

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : ENERGÉTIQUE

PAR :

AYAD NABIL

OUJJEHANI MOHAND SAID

Thème

**Détermination des paramètres de fonctionnement de la station de
pompage SP3 M'Sila pour l'alimentation du terminal d'arriver
TRA Alger – (SONATRACH Bejaia).**

Soutenu le 01/07/2018 devant le jury composé de :

Mr. A. BENSLIMANE	Président
Mr. A. SAHI	Rapporteur
Mr. F. MENDIL	Examinateur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2017-2018

Remerciements :

Nous remercions tout d'abord notre Dieu qui nous a donné la force pour terminer ce travail.

Nous remercions nos parents qui nous ont soutenu tout le long parcours universitaire et toute notre vie.

Nous remercions notre promoteur Mr A. SAHI qui a fait de son mieux pour nous orienter.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements envers, Messieurs : A. HADIRBACHE, O. ZAIDI et Mr. ATROUCIE au sien de la SONATRACH-DRGB Bejaïa pour le temps qu'ils ont consacré à répondre à nos questions.

Nous remercions les membres du jury, ceux qui ont fait l'honneur de juger ce travail.

Nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

A mes très chers parents et grands-parents qui ont faits
leurs possibles pour ma réussite.

A mon frère et ma sœur, mes neveux et mon beau-frère,
belle-sœur.

A ma très chère Baya et à toute sa famille.

A tous mes ami(e)s surtout Lahlou, Massi et Toufik.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin tout au long
de mon parcours.

AYAD Nabil

Dédicace

Je dédie ce travail à :

A mes très chers parents qui ont faits leurs possibles pour
ma réussite.

A mes chers frère et sœurs.

A tous mes amis.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin tout au long
de mon parcours.

OUJEHANI MOHAND SAID

Sommaire :

Introduction générale.....	2
<u>CHAPITRE I : Définitions de base et généralités</u>	
I. Définitions de base et Généralités.....	5
I.1 Définitions :	5
I.1.1 Hydrocarbures :.....	5
I.1.2 Oléoduc :.....	5
I.1.3 Boosters :	5
I.1.4 Manifolds :	5
I.1.5 Stockage du pétrole :.....	5
I.1.6 Transports pétroliers :	6
I.1.6.1 Transport terrestre :.....	6
I.1.6.2 Transport maritime :	6
I.1.7 Station de pompage :.....	6
I.2 Description du réseau de transport :	7
I.2.1 Ligne OB1 :.....	7
I.2.2 Ligne DOG1 :	7
I.3 Acheminement du produit du sud au nord :	7
I.4 Rappel sur la mécanique des fluides.....	8
I.4.1 Définition d'un fluide :	8
I.4.1.1 Fluides newtoniens :	9
I.4.1.2 Fluides non newtoniens :	9
I.4.2 Caractéristiques d'un fluide :	9
I.4.2.1 Masse volumique :	9
I.4.2.2 Viscosité :.....	10
I.4.3 Vitesse d'écoulement :	10
I.4.4 Théorème de Bernoulli :	11
I.4.5 Régime d'écoulement :	11

I.4.6	Rugosité :	12
I.4.7	Pertes de charges :	13
I.4.7.1	Pertes de charges linaires :	13
I.4.7.1.1	Coefficient des pertes de charges linaires :	14
I.4.7.2	Pertes de charges singulières :	16
I.4.7.2.1	Coefficient des pertes de charges singulières :	17
I.5	Pompes :	19
I.5.1	Classification des pompes :	19
I.5.1.1	Pompes volumétriques :	19
I.5.1.2	Turbopompes :	20
I.5.2	Pompe centrifuge :	20
I.5.2.1	Classification des pompes centrifuges :	20
I.5.2.2	Choix d'une pompe	21
I.5.2.3	Courbe caractéristique d'une pompe :	22
I.5.2.4	Similitude des turbopompes :	22
I.5.2.5	Cavitation :	23
I.5.2.6	N.P.S.H :	23
I.5.3	Montage des pompes :	25
	Conclusion :	26

CHAPITRE II : Problématique

II.	Problématique	29
II.1	Position du problème :	29
II.2	Méthode de calcul :	30

CHAPITRE III : Analyse de l'alimentation actuel de la raffinerie d'Alger(TRA)

	Introduction :	33
III.	Analyse de l'alimentation actuel de la raffinerie d'Alger (TRA) :	33
III.1	Caractéristiques de l'oléoduc DOG1 et Caractéristiques du pétrole brut :	33
III.1.1	Caractéristiques de l'oléoduc DOG1 :	33

III.1.2	Caractéristiques du pétrole brut :	33
III.2	Calcul des hauteurs de refoulement et tracés des circuit résistant SBM-TRA :	33
III.2.1	Tronçon SBM-Col Event 1 :	34
III.2.2	Tronçon SBM-TRA :	36
III.3	Débit du point de contrôle et circuit résistant réel SBM-TRA :	37
III.4	Comparaison sur la ligne DOG1 SBM-TRA :	39
III.5	Temps de remplissage des bacs de TRA et ceux de la raffinerie :	40
III.6	Conclusion :	41
<u>CHAPITRE IV : Détermination des paramètres de fonctionnement de la station SP3</u>		
<u>pour l'alimentation du terminal d'Alger</u>		
	Introduction :	44
IV	Détermination des paramètres de fonctionnement de SP3 pour l'alimentation de TRA : ..	44
IV.1	Calcul des pressions de refoulement et tracés des circuit résistant SP3-TRA :	44
IV.1.1	Tronçon SP3-Col de Slatna :	44
IV.1.2	Tronçon SP3-TRA :	46
IV.2	Débit du point de contrôle et circuit résistant réel SP3-TRA :	48
IV.3	Etude du fonctionnement des pompes de la station M'sila (SP3) :	49
IV.3.1	Etude du fonctionnement de station SP3 à partir des caractéristiques données par le constructeur des pompes utilisé :	49
IV.3.1.1	Point de fonctionnement de la station SP3 pour 1ppe N=3560 tr/min	50
IV.3.1.2	Point de fonctionnement de la station SP3 pour 1ppe N=2903 tr/min :	51
IV.3.1.3	Point de fonctionnement de la station SP3 pour 2ppes // N=2790 tr/min : ..	52
IV.4	Conclusion :	53
Conclusion générale		55

Nomenclature :

Symboles	Définition	Unité (SI)
D	Diamètre	m
e	Epaisseur	m
g	Accélération de la pesanteur	m/s ²
Ha	Hauteur géométrique d'une pompe en aspiration	m
Hc	Hauteur géométrique d'une pompe en charge	m
H_{mt}	Hauteur manométrique totale	m
H_{ppe}	Apport en hauteur de la pompe	m
ΔH	Perte de charge totale	m
L	Longueur de la conduite	m
N	Vitesse de rotation	tr/min
NPSH	Hauteur nette d'élévation	m
P	Pression	bar
P_{tr}	Pression théorique	bar
P_{re}	Pression réelle	bar
P_v	Pression vapeur saturée	bar
Ḗ	Puissance	kW
Q_v	Débit volumique	m ³ /h
S	Section de passage	m ²
Ū	Vitesse moyenne d'écoulement	m/s
V	Volume	m ³
Z	Altitude	m
Symboles grecs	Définition	Unité (SI)
ε	Rugosité absolue	m
η	Rendement	/
λ	Coefficient de perte de charge linéaire	/
μ	Viscosité dynamique	Pa.s
ν	Viscosité cinématique	m ² /s
ξ	Coefficient de perte de charge singulière	/
ρ	Masse volumique	Kg/m ³
τ	Contrainte de cisaillement	Pa

Nombres adimensionnels	Définition	Unité (SI)
Re	Nombre de Reynolds	/
Re'	Nombre de Reynolds généralisé par Metzner Reed	/
K	Indice de consistance	/
n	Indice d'écoulement	/
Indices	Définition	Unité (SI)
Ab	Absorbé	/
disp	Disponible	/
Er	Coefficient d'erreur	/
lin	Linaire	/
m	Moyenne	/
ref	Refoulement	/
req	Requis	/
sin	Singulière	/
Abréviations	Définition	Unité (SI)
HEH	Haoud El Hamra	/
HMT	Hauteur manométrique totale	/
PK	Point kilométrique	/
SBM	Station de Beni-Mansour	/
SP3	Station de pompage 3 M'sila	/
TRA	Terminal raffinerie d'Alger	/

Liste des figures :

Figure I.1: Ecoulement dans une conduite.....	11
Figure I.2: Paroi rugueuse d'une conduite.....	13
Figure I.3: Vanne a soupape.....	18
Figure I.4: Vanne papillon.....	18
Figure I.5: Les pompes hydrodynamiques.....	20
Figure I.6: Pompe centrifuge monocellulaire.....	21
Figure I.7: Pompe centrifuge multicellulaire.....	21
Figure I.8: Cavitation des pompes.....	23
Figure I.9: Courbe d'évaluation de NPSH en fonction de débit (Qv).....	25
Figure I.10: Montage de deux pompes en série.....	25
Figure I.11: Montage de deux pompes en parallèle.....	26
Figure III.1: Courbe du circuit résistant SBM-Col Event 1.....	35
Figure III.2: Courbe du circuit résistant SBM-TRA.....	37
Figure III.3: Point de contrôle.....	38
Figure III.4: Courbe caractéristique réelle du circuit résistant SBM-TRA.....	39
Figure IV.1 : Courbe du circuit résistant SP3-Col Slatna.....	45
Figure IV.2: Courbe du circuit résistant SP3-TRA.....	48
Figure IV.3: Courbe caractéristique réelle du circuit résistant SP3-TRA.....	49
Figure IV.4: Courbes caractéristiques données par le constructeur et la courbe du réseau...	50
Figure IV.5: Point de fonctionnement 1ppe (430m ³ /h ;596 m).....	51
Figure IV.6: Point de fonctionnement 2ppe (430 m ³ /h ;596 m).....	52

