.0234 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$V = \frac{Q_v}{A} = \frac{4 * Q_v}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.0234}{3.4 * 0.1524^2} = 1.285 \text{ m/s}$$

7-2 Calcul de perte de charge linéaires :

7-3 Calcul de nombre de Reynold :

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1.285 * 0.1524 * 1000}{0.001569} = 124814.53$$

$Re > 2300$ Régime turbulent .

7-4 Coefficient de frottement f :

7-5 Estimation de f :

$$f = F \left(Re \cdot \frac{\varepsilon}{d} \right)$$

$$\varepsilon (\text{verre}) = 0.0015$$

$$f = F(124814.53 \cdot 0.01)$$

$f = 0.037$ (utilise diagramme universel de MOODY)

7-6 Calcul de f (Equation de colebrook) :

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} = \frac{1.325}{\left[\ln \ln \left(\frac{0.0015}{3.7 * 0.1524} + \frac{5.74}{124814.53^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.038$$

$F_{cal} = F_{est}$

$$F_s = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} = 0.037 * \frac{(8000 + 5000) * 1.285^2}{0.1524 * 2 * 9.81} = 272.81 \text{ pa}$$

7-7 Calcul de pert de charge singulières :

$$F_s = K_L \frac{V^2}{2g}$$

$K = (k \text{ vanne} + k \text{ vanne} + k \text{ clapet})$

$$F_s = (10 + 10 + 2.5) \frac{1.285^2}{2 \cdot 9.81} = 1.89 \text{ pa}$$

$$F_{\text{tot}} = F_l + F_s$$

$$F_{\text{tot}} = 272.81 + 1.89 = 274.7 \text{ pa}$$

7-8 Calcul de la puissance de la pompe :

$$\rho g(Z_1 - Z_2) + (P_1 - P_2) - F + W = 0$$

$$W = F + (P_2 - P_1) + \rho g(Z_2 - Z_1)$$

$$= 0.274 \cdot 10^3 + (1230 - 100.8) \cdot 10^3 + (1000 \cdot 9.81 \cdot 27)$$

$$= 1394.344 \cdot 10^3 \text{ kpa}$$

$$W = P \cdot Q$$

$$= 1393.414 \cdot 0.0234$$

$$W = 32.62 \text{ Kw}$$

Calcul de rendement de pompe :

$$\eta = \frac{P_U}{P_{abs}}$$

$$P_u = \rho * g * Q_v * H_{MT}$$

$$HMT = (\rho * g * z) + J_{aso} + J_{ref}$$

$$= (1000 * 9.81 * 27) + (101.3 - 100.8) + (1230 - 200)$$

$$HMT = 1295.37 \text{ kpa} = 129.53 \text{ m} [H_2O]$$

$$P_{utile} = \rho * g * Q_v * HMT$$

$$= 1000 * 9.81 * 0.0234 * 1299.53$$

$$P_u = 29.734 \text{ kw}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} = \frac{29.734}{34.84} = 0.85 \quad \mathbf{85\%}$$

$$Fs = f \frac{L.V^2}{D^2g} = 0.037 * \frac{(8000+5000) * 1.285^2}{0.1524 * 2 * 9.81} = 272.81 \text{ pa}$$

9 Validation de programme de calcul de puissance

La validation du programme de calcul de puissance est faite par la comparaison entre les résultats qu'on a trouvé et ceux qui donne le logiciel Hysys.