Liste des tableaux :

Tableau I.1: Corrélation pour chaque régime d'écoulement pour un fluide newtonien.	14
Tableau I.2: Corrélation pour chaque régime d'écoulement pour un fluide non-newtonien..	15
Tableau I.3: Coefficient des pertes de charge singulières.	17
Tableau III.1: Caractéristiques de la canalisation SBM-TRA.....	33
Tableau III.2: Caractéristiques de l'oléoduc SBM-Col Event 1.	34
Tableau III.3: Résultats de calcul pour Q_v : 430, 580 et 650 m ³ /h entre SBM-Col Event. ...	35
Tableau III.4: Caractéristiques du tronçon SBM-TRA.	36
Tableau III.5: Résultats de calcul pour Q_v : 430, 580 et 650 m ³ /h entre SBM-TRA.	37
Tableau III.6: Comparaison des pressions de refoulement calculer et réel.....	40
Tableau III.7 : Temps de remplissage avec deux régimes de fonctionnement.....	41
Tableau IV.1: Caractéristique de l'oléoduc SP3-Col Slatna.	44
Tableau IV.2: Résultats de calcul pour Q_v : 800,1400,1800 et 2200 m ³ /h SP3-Col Slatna...	45
Tableau IV.3: Caractéristiques de la canalisation SP3-TRA.....	46
Tableau IV.4: Résultats de calcul pour Q_v : 800 m ³ /h pour le tronçon SP3-TRA.	47
Tableau IV.5: Caractéristiques de la pompe utilisée à la station SP3.	49

Introduction Générale

Introduction générale :

Les hydrocarbures sont la principale source d'énergie consommée dans le monde. Cette matière première satisfait encore plus de 30% de la demande énergétique mondiale. L'inégale répartition des réserves dans le monde implique des flux très importants entre les zones de production et de consommation.

Depuis la découverte du pétrole en 1859 le monde a connu des bouleversements technologiques qui ont contribué à faciliter la vie à l'humanité, son industrie a connu une expansion flagrante, la demande ne cesse d'augmenter en poussant les entreprises pétrolières à la recherche des gisements et améliorer tous les aspects de leur secteur d'activité : (forage, transport et exportation.), pour maximiser leur potentiel, et faire face à la concurrence et investir la scène mondiale. Dès qu'un gisement est découvert, les systèmes d'exploitation sont mis en place afin d'extraire et d'acheminer le pétrole jusqu'aux points de consommations.

Les entreprises pétrolières se heurtent à d'énormes difficultés, car l'acheminement du produit jusqu'aux clients est un défi colossal, toutes les opérations depuis les puits de forages aux raffineries tous en passant par les procédés de transports. Pour cela, les entreprises cherchent des solutions afin de rendre ses activités plus rentables et diminuer les couts.

En Algérie, c'est à SONATRACH qu'incombe cette tâche complexe. Elle est, en effet, la Société nationale pour la recherche, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures. Créée le 31 décembre 1963, elle devra attendre 1971 pour que tous ses secteurs soient nationalisés. Elle est la première compagnie d'hydrocarbures en Afrique, est aussi un important fournisseur d'énergie dans le monde. Elle fait de son mieux pour la satisfaction de la demande domestique en énergie. Pour transporter le pétrole brut depuis les gisements jusqu'aux raffineries et aux clients, SONATRACH dispose d'un important réseau de transport par canalisation.

Le transport par Canalisations est un maillon important de la chaîne des hydrocarbures et ce, d'un point de vue historique, stratégique et opérationnel. Pour transporter le pétrole par des canalisations, il faut mettre à disposition des stations de pompage pour faire augmenter la pression du pétrole pour vaincre les pertes de charge tout le long de la canalisation et le pomper du point d'extraction jusqu'aux raffineries.

Notre travail consiste à déterminer les paramètres de fonctionnement des pompes de la station de pompage de M'Sila pour alimenter directement la raffinerie d'Alger sans faire appel à la station de Beni Mansour, en cas où cette dernière est hors service, autrement dit déterminer les débits et les pressions associées.

Notre mémoire est composé de quatre chapitres :

Le premier chapitre, présente des définitions de bases et des généralités sur la mécanique des fluides et sur les pompes.

Et, le deuxième chapitre est mis en place pour poser notre problème et mettre un organigramme de calcul pour sa résolution.

Ensuite, dans le troisième chapitre est conçu pour l'analyse de l'alimentation actuel de la raffinerie d'Alger (TRA).

Le dernier chapitre est consacré pour notre travail principal, qui est la détermination des paramètres de fonctionnement des pompes de la station de pompage de M'Sila pour l'alimentation du terminal d'Alger.

Enfin, une conclusion générale, qui récapitule notre travail.

CHAPITRE I : Définitions de base et Généralités

I. Définitions de base et Généralités

I.1 Définitions :

I.1.1 Hydrocarbures :

Un hydrocarbure est un composé organique constitué d'atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H), sous forme de carbone fossile, ils constituent une ressource énergétique essentiel pour l'économie depuis la révolution industrielle, mais sont aussi source de gaz à effet de serre issue de leur utilisation massive.

Il s'agit en fait de ressources non renouvelables, dont les gisements commencent localement à s'épuiser ou à être coûteux et difficiles à exploiter.

I.1.2 Oléoduc :

Les pipelines assurent le transport des liquides à l'aide de canalisation sur une distance donnée, et leurs utilisations restent quasi réservés à l'acheminement du pétrole brut appelés « oléoducs » ou bien du gaz appelés « gazoducs ». Le choix de ces canalisations est déterminé selon leurs résistances à la pression escomptée, c'est-à-dire leurs diamètres, leurs épaisseurs et les matières utilisées, également à leurs capacités de transports annuels.

I.1.3 Boosters :

Une pompe booster, permet d'augmenter la pression de 1 à 5 bars, de tout fluide ou gaz déjà sous pression à l'amont des pompes principales en gardant le même débit, cette augmentation a pour rôle d'éviter la cavitation à l'intérieur des pompes. Cette pompe va augmenter la pression manométrique d'un fluide de manière semblable à un compresseur.

I.1.4 Manifolds :

C'est un équipement constitué d'un jeu de vannes qui permet de diriger les fluides vers des points déterminés. Il contient plusieurs entrées et plusieurs sorties également, il sert généralement au regroupement et à l'acheminement des hydrocarbures, notamment :

- Le remplissage par pipe-line.
- Le remplissage et la vidange sélective de réservoirs.
- Le transport d'un réservoir à un autre [1].

I.1.5 Stockage du pétrole :

On utilise le stockage du pétrole pour entreposer une certaine quantité dans des réservoirs bien spécifiques. Le stockage permet d'assurer un minimum d'autonomie en matière d'énergie,

et permet aussi d'ajuster le temps entre la demande et l'offre. Le stockage se fait dans des grandes surfaces appelé parc de stockage, où l'on concentre les différents types de réservoirs (bacs). Ces derniers, sont généralement de forme cylindrique verticale, on distingue deux types : bac à toit flottant et bac à toit fixe.

I.1.6 Transports pétroliers :

Le pétrole est souvent transporté après son extraction vers les parcs de stockage et les raffineries des pays demandeurs. Très souvent, les gisements découverts se trouvent éloignés des plus gros consommateurs. Et pour cela, on a plusieurs façons de le transporter.

I.1.6.1 Transport terrestre :

Il existe sur terre trois moyens de transports différents :

- Les camions citernes : Ils sont très souvent utilisés pour livrer les produits finis pour amener aux consommateurs ;
- Les wagons-citernes : Ils sont utilisés pour transporter essentiellement les produits lors des longs trajets ;
- Les pipelines ou oléoducs : C'est le moyen le plus simple d'acheminer le pétrole d'un point à un autre. Dans ces tuyaux, le pétrole va à une vitesse constante grâce à des stations de pompage.

I.1.6.2 Transport maritime :

- Le bateau pétrolier : est le moyen de transport le plus utilisé. Il est très utilisé pour le commerce à travers le monde. Les pétroliers sont classés le plus souvent par leur taille (les supertankers, les barges, les ravitailleurs et les pétroliers) [2].

I.1.7 Station de pompage :

Une station de pompage est une station servant à pomper un fluide, tel que le pétrole. Leurs emplacements dépendent des conditions géographiques du tracé de l'oléoduc. Ces stations de pompes permettent un transport continu du point d'extraction jusqu'au client, il est essentiel d'installer des stations de pompes en raison des pertes de débit et pression dans les canalisations lorsque ces dernières sont très longues.

I.2 Description du réseau de transport :

Cette distinction tient compte du procédé d'utilisation des canalisations. En examinant le réseau, généralement les sources se trouvent entièrement au sud du pays qui représentent le point de départ du réseau. Vient après, la région de Haoud El-Hamra (HEH) au centre du réseau, ensuite arrivent aux terminaux qui sont à l'extrémité du parcours du produit [3].

I.2.1 Ligne OB1 :

- C'est le premier oléoduc (pipeline) installé en Algérie par la société pétrolière (SOPEG) ;
- L'exploitation de l'oléoduc entre dans sa première phase en 1959 ;
- L'oléoduc reliant le centre de stockage de Haoud El-Hamra (HEH) avec le terminal de Bejaia s'étend sur 668,369 km ;
- Son altitude est de 150 m au départ, qui atteint 45 m dans les premiers 320 km, ensuite jusqu'à 1032 m d'altitude au point kilométrique de 533 km qui se situe au col de Slatna (Msila), et diminue jusqu'à atteindre le niveau de la mer au terminal marin de Bejaia ;
- L'épaisseur de l'oléoduc varie de 6,35 à 12,7 mm selon la pression maximale de service (PMS) et de l'agent corrosif des zones traversées par l'oléoduc ;
- La ligne est composée de quatre stations de pompage SP1, SP1 bis, SP2 et SP3 [3].

I.2.2 Ligne DOG1 :

- L'oléoduc DOG1 de 20'' reliant Beni Mansour-Alger, est un ouvrage conçu pour alimenter la raffinerie d'Alger en pétrole brut.
- DOG1 est le renouvellement de l'ancien OG1 de 16'', il est mis en service en 2005.
- Le DOG1 a une capacité de transport de 8 MT/an, soit une augmentation de 220 % par rapport à celle de OG1, qui était de 2.5 MT/an.

I.3 Acheminement du produit du sud au nord :

Le pétrole se trouve dans les couches de l'écorce terrestre, exige pour le repérer l'extraction de grandes étendues de cette écorce, parfois sur d'importantes profondeurs. Son extraction se fait par le biais de puits de forage. Extrait, et ensuite stocké dans des bacs de stockage proches des puits. Ils sont généralement regroupés sur un même site appelé parc de stockage. Ces installations servent à conserver le produit et le laisser se décanter (séparation des sédiments de l'eau du produit), mais aussi pour effectuer des prélèvements, mesures et autres opérations nécessaires sur le brut (comptage, jaugeage, purge, etc...).

Après ces opérations, le produit sera expédié par pipelines vers le terminal de Haoud El-Hamra (centre de collecte).

Le produit arrive par l'une des canalisations d'entrée du terminal (HEH), il sera directement stocké dans les bacs. Ceux-ci entrent ainsi dans la phase de remplissage, passant ensuite à la phase de décantation. Une fois cette phase terminée, les bacs seront vidés en phase de vidange.

Le produit sera expédié aux terminaux nord par les canalisations de sortie. Pendant ces trois phases, des mesures et des prélèvements seront effectués afin de déterminer la qualité et la spécificité du produit.

Les canalisations dans lesquelles le produit circule relient deux terminaux sur des moyennes ou grandes distances. Vu la distance séparant le terminal (HEH) des terminaux nord (environ 600 km) il a fallu placer des stations de pompes le long des pipelines, et ensuite faire parvenir le produit à destination avec des conditions de pression et de débit voulu.

Lorsque le produit arrive aux terminaux nord, il sera toujours stocké dans des bacs de stockage et le même processus appliqué sur les bacs du terminal (HEH) a lieu, sauf qu'ici le produit sera chargé sur les bateaux et une petite partie sera acheminée vers les raffineries [3].

I.4 Rappel sur la mécanique des fluides

La mécanique des fluides est la science des lois de l'écoulement des fluides. Elle est la base du dimensionnement des conduites des fluides et des mécanismes de transfert des fluides. C'est une branche de la physique qui étudie les écoulements de fluides c'est-à-dire des liquides et des gaz lorsque ceux-ci subissent des forces ou des contraintes. Elle comprend :

- la statique des fluides, ou hydrostatique qui étudie les fluides au repos.
- la dynamique des fluides qui étudie les fluides en mouvement.

La mécanique des fluides a de nombreuses applications dans divers domaines comme l'ingénierie navale, l'aéronautique, mais aussi la météorologie, la climatologie ou encore l'océanographie [4].

I.4.1 Définition d'un fluide :

Un fluide peut être considéré comme étant une substance formée d'un grand nombre de particules matérielles, très petites et libres de se déplacer les unes par rapport aux autres. C'est donc un milieu matériel continu, déformable, sans rigidité et qui peut s'écouler. Les forces de

cohésion entre particules élémentaires sont très faibles de sorte que le fluide est un corps sans forme propre qui prend la forme du récipient qui le contient.

On insiste sur le fait qu'un fluide est supposé être un milieu continu : même si l'on choisit un très petit élément de volume, il sera toujours beaucoup plus grand que la dimension des molécules qui le constitue [4].

Les fluides peuvent être classés en deux grandes familles, fluides newtoniens et fluides non newtoniens.

I.4.1.1 Fluides newtoniens :

Un fluide newtonien est un fluide dont la viscosité ne dépend pas des contraintes qui lui sont appliquées. Autrement dit sa viscosité ne varie pas quand on agite le fluide. Elle peut néanmoins dépendre d'autres facteurs tels que la température. Plus le fluide est chaud moins celui-ci est visqueux, car les molécules sont plus agitées et par conséquent les liaisons entre elles sont moins fortes. A l'inverse plus le fluide est froid, plus il se solidifie, car ses molécules se figent et leurs liaisons sont donc plus fortes. (Comme l'eau, l'air, miel et la plupart des gaz [5]).

I.4.1.2 Fluides non newtoniens :

Dans un fluide non-newtonien, la viscosité ne dépend pas seulement de la température mais aussi d'une contrainte appelée contrainte de cisaillement. La viscosité dépend aussi, chez certains types de fluides non newtoniens, de la durée pendant laquelle cette contrainte est appliquée. (Comme le sang, les gels, les boues, les pâtes, les suspensions, les émulsions...) [5].

I.4.2 Caractéristiques d'un fluide :

I.4.2.1 Masse volumique :

La masse volumique est une grandeur physique qui caractérise la masse d'un matériau par unité de volume.

Elle est déterminée par le rapport :

$$\rho = \frac{M}{V} \tag{I.1}$$

Avec :

ρ : masse volumique [kg/m³]

M : masse du fluide [kg]

V : volume occupé par le fluide [m³].

I.4.2.2 Viscosité :

La viscosité peut être définie comme l'ensemble des phénomènes de résistance à l'écoulement se produisant dans la masse d'une matière, pour un écoulement uniforme et sans turbulence. Plus le fluide est visqueux plus il s'écoule lentement, l'énergie dissipée par l'écoulement sera importante [6].

➤ **Viscosité dynamique :**

La viscosité dynamique μ est une grandeur physique qui caractérise la résistance à l'écoulement laminaire d'un fluide incompressible, elle est le rapport de la contrainte de cisaillement τ au gradient de vitesse d'écoulement du fluide γ .

$$\text{Donnée par : } \mu = \frac{\tau}{\gamma} \quad (\text{I.2})$$

➤ **Viscosité cinématique :**

La viscosité cinématique ν est le rapport de la viscosité dynamique μ et de la masse volumique ρ . Elle représente la capacité de conservation des particules du fluide et quantifie sa capacité à s'épancher.

$$\text{Elle est donnée par la relation : } \nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{I.3})$$

Avec :

ν : viscosité cinématique [m²/s]

μ : viscosité dynamique [Pa.s]

ρ : masse volumique [kg/m³].

I.4.3 Vitesse d'écoulement :

La vitesse d'écoulement d'un fluide est la vitesse à laquelle il se déplace dans une conduite.

Elle est déterminée par la relation suivante :

$$\bar{u} = \frac{Q_v}{S} = \frac{4Q_v}{\pi d^2} \quad (I.4)$$

\bar{u} : Vitesse moyenne d'écoulement [m/s] ;

Q_v : Débit volumique [m³/s] ;

S : Section de la conduite [m²] ;

D : diamètre de la conduite [m].

I.4.4 Théorème de Bernoulli :

Le théorème de Bernoulli généralisé, est la base théorique de la description des phénomènes physiques d'écoulement des liquides.

Dans une adduction, l'énergie d'une particule est une combinaison stricte d'énergie potentielle, d'énergie cinétique et d'énergie de pression. Dans la nature, « rien ne se perd et rien ne se crée », par conséquent l'énergie d'une particule passant par le point 1 aura la même énergie que lorsqu'elle passera par le point 2 ou par tout autre point de l'adduction [7].

Sous forme d'équation, ce théorème peut s'écrire de la façon suivante :

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g z_2 + \rho g \Delta H \quad (I.5)$$

ΔH : pertes de charge totales.

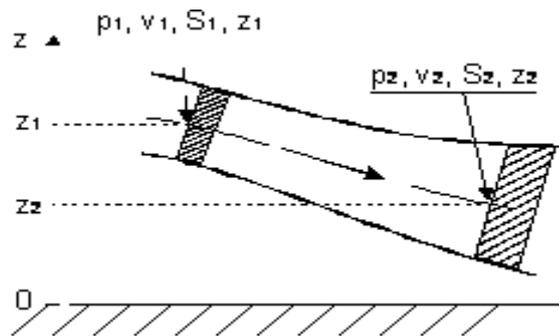


Figure I.1: écoulement dans une conduite.

I.4.5 Régime d'écoulement :

Trois grands régimes d'écoulement ont été définis par Reynolds (1883) :

- L'écoulement laminaire : écoulement rectiligne, le fluide s'écoule en filets parallèles les uns sur les autres, sans qu'il y ait de mélange.

- L'écoulement critique : l'écoulement est plus ou moins rectiligne, avec un peu de mélange (petits tourbillons).

- L'écoulement turbulent : l'écoulement se fait avec de grands tourbillons, avec un mélange important.

Le régime d'écoulement dépend du débit de fluide, du diamètre de la conduite et des propriétés du fluide. Il est déterminé grâce au nombre de Reynolds.

Le nombre de Reynolds (Re) est nombre sans dimension utilise en mécanique des fluides. Il caractérise un écoulement en particulier la nature du régime d'écoulement [4].