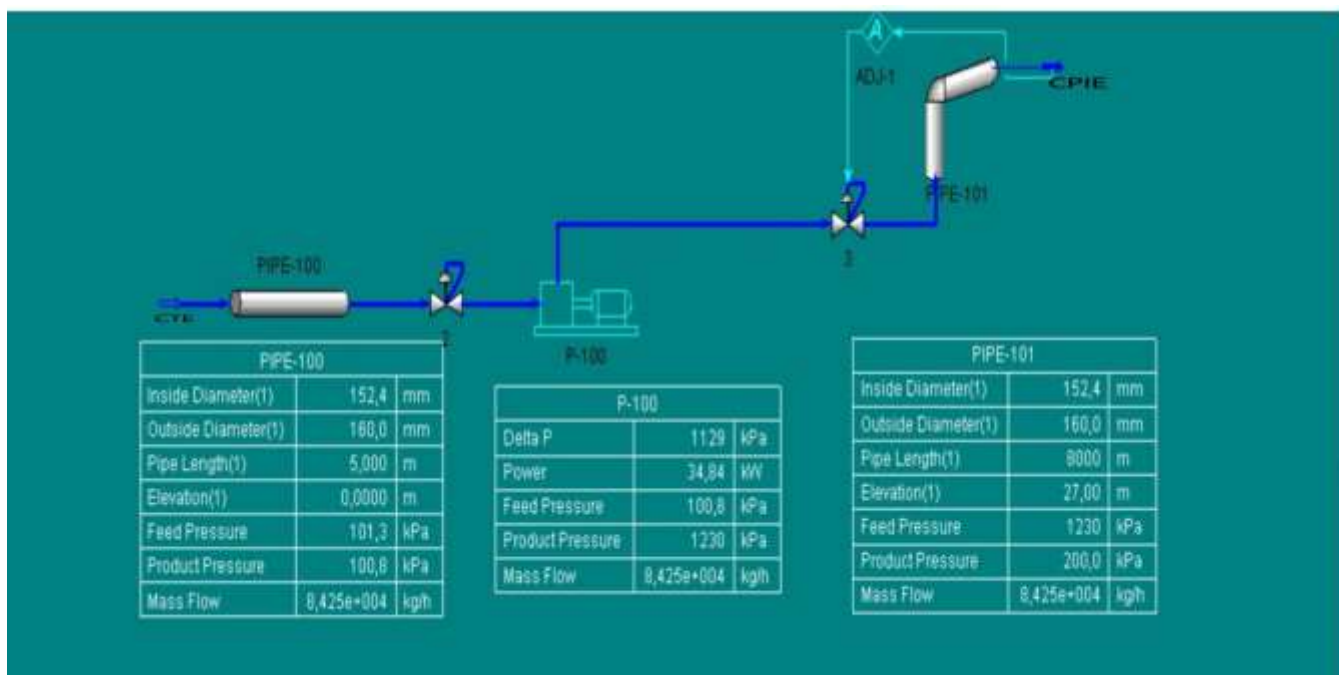


Figure 3-3 : calcul de puissance de la pompe utilisant Hysys .

Avec la variation de diamètre intérieure du pipe utilisant notre propre programme de calcul et aussi les résultats trouvé sur Hysys , on a tracé la courbe suivante qui montre la variation de la puissance de la pompe nécessaire pour transférer le débit d'eau désiré de centre des eaux huileuse au centre principale d'injection d'eau.

Il est clair que la figure ci-dessous montre une bonne concordance entre la courbe de notre programme de calcul et celle qui donne le Hysys