Il est donné par :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d}{\mu} = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad (I.6)$$

ρ : masse volumique du fluide [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],

V : vitesse du fluide [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

d : diamètre de la conduite [m],

μ : viscosité dynamique du fluide [Pa. s],

ν : viscosité cinématique du fluide [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$].

On distingue :

Pour $Re < 2000$, l'écoulement est laminaire ;

Pour $2000 < Re < 3000$, l'écoulement est critique ;

Pour $Re > 3000$, l'écoulement est turbulent.

I.4.6 Rugosité :

La rugosité est une caractéristique de l'état de surface à l'intérieure de la canalisation. Cet état de surface est caractérisé par la hauteur moyenne des aspérités. C'est aussi un paramètre d'un écoulement se produisant sur ce matériau. On distingue :

- Rugosité absolue (\mathcal{E}), exprimée en [mm].
- Rugosité relative (\mathcal{E}/D_i) avec D_i diamètre intérieur de la conduite [8].

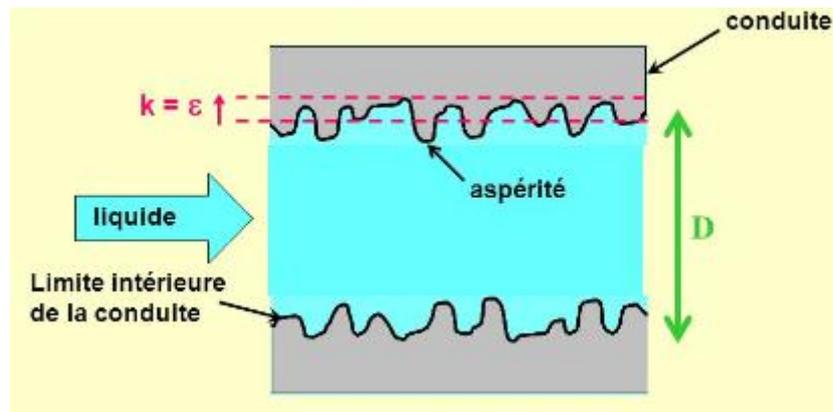


Figure I.2: Paroi rugueuse d'une conduite.

I.4.7 Pertes de charges :

Les pertes de charge sont des pertes d'énergies et de pression que subit un fluide lors de son écoulement dans une conduite. C'est pertes de charge sont importantes si :

- La vitesse d'écoulement est élevée et que la rugosité de la conduite est importante.
- Le changement important et brusque des sections qui implique une variation de vitesse.
- Le changement important et brusque de la direction du fluide.

Les pertes de charges dépendent de plusieurs facteurs :

- Le régime d'écoulement (nombre de Reynolds) ;
- La longueur de la conduite (L) ;
- La masse volumique de fluide (ρ) ;
- La viscosité ;
- La vitesse d'écoulement ;
- Diamètre intérieur de la conduite ;
- La rugosité de la conduite (ϵ).

Les pertes de charges peuvent être linéaires ou singulières.

I.4.7.1 Pertes de charges linaires :

Les pertes de charge linaires ou perte de charge par frottement ΔH_L se produisent tout au long des conduites pendant l'écoulement régulier du fluide, plus la conduite est longue plus les pertes de charge sont importantes. Elles sont calculées par l'équation de **Darcy-Weisbach** suivante [9] :

$$\Delta H_L = \lambda \frac{L \cdot V^2}{d \cdot 2g} \quad \text{en termes de hauteur.} \quad (I.7)$$

$$\Delta P_L = \lambda \frac{L \cdot \rho \cdot V^2}{d \cdot 2} \quad \text{en termes de pression} \quad (I.8)$$

I.4.7.1.1 Coefficient des pertes de charges linaires :

Il existe plusieurs formules pour calculer le coefficient de perte de charge λ , et ces formules dépendent du régime d'écoulement (Re) et de la rugosité et des propriétés rhéologiques du fluide.

- **Pour un fluide newtonien [10] :**

Tableau I.1: Corrélation pour chaque régime d'écoulement pour un fluide newtonien.

	Corrélations	Régime d'écoulement
Poiseuille	$\lambda = \frac{64}{Re}$	Laminaire $Re < 3000$
Blasius 1913	$\lambda = 0.3164 Re^{-0.25}$	Turbulent lisse $2300 < Re < 10^5$
Karman Prandtl	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log(Re\sqrt{\lambda}) - 0.8$	Turbulent lisse $Re > 10^6$
Hermann	$\lambda = 0.0054 + \frac{0.396}{Re^{0.3}}$	Turbulent lisse $2300 < Re < 10^6$
Colebrook-White 1938	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1.14 - 2 \log\left(\frac{9.35}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\epsilon}{Di}\right)$	Turbulent transitoire $65 < Re \frac{\epsilon}{Di} < 1300$
Moody 1944	$\lambda = 0.0055 \left[1 + \left(20000 \frac{\epsilon}{Di} + \frac{10^6}{Re} \right)^{1/3} \right]$	Turbulent transitoire $Re \frac{\epsilon}{Di} > 1300$

Définitions de base et généralités

Swamee et Jain 1976	$\lambda = \frac{0.25}{[\log(\frac{5.74}{Re^{0.9}} + \frac{\epsilon}{3.7D})]^2}$	Turbulent transitoire Re > 3000
Haaland 1983	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -1.8 \log \left[\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{\epsilon}{3.7D} \right)^{1.11} \right]$	Turbulent rugueuse Re > 3000
Prandtl	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1.14 - 2 \log \left(\frac{\epsilon}{d} \right)$	Turbulent rugueux Re > 3000
Churchill 1977	$\lambda = 8 \left[\left(\frac{8}{Re} \right)^{12} + \frac{1}{(A+B)^{1.5}} \right]^{0.5}$	Tous les régimes

Avec :

$$A = [2.457 \ln[1/((7/Re)^{0.9} + (0.27\epsilon/D))]^{16}; \quad B = (37530/Re)^{16}$$

- Pour un fluide non-newtonien [11] :

Tableau I.2: Corrélation pour chaque régime d'écoulement pour un fluide non-newtonien.

	Corrélations	Régime d'application
Metzner et Reed	$\lambda = \frac{16}{Re'}$	Laminaire Re' ≤ 3250-1150 n
Dodge et Metzner 1959	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{4}{(n')^{0.75}} \log \left(Re' \cdot \lambda^{(1-\frac{n'}{2})} \right) - \frac{0.4}{(n')^{1.2}}$	Turbulent Re' ≥ 4,150-1,150n
Torrance 1963	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = (0.45 - \frac{2.75}{n}) + \frac{1.97}{n} \ln(1-x) + \frac{1.97}{n} \ln \left(Re'_{PLC} \cdot \lambda^{(1-\frac{n}{2})} \right)$	Turbulent Re > 3000
Hacks et Ricks 1975	$\lambda = \frac{0.0682}{n^{0.5}} Re'^{\left(\frac{1}{1.87+2.39n} \right)}$	Turbulent Re > 3000

Darby et Melson	$\lambda = 4.10^d \cdot Re^{-0,193}$	Turbulent Re > 3000
-----------------	--------------------------------------	----------------------------

Avec :

Re' : est le nombre de Reynolds généralisé proposé par Metzner et Reed (1955) :

$$Re' = \frac{D^{n'} \cdot U^{2-n'} \cdot \rho}{K' \cdot 8^{n'-1}} \quad (I.9)$$

L'indice de consistance K' et l'indice d'écoulement n' sont liés aux paramètres de la loi de puissance K et n par les relations (Kozicki, Chou et al. (1966)) :

$$n' = n$$

$$K' = K \left(\frac{3n+1}{4n} \right)^n$$

$$x = \frac{\tau_0}{\tau_p}$$

$$Re'_{PLC} = \frac{D^n \cdot U^{2-n} \cdot \rho}{K \cdot 8^{n-1}} \quad (I.10)$$

$$d = -1,378[1 + 0,146 e^{-2,9 \cdot 10^{-5} Re}]$$

I.4.7.2 Pertes de charges singulières :

Les pertes de charge singulière ΔH_s se manifestent sur les pièces spéciales qui modifient la direction ou la section de passage du fluide (coudes, vannes, élargissement ou rétrécissement de la section, etc). Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta H_s = \xi \frac{V^2}{2g} \quad \text{en termes de hauteur.} \quad (I.11)$$

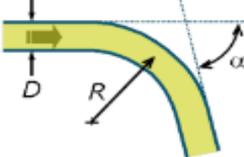
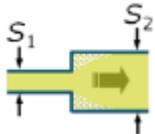
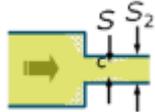
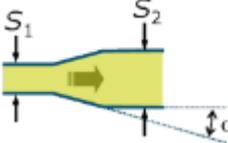
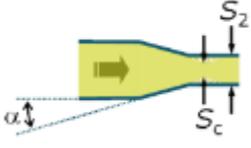
$$\Delta P_s = \xi \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad \text{en termes de pression.} \quad (I.12)$$

ξ : coefficient des pertes de charge singulières.

I.4.7.2.1 Coefficient des pertes de charges singulières [12] :

Les valeurs du coefficient des pertes de charges singulières est donnees dans les figures suivantes :

Tableau I.3: coefficient des pertes de charge singulières.

Cas	Géométrie	Corrélation
Coude brusque		$\xi = \sin^2\alpha + 2\sin^4(\alpha/2)$
Coude arrondi		$\xi = \frac{\alpha}{\pi} [0.131 + 1.847 \left(\frac{D}{R}\right)^{\frac{7}{2}}]$
Elargissement brusque		$\xi = (1 - S_1/S_2)^2$
Rétrécissement brusque		$\xi = ((S_2/S_c) - 1)^2$
Divergent		$\xi = (1 - S_1/S_2)^2 \sin\alpha$
Convergent		$\xi = ((S_2/S_c) - 1)^2 \sin\alpha$
Entrée brusque		$\xi = 0.5$
Entrée progressive		$\xi = 0.04$

- **Le coefficient des pertes de charge cas d'une vanne :**

Il existe plusieurs sortes de vanne, et parmi ces vannes on donne deux exemples : vanne à soupape et vanne papillon avec leurs coefficients des pertes de charge.

- **Vanne à soupape :**

Le coefficient des pertes de charge cas d'une vanne à soupape, peut être déterminé en fonction du rapport de levée de soupape ($H_{levée}/D_0$), d'après MAURIN :

$$\xi = 1.28 + 0.084(H_{levée}/D_0)^{-2} \quad (I.13)$$



Figure I.3: Vanne a soupape.

- **Vanne papillon :**

Le coefficient des pertes de charge singulières pour une vanne papillon est donné par :

$$\xi = \frac{3.2 \times 10^7}{(90 - \alpha)^4} \quad (I.14)$$



Figure I.4: Vanne papillon.

I.5 Pompes :

Une pompe est une machine motrice, appelée pompe hydraulique dans le monde professionnel, est un dispositif qui transforme l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique. Cette dernière est transmise par le fluide transporté dans les canalisations vers les récepteurs.

Le fonctionnement de ces machines dépend de plusieurs facteurs :

- Les propriétés du fluide (masse volumique, viscosité et compressibilité) ;
- Les caractéristiques de l'installation (longueur, diamètre, rugosité et singularité) ;
- Les caractéristiques de l'écoulement (vitesse d'écoulement, débit, hauteur d'élévation, et pression).

I.5.1 Classification des pompes :

Suivant le mode de fonctionnement et leur construction, les pompes hydrauliques peuvent être divisées en deux grande famille :

- Pompes volumétriques ;
- Turbopompes (pompes roto dynamiques).

I.5.1.1 Pompes volumétriques [13] :

Elles sont utilisées pour les applications à faible débit et grande hauteur manométrique. Ces pompes consistent à déplacer un volume déterminé de fluide de la région d'aspiration vers la région de refoulement, ces pompes sont divisées en deux catégories :

✓ **Pompes alternatives :**

- Pompe à piston ;
- Pompe à diaphragme (pompe à membrane).

✓ **Pompes rotatives :**

- Pompe à engrenage ;
- Pompe à palette ;
- Pompe à impulseur (hélicoïdale) ;
- Pompe péristaltique.

I.5.1.2 Turbopompes [14] :

Les turbopompes sont des machines rotatives, de conception très simple, elles sont constituées d'une pièce tournante appelée rotor et d'un carter étanche appelée corp de la pompe. On compte parmi eux : pompes centrifuges, pompes hélico-centrifuges, pompes à hélice(axial). Ce qui diffère ces pompes est la direction du fluide à la sortie.

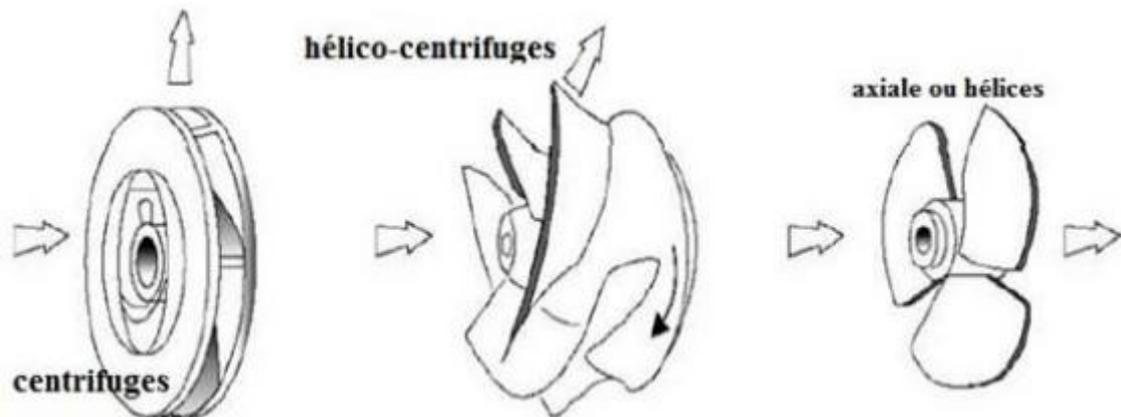


Figure I.5: Les pompes hydrodynamiques.

I.5.2 Pompe centrifuge :

Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur (souvent nommée improprement turbine). C'est le type de pompe industrielle le plus commun. Par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement.

I.5.2.1 Classification des pompes centrifuges :

- **Pompe centrifuge monocellulaire :**

Elle est dite monocellulaire, quand elle ne comporte qu'un seul étage. Elle est composée d'un rotor (roue) et du corps de la pompe (volute). On peut atteindre des pressions de 8 à 15 bars.

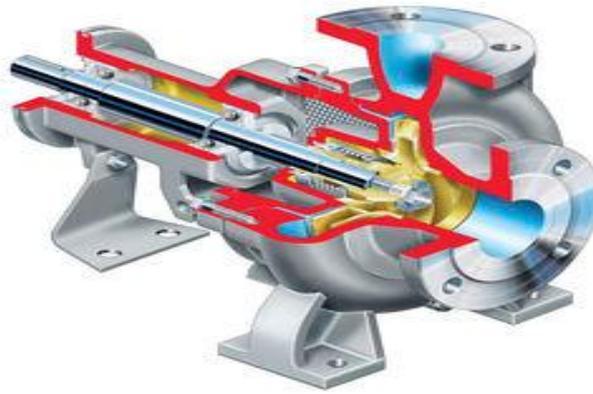


Figure I.6: Pompe centrifuge monocellulaire.

- **Pompes centrifuges multicellulaires :**

On utilise ce type de pompe pour des pressions de refoulement très élevées, on peut atteindre des pressions très importantes de 8 à 30 bars.



Figure I.7: Pompe centrifuge multicellulaire.

I.5.2.2 Choix d'une pompe

Le choix d'une pompe dépend tout d'abord de l'usage que l'on veut en faire, Même si toutes les pompes servent à déplacer des liquides, certains critères sont indispensables pour un meilleur choix de la pompe, c'est pourquoi l'utilisateur doit avoir une connaissance générale du fonctionnement des pompes et la nature du liquide à pomper, on peut étudier les différents critères :

- Type de pompe ;
- Débit ;
- La hauteur manométrique totale ;
- Et le NPSH de la pompe.

I.5.2.3 Courbe caractéristique d'une pompe :

La courbe HMT d'une pompe est établie sur un essai pour un prototype de pompe puis fournie à l'exploitant pour une adaptation au réseau.

I.5.2.4 Similitude des turbopompes :

Le constructeur des pompes nous donne une fiche technique détaillée sur les caractéristiques de ses pompes en fonction du débit Q_v . Ces caractéristiques nous permettent de déterminer le point nominal de la pompe.

L'idéal, est faire fonctionner les pompes à des vitesses de rotation nominales. Pour cela nous allons définir les lois de similitudes des turbomachines.

- **Cas de deux pompes géométriquement semblables à la même vitesse de rotation :**

$$\frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3 \quad (\text{I.15})$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \quad (\text{I.16})$$

$$\frac{\dot{P}_1}{\dot{P}_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5 \quad (\text{I.17})$$

- **Cas d'une même machine tournant à des vitesses différentes :**

Si on connaît les caractéristiques de fonctionnement d'une pompe pour une vitesse de rotation N , alors on peut déterminer une autre vitesse de rotation N' par les lois de similitudes appliquer sur deux pompes identiques.

$$\frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = \frac{N_1}{N_2} \quad (\text{I.18})$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \quad (\text{I.19})$$

$$\frac{\dot{P}_1}{\dot{P}_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \quad (I.20)$$

I.5.2.5 Cavitation [15] :

La cavitation est un phénomène physique affectant les liquides. Il s'agit d'une ébullition locale de liquide contenu dans une pompe en raison d'une baisse de la pression statique. Généralement, cette faible pression est la conséquence d'une augmentation locale de la vitesse d'écoulement.



Figure I.8: Cavitation des pompes.

➤ **Les effets de la cavitation :**

- Apparition d'un bruit ;
- Chute des performances des équipements ;
- Vibration ;
- Phénomène d'érosion.

I.5.2.6 N.P.S.H [16] :

Est l'abréviation de Net Positive Section Head (Hauteur Nette Positive d'Aspiration). N.P.S.H est simplement une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation au niveau le plus bas de la pression dans la pompe. Donnée par :

$$\text{N.P.S.H} = \frac{P - P_v}{\rho \cdot g} + H_c - \Delta H \quad \text{Cas de fonctionnement en charge.} \quad (I.21)$$

$$\text{N.P.S.H} = \frac{P - P_v}{\rho \cdot g} - H_a - \Delta H \quad \text{Cas de fonctionnement en aspiration.} \quad (I.22)$$

Avec :

P : pression totale à l'entrée de la pompe ;

P_v : pression vapeur saturée ;

H_c : la hauteur géométrique d'une pompe en charge ;

H_a : la hauteur géométrique d'une pompe en aspiration ;

ΔH : perte de charge totale.