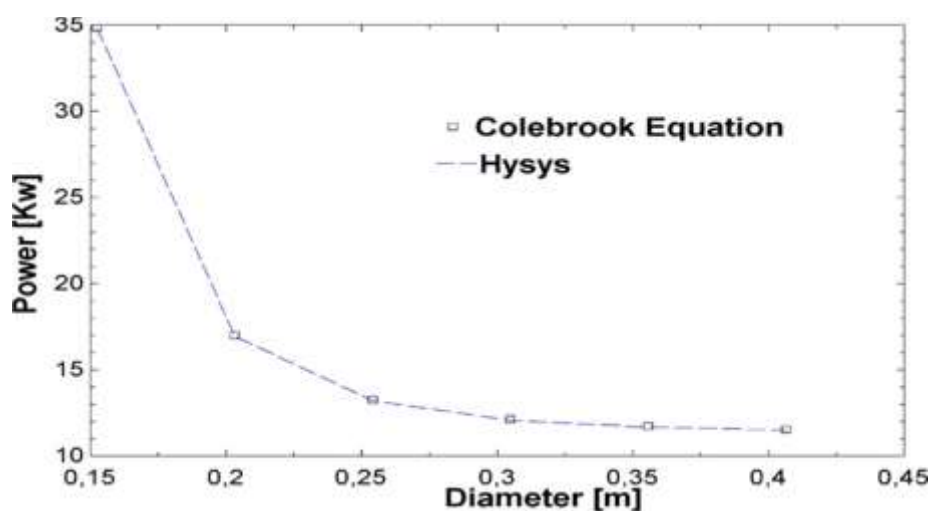


Figure 3.4 : Confrontation de résultats de calcul avec le logiciel Hysys

10 Calcul du NPSH disponible :

Pour déterminer NPSH disponible il faut déterminer les Pertes de charge de la conduite d'aspiration.

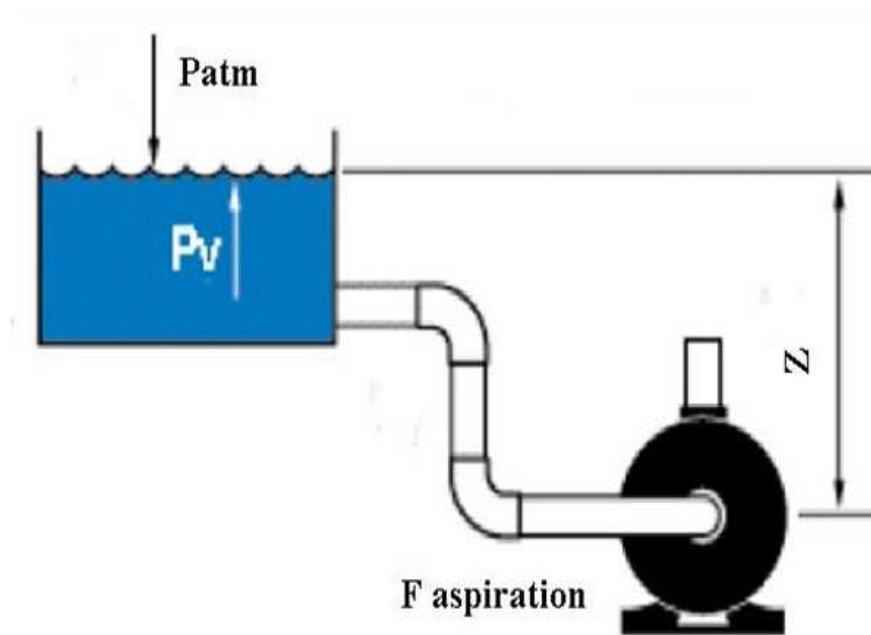


Figure 3.5: aspiration de la pompe.

10-1 Calcul du NPSH disponible pour une pompe en charge :

$$\text{NPSH}_{\text{disponible}} = P_{atm} - P_v - F_{asp} + \rho g Z$$

P_{atm} : La pression atmosphérique

P_v : pression de vaporisation du fluide.

F_{asp} : Pertes de charge de la conduite d'aspiration.

PRESSION DE VAPEUR DE L'EAU				PRESSION ATMOSPHERIQUE		
t°C	densité	bar	mètre*	alt m	bar	mètre*
10	1	0.012	0.13	0	1.013	0
20	0.998	0.023	0.24	200	0.986	0.29
30	0.996	0.042	0.43	400	0.964	0.51
40	0.992	0.074	0.76	600	0.940	0.75
50	0.988	0.123	1.27	800	0.917	0.99
60	0.983	0.199	2.07	1000	0.895	1.21
70	0.978	0.312	3.25	1200	0.873	1.44
80	0.972	0.474	4.97	1600	0.831	1.87
90	0.965	0.701	7.41	2000	0.791	2.27
100	0.958	1.013	10.78	2500	0.743	2.76
				3000	0.699	3.21

Tableau V: Tension de vapeur de l'eau

$$F_{asp} = F_I + F_s$$

$$F_I = f \left(\frac{L}{2D} \right) \rho V^2$$

$$F_s = f \sum \left(\frac{k}{2} \right) \rho V^2$$

$$\begin{aligned} NPSH_{disponible} &= P_{atm} - P_v - F_{asp} + \rho g Z \\ &= 10^5 - (0,023 \times 10^5) - (0,00274 \times 10^5) + (1000 \times 9.81 \times 2) \\ &= 11704.6 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPSH_{disponible} &= 11.70 \text{ m} \\ NPSH_{requis} + 0.5 &< NPSH_{disponible} \end{aligned}$$

Conclusion générale :

Il est constaté que le manque d'eaux d'injection au niveau du champ de Zarzaitine a des conséquences négative sur la production de brut ainsi que sur le bon fonctionnement des équipements notamment la pompe d'injection.

Ce manque d'eau nous a incités à proposer une solution optimale de façon à minimiser les conséquences dû aux problèmes opératoires cités plus haut.

Comme solution on a proposé un ouvrage qui lie le centre de traitement des eaux (CTE) par le centre principal d'injection d'eaux (CPIE) pour le renforcement de la quantité d'eau injectée.

Cet ouvrage comprend essentiellement :

- ❖ Une pompe centrifuge alimentée par un moteur électrique et équipée par les accessoires nécessaires.
- ❖ Une conduite en fibre de verre (matériau non corrosives et supporte des pressions élevées)

Basant sur une étude technico-économique, et après la validation du programme du calcul par le logiciel Hysys, le diamètre de pipe optimal a été déterminé.

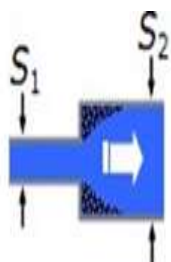
Bibliographie :

- [1]Bechir I, Hidja M. Traitement De Matrice Par Acidification, Mémoire de Master. Promotion : 2013.
- [2]M Chiban , H Mamouni , A Noumeur . Rapport de stage .2014-2015
- [3]Projet développement du champ de Zarzaitine (installations de surface), GSS-2008.
- [4]Les équipements les pompes, Manuel de formation Total.
- [5]S Kouiled, L Sayah. Investigation expérimentale du phénomène de cavitation dans les pompes. Master en Génie Mécanique
- [6]A. Boulainine. Pompes centrifuges. 2006.
- [7]M Kadi,D Gana, Etude et amélioration fmd d'une motopompe centrifuge ; master professionnel. 2014.
- [8]Technologie des pompes.
- [9]K Sadaoui, A Bougesba. Réseau collecte et installation séparateur et unité pompage de niveau manifold. MASTER en Génie pétrolier. 2012.
- [10]A Belaib, Modélisation hydraulique d'un système de transfert d'eau potable -cas du transfert du couloir chlef-tenes-el guelta –a partir du barrage de sidi yacoub-. These De Magister.
- [11]Mr A. Lameche. Écoulement des Fluides dans les Canalisations. Octobre 2014.