- **N.P.S.H_{disp}** : équivalent à la réserve totale de pression au-dessus de la tension de vapeur du produit du liquide a aspiré par la pompe. Cette notion résume les données de l'installation qui ont une influence sur la hauteur de l'aspiration de la pompe. il suffit de connaître la valeur de N.P.S.H_{disp} pour pouvoir garantir un fonctionnement idéal de l'installation de pompage.

$$\text{N.P.S.H}_{\text{disp}} = P - P_v \quad (\text{I.23})$$

- **N.P.S.H_{req}** : il dépend seulement des caractéristiques de la pompe, il varie en fonction du débit et de la vitesse de rotation de chaque pompe. Il est toujours positif et indépendant de la nature de fluide transféré.

Pour éviter le phénomène de cavitation, il faut que :

$$\text{N.P.S.H}_{\text{disp}} > \text{N.P.S.H}_{\text{req}}$$

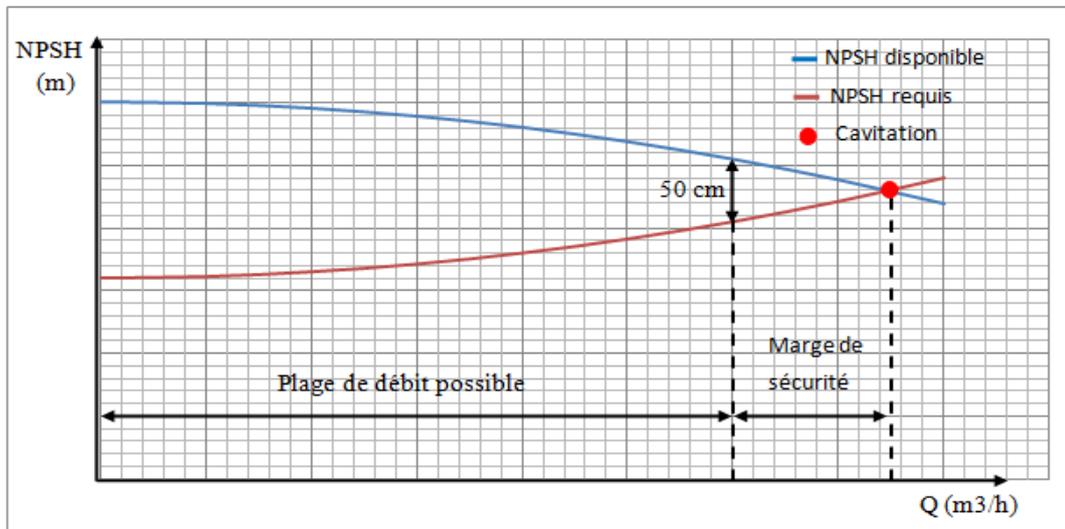


Figure I.9: Courbe d'évaluation de NPSH en fonction de débit (Q_v).

I.5.3 Montage des pompes :

Pour avoir les valeurs maximales pour le débit ou la pression on doit réaliser deux montages différents :

- **Montage en série :**

Dans ce type de montage les pompes sont montées les unes derrière les autres, ce montage permet d'additionner les hauteurs manométriques de refoulement, et le débit qui traverse ces pompes reste constant, il faut noter que la pression de sortie de la première pompe est la pression d'entrée de la pompe suivante.

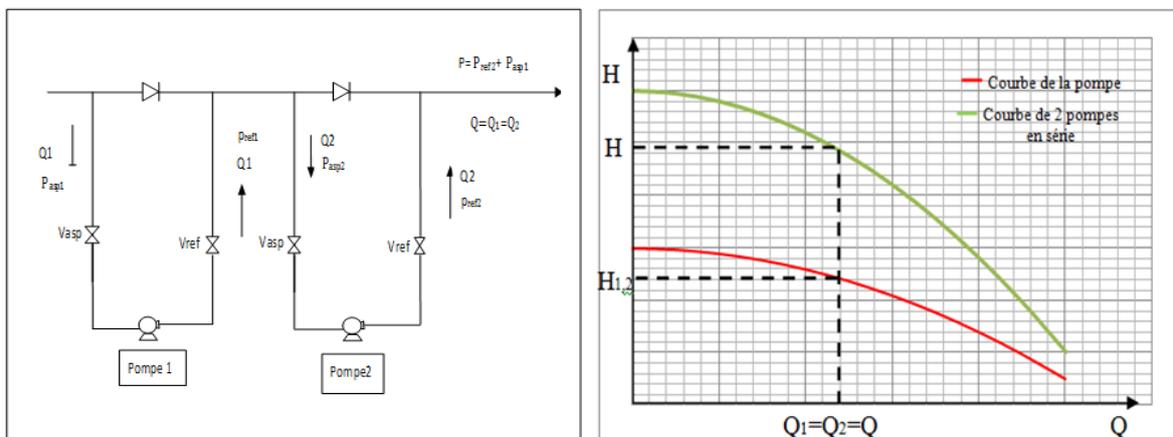


Figure I.10: Montage de deux pompes en série.

- **Montage en parallèle :**

Dans ce type de montage les pompes sont couplées d'une façon à avoir la même pression d'aspiration et la même pression de refoulement, et permet d'additionner les débits, ce montage est destiné pour les cas où les pertes de charge sont faibles.

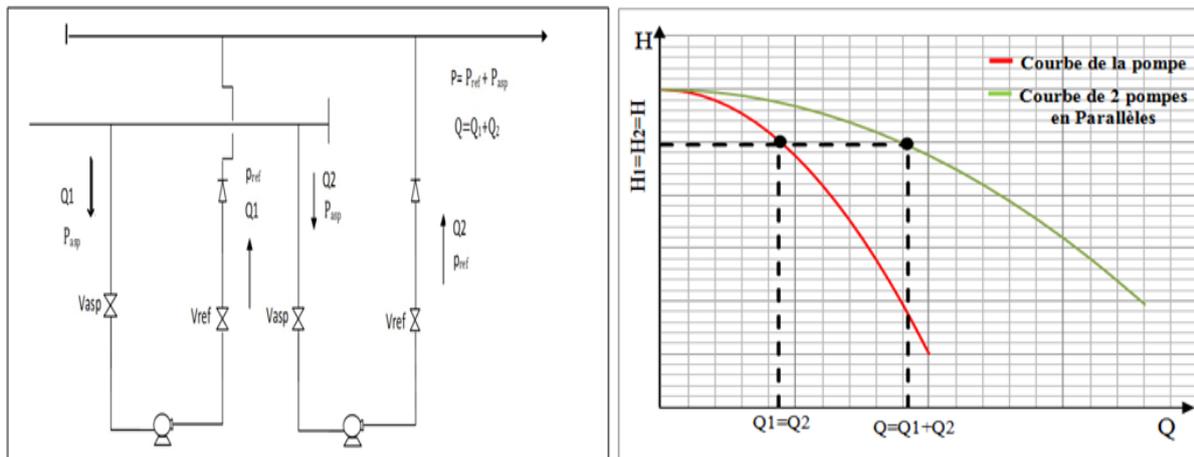


Figure I.11: Montage de deux pompes en parallèle.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons évoqué, des définitions de base relatives aux hydrocarbures, autant des rappels sur la mécanique des fluides : définition d'un fluide, types des fluides, différents régimes d'écoulement, et les pertes de charges linaires et singulières. Et à la fin on a conclu qu'il existe plusieurs formules pour calculer le coefficient des pertes de charges selon la nature du fluide et le régime d'écoulement.

Et nous avons consacré une partie sur les pompes en générale, et en particulier sur la pompe centrifuge. On déduit que la pompe centrifuge est la plus utilisée dans notre domaine d'étude.

CHAPITRE II : Problématique

II. Problématique

II.1 Position du problème :

Le rôle des stations de pompages est d'assurer l'acheminement du pétrole brut des gisements jusqu'aux terminaux d'arrivés et des raffineries. La raffinerie assure une partie de la consommation nationale des produits issues du processus de raffinage. La place prise par les produits, dit raffiné, issues des hydrocarbures restent stratégiques et indispensables au bon fonctionnement du pays. Ce qui nous a poussé à nous interroger sur les moyens mis en place afin d'assurer une stabilité et une constante vis-à-vis de l'acheminement du pétrole brut jusqu'à la raffinerie d'Alger.

C'est ce qui nous amène à une question fondamentale et qui fera office de notre problématique principale à savoir :

- Quel est le ou les moyens à mettre en place afin d'assurer la stabilité et la constante de l'acheminement du pétrole brut sur le tronçon DOG1 dans le cas où la station de Beni Mansour se trouve dans l'incapacité d'assurer le pompage jusqu'à la raffinerie d'Alger ?

De cette problématique principale découlent un ensemble de situation, possible, qui peuvent être formulé en question secondaire, à savoir :

En cas d'une diminution relatif à la capacité initiale de pompage ;

- ✓ Quel sont le ou les mesures à mettre en place, en cas de diminution, afin d'assurer une stabilité et une constante vis-à-vis de l'approvisionnement de la raffinerie d'Alger en pétrole brut indispensable au respect des quotas de production prévu initialement ?

En cas d'arrêt absolu de la station, de pompage, de Beni Mansour ;

- ✓ Quel sont le ou les mesures, en situation d'arrêt absolu, à mettre en place afin d'assurer une stabilité et une constante vis-à-vis de l'approvisionnement de la raffinerie d'Alger en pétrole brut indispensable au respect des quotas de production prévu initialement ?