Annexe A : Les pertes de charge singulières

Elargissement brusque

$$K = (1 - S_1/S_2)^2$$



Coude brusque

$$K = \sin^2 \alpha + 2 \sin^4 \frac{\alpha}{2}$$



Rétrécissement brusque

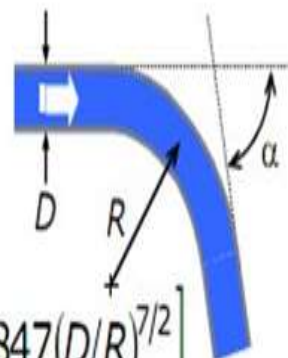
$$K = (1/\mu - 1)^2$$

$$\mu = S_c/S_2$$



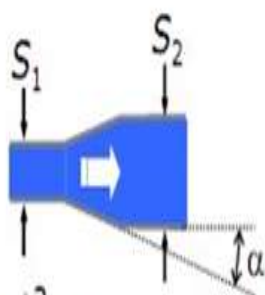
Coude arrondi

$$K = \frac{\alpha}{\pi} [0,131 + 1,847(D/R)^{7/2}]$$



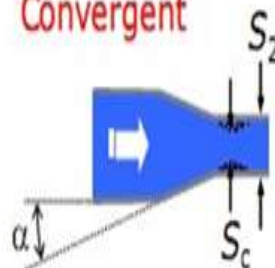
Divergent

$$K = (1 - S_1/S_2)^2 \sin \alpha$$



Convergent

$$K = (1/\mu - 1)^2 \sin \alpha$$



Entrée d'une canalisation



Résumé

Une fois l'énergie primaire épuisée des puits de pétrole, il en résulte une diminution de la pression au niveau des puits, la pression est donc augmentée par pompage d'eau. Cette technique est une des techniques de récupération secondaire les plus courantes.

La production de brut au niveau de champ de Zarzaitine (ZR) est essentiellement assistée par l'injection de l'eau et l'injection de gaz lift.

Vu la fluctuation de la production de brut à cause du manque d'eau d'injection au centre principal d'injection d'eau (CPIE), ce qui amène la pompe d'injection au niveau de ce centre à fonctionner à son point minimum (régime bas) et causer d'autres problèmes dans le processus notamment dans la turbine.

Dans ce document, on a proposé le renforcement en terme de quantité d'eau le centre de CPIE, allant du centre de traitement des eaux (CTE) par la réalisation d'un ouvrage reliant les deux centres. Cette ouvrage contient des pipes et de pompe centrifuge.

Après la détermination de chemin suivi par la conduite et basant sur une étude technique, la puissance de la pompe et le diamètre optimal de la conduite ont été déterminé.

Mots Clés : Injection d'eau, Pompe, Pertes de charge, Diamètre optimal.

Abstract

After the primary energy is exhausted from the oil wells, it results in a decrease in pressure at the level of the wells, so the pressure is raised by pumping water, this technique is one of the most common secondary recovery techniques.

. The production of crude at the Zarzaitine (ZR) field is mainly assisted by the injection of water and the injection of gas lift.

Given the fluctuation in crude production due to the lack of injection water at the main water injection center (CPIE), which causes the injection pump at this center to operate at its minimum point (low speed) and causes other problems in the process, especially in the turbine.

In this document, it was proposed to strengthen the CPIE center in terms of quantity of water, from the water treatment center (CTE) by the construction of a structure dependent on the two centers, this structure contains centrifugal pump tubes.

After determining the path followed by the pipe and based on a technical study, the pump power and the optimum diameter of the pipe were determined.

Keywords: Water injection, Pump, Pressure drop, Optimal diameter.

الملخص

بعد استنفاد الطاقة الأولية من الابار البترولية ينتج عنه انخفاض لضغط على مستوى الابار، فيتم رفع الضغط عن طريق ضخ الماء، وتعد هذه التقنية من التقنيات الاسترداد الثانوية الاكثر شيوعا.

يتم دعم الإنتاج الخام في حقل زرزيتين (ZR) بشكل أساسي عن طريق ضخ الماء والرفع بالغاز.

نظرا للتذبذب في الإنتاج الخام بسبب نقص الماء المستعمل في مركز ضخ الماء الرئيسي (CPIE)، مما يؤدي إلى تشغيل مضخة الحقن في هذا المركز عند أدنى نقطة لها (سرعة منخفضة) ويسبب مشاكل أخرى في العملية، خاصة في التوربينات.

في هذه الوثيقة، تم اقتراح تعزيز مركز CPIE من حيث كمية المياه، انطلاقا من مركز معالجة المياه

(CTE) من خلال بناء هيكل يربط بين المركزي، ويحتوي هذا الهيكل على انابيب ومضخة طرد مركزي .

بعد تحديد المسار الذي يتبعه الأنبوب وبناءً على دراسة فنية، تم تحديد قوة المضخة والقطر الأمثل للأنبوب.

الكلمات المفتاحية: ضخ الماء، مضخة، انخفاض الضغط، القطر الأمثل