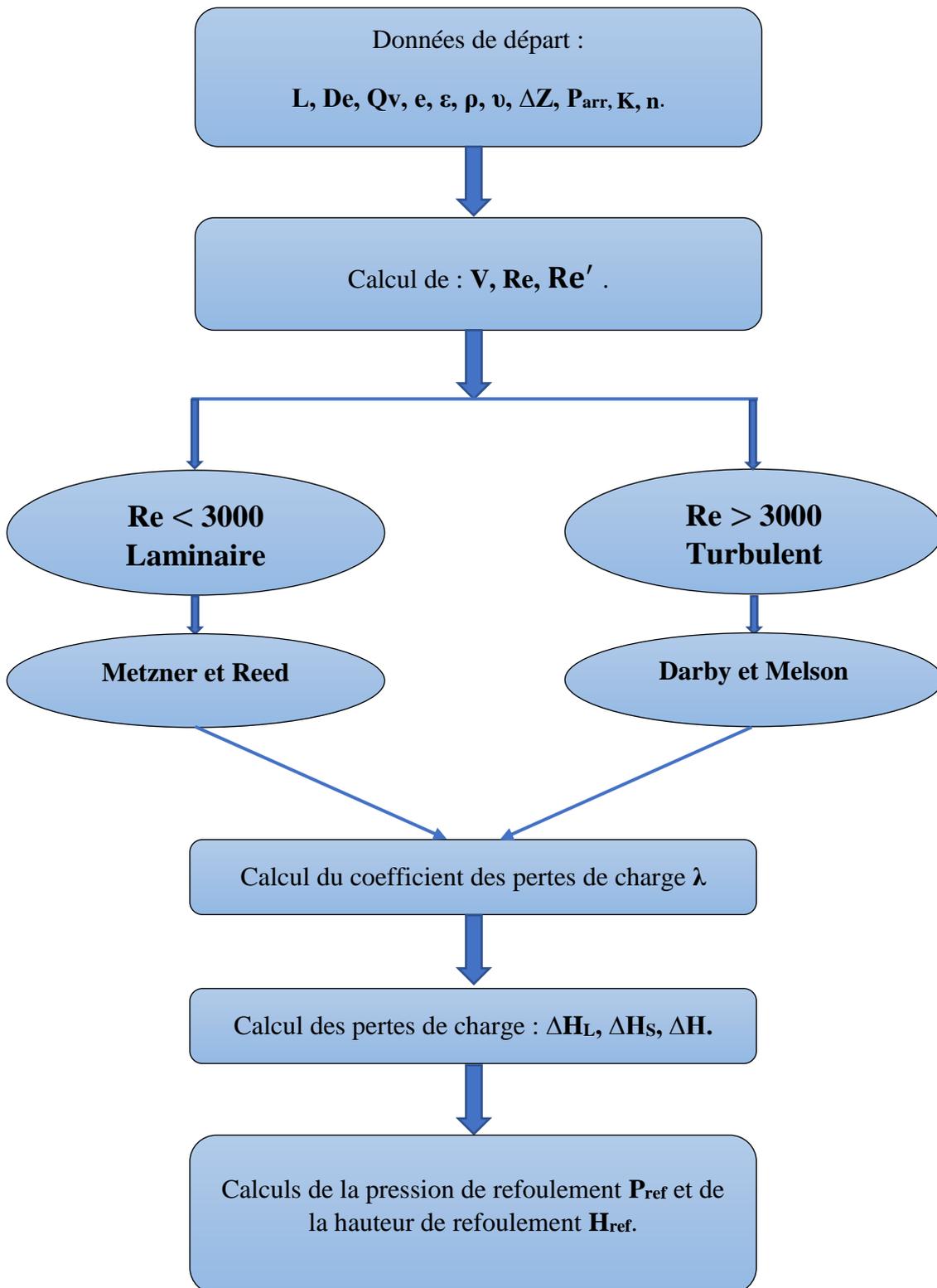
Afin de reprendre aux problèmes posés et d'assurer l'alimentation de la raffinerie d'Alger en pétrole brut, on va proposer de pomper le pétrole brut directement de la station de pompage de M'Sila vers le terminal raffinerie d'Alger TRA sans passer par la station de Beni Mansour, pour vérifier cette hypothèse, on doit déterminer les paramètres de fonctionnement des pompes de la station de pompage SP3 M'Sila afin de vaincre les pertes de charge le long de la canalisation, nous sommes donc amenés à entreprendre une étude sur les pertes de charges du circuit (M'Sila-Alger), et une étude sur les pompes qui garantissent le transport du pétrole brut, et plus principalement une étude sur la similitude des turbomachines.

II.2 Méthode de calcul :

Le pétrole brut est un fluide non newtonien, étant donné que sa viscosité dépend de la température et la contrainte appliquée au cours de l'écoulement, avec $n=0,75$ et $K=0,4421$.

Donc pour le calcul des pertes de charge et des hauteurs de refoulement, nous allons suivre l'organigramme suivant :

Organigramme de calcul de la pression de refoulement et de la hauteur de refoulement.



CHAPITRE III : Analyse de l'alimentation actuelle de la raffinerie d'Alger (TRA)

Introduction :

Dans ce chapitre, on va procéder à l'analyse du mode d'alimentation actuel de la raffinerie d'Alger, pour cela il faut définir les différentes pressions de refoulement pour un débit donné. Pour déterminer toutes les pertes de charge le long du tronçon a étudié, on fait appel à un ensemble indispensable de formules et d'équations. Et pour déterminer les pressions de refoulement on tient compte de l'altitude de la canalisation et de la pression à l'arrivée en utilisant le théorème de Bernoulli.

III. Analyse de l'alimentation actuel de la raffinerie d'Alger (TRA) :

III.1 Caractéristiques de l'oléoduc DOG1 et Caractéristiques du pétrole brut :

Pour le dimensionnement et l'analyse de l'oléoduc DOG1, il est nécessaire de connaître les caractéristiques du pétrole transporté.

III.1.1 Caractéristiques de l'oléoduc DOG1 :

Tableau III.1: Caractéristiques de la canalisation SBM-TRA.

Tronçon	Langueur (m)	De (m)	e (m)	ξ (m)
SBM-Col Event 1	112899,68	0,508	0,00874	0,00004572
Col Event 1 -TRA	31780.48	0,508	0,01031	
SBM -TRA	144680,16	0,508	0,00908	

III.1.2 Caractéristiques du pétrole brut :

Les caractéristiques du pétrole brut dépendent de la température, par exemple à 15°C, sa masse volumique est de 796 (kg/m³) et sa viscosité cinématique égale à 2,52 mm²/s.

III.2 Calcul des hauteurs de refoulement et tracés des circuit résistant SBM-TRA :

Pour tracer la courbe du réseau du circuit résistant, il est nécessaire de calcul les hauteurs de refoulement pour les différents débits en se basant sur le théorème de Bernoulli.

Nous allons mettre un plan de calcul en exploitant les trois régimes de fonctionnement de la station de béni Mansour, on procède de la même manière pour des débits allons de 0 à 2000 m³/h.

III.2.1 Tronçon SBM-Col Event 1 :

Pour calculer les pressions de refoulements associés aux différents débits, nous utilisons un ensemble de calculs. Autrement dit calculer les pertes de charges le long de la canalisation, l'épaisseur moyen, diamètre moyen et vitesse moyenne, en s'appuyant sur les caractéristiques de l'oléoduc et celles du fluide transporté (pétrole brut).

➤ **Caractéristiques de la canalisation SBM-Col Event 1 :**

Tableau III.2: Caractéristiques de l'oléoduc SBM-Col Event 1.

Langueur (m)	De (m)	e (m)	ε (m)
112899,68	0,508	0,00874	0,00004572

➤ **Calculs numériques :**

Pour $Q_v=430 \text{ m}^3/\text{h}$:

Diamètre intérieur : $D_i = D - 2 \cdot e = 0,49052 \text{ m}$ (III.1)

Vitesse moyenne : $\bar{u} = \frac{Q_v}{S} = \frac{4 \times Q_v}{\pi D_i^2}$

Nombre de Reynolds : $Re = \frac{\bar{u} D_i}{\nu}$

Le résultat de Re calculé égale à $123032,2066 > 3000$ donc le régime est turbulent, alors pour calculer le coefficient des pertes de charges linéaires λ , on va utiliser le modèle de Darby et Melson.

➤ **Pertes de charges :**

$\Delta H = \Delta H_L + \Delta H_s$ Avec : $\Delta H_L = \lambda \frac{L \cdot \bar{u}^2}{D_i \cdot 2g}$ et $\Delta H_s = \xi \frac{\bar{u}^2}{2g}$

Les pertes de charge singulières sont estimées à 2% des pertes de charge linéaires, pour des grandes langueurs selon la méthode des pourcentages forfaitaires [17].

$\Delta H = 1,02 \times \Delta H_L$ (III.2)

➤ **Pression de refoulement:**

Pour calculer la pression de refoulement on applique le théorème de Bernoulli entre SBM et col Event :

$$P_{ref} = P_{arr} + \rho g \Delta Z + \rho g \Delta H$$

Avec : $\Delta Z = Z_{Col} - Z_{SBM}$ → $\Delta Z = 663,31 \text{ m}$

Et: $P_{arr} = 0 \text{ Bar.}$

➤ **Hauteur de refoulement:**

$$P_{ref} = \rho \cdot g \cdot h_{ref} \quad \rightarrow \quad h_{ref} = P_{ref} / \rho \cdot g \quad \text{(III.3)}$$

Pour les autres régimes allons de 0 à 2000 m³/h de fonctionnement, on procède de la même manière.

Les résultats des calculs pour les trois régimes de fonctionnement sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.3: Résultats de calcul pour Qv : 430, 580 et 650 m³/h entre SBM-Col Event.

<i>Qv (m³/h)</i>	<i>ū (m/s)</i>	<i>Re</i>	<i>λ</i>	<i>ΔH (m)</i>	<i>Pref (bar)</i>	<i>Href (m)</i>
430	0,632066298	123032,2066	0,01721908	82,3137626	58,2239701	745,623763
580	0,852554542	165950,4182	0,01640473	142,675899	62,9375045	805,985899
650	0,955449055	185978,9169	0,01607455	175,586457	65,507411	838,896457

➤ **Tracé du circuit résistant SBM-Col Event 1 :**

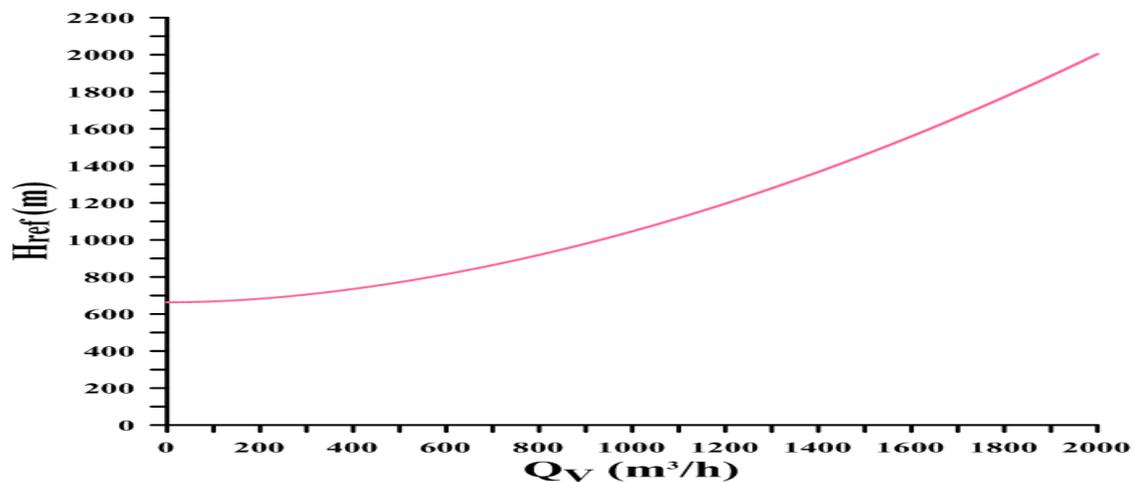


Figure III.1: Courbe du circuit résistant SBM-Col Event 1.

La figure III.1 est la représentation graphique du circuit résistant SBM-Col Event 1 d'une allure parabolique, son équation est sous la forme : ax^2+b dont $x = Qv$ est $b \neq 0$.

III.2.2 Tronçon SBM-TRA :

Pour le tronçon SBM-TRA, on va procéder de la même façon que celle utilisée pour le premier tronçon, pour les mêmes débits.

➤ **Caractéristiques du tronçon :**

Tableau III.4: Caractéristiques du tronçon SBM-TRA.

Tronçon	Langueur (m)	De (m)	e (m)	ξ (m)
SBM -TRA	144680,16	0,508	0,00908	0,00004572

Calculs numériques :

Pour $Qv= 430 \text{ m}^3/\text{h}$:

$$\text{Epaisseur moyen : } e_m = \frac{\sum e_i \cdot L_i}{\sum L_i} = 0,00908487 \text{ m.} \tag{III.4}$$

$$\text{Diamètre intérieur moyen : } D_i = D_e - 2 \cdot e_m = 0,48983027 \text{ m}$$

Le résultat de Re calculé égale à $123205,449 > 3000$ donc le régime est turbulent.

➤ **Pression de refoulement:**

Pour calculer la pression de refoulement on applique le théorème de Bernoulli entre SBM et TRA :

$$P_{ref} = P_{TRA} + \rho g \Delta Z + \rho g \Delta H$$

Avec : $\Delta Z = Z_{SBM} - Z_{TRA} \quad \longrightarrow \quad \Delta Z = 338,34\text{m}$

Et : $P_{TRA} = 1 \text{ Bar.}$

Pour les autres régimes de fonctionnement, on procède de la même manière.

Les résultats des calculs pour les différents régimes de fonctionnement sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.5: Résultats de calcul pour Q_v : 430, 580 et 650 m³/h entre SBM-TRA.

Q_v (m ³ /h)	\bar{u} (m/s)	Re	λ	ΔH (m)	P_{ref} (bar)	H_{ref} (m)
430	0,633847585	123205,449	0,01721554	106,207391	35,7136389	457,353522
580	0,855390854	166184,094	0,016400693	184,08377	41,79481838	535,229901
650	0,958627681	186240,795	0,01607044	226,543589	45,11040374	577,68972

➤ **Tracé du circuit résistant SBM-TRA :**

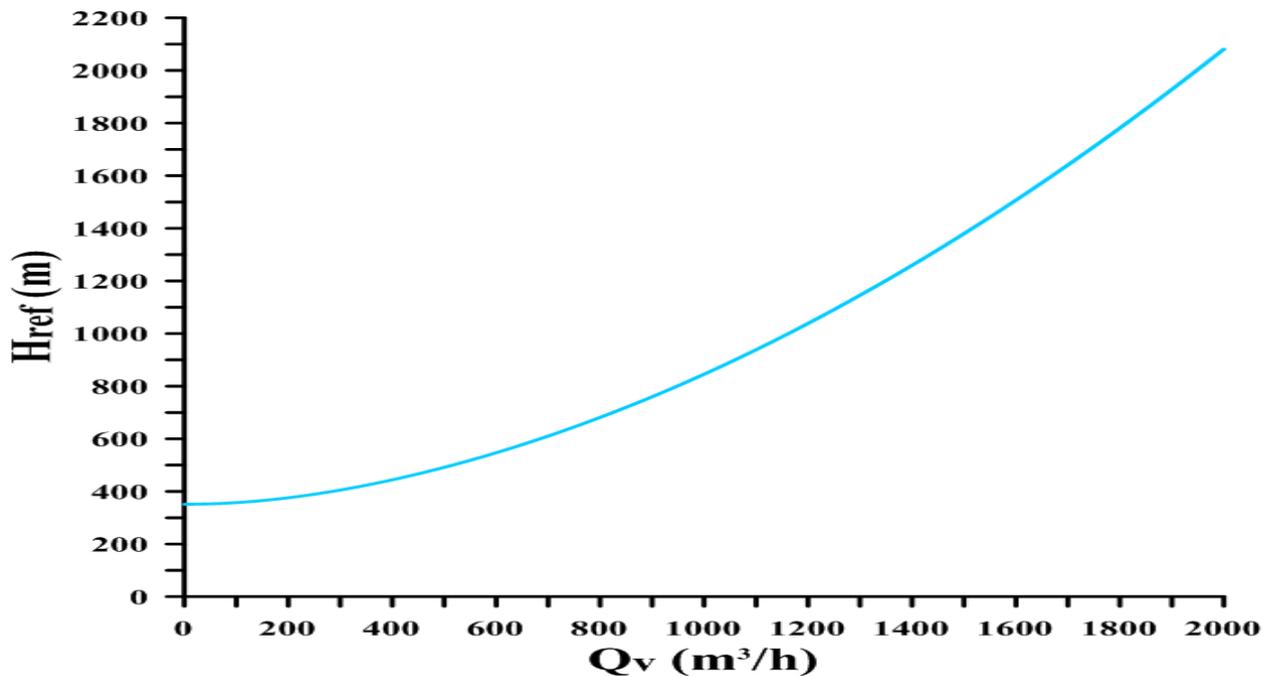


Figure III.2: Courbe du circuit résistant SBM-TRA.

III.3 Débit du point de contrôle et circuit résistant réel SBM-TRA :

Le point de contrôle est un point sur le tracé de la conduite où delà le produit s'écoule par gravitation, sur le même profil il peut y avoir plusieurs points de contrôle, pendant l'étude hydraulique il faut faire des calculs en tenant compte uniquement le point de contrôle, le schéma suivant représente un tracé avec un point de contrôle.

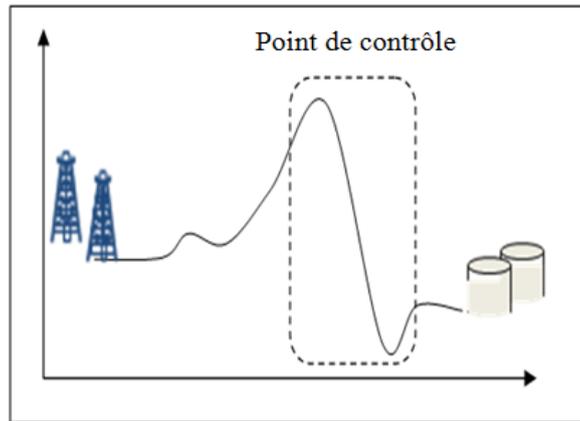


Figure III.3: Point de contrôle.

Le point d'intersection des courbes des circuits résistants (SBM-Col Event et SBM-TRA) correspond au débit du point du contrôle, et en connaissant ce dernier on peut tracer la courbe caractéristique réel du circuit résistant, qui est les valeurs de la hauteur de refoulement les plus importantes des deux circuits.

Lorsque le débit est inférieur au débit du point de contrôle, la conduite présente deux types d'écoulement :

- ✓ SBM-Col Event 1 : l'écoulement est en charge, la conduite est pleine.
- ✓ Col Event 1-TRA : l'écoulement est gravitaire, la conduite est partiellement pleine.

Et lorsque le débit est supérieur au débit du point de contrôle, l'écoulement est en charge en tout point de la conduite.

➤ **Tracé de la courbe caractéristique réelle du circuit résistant SBM-TRA :**

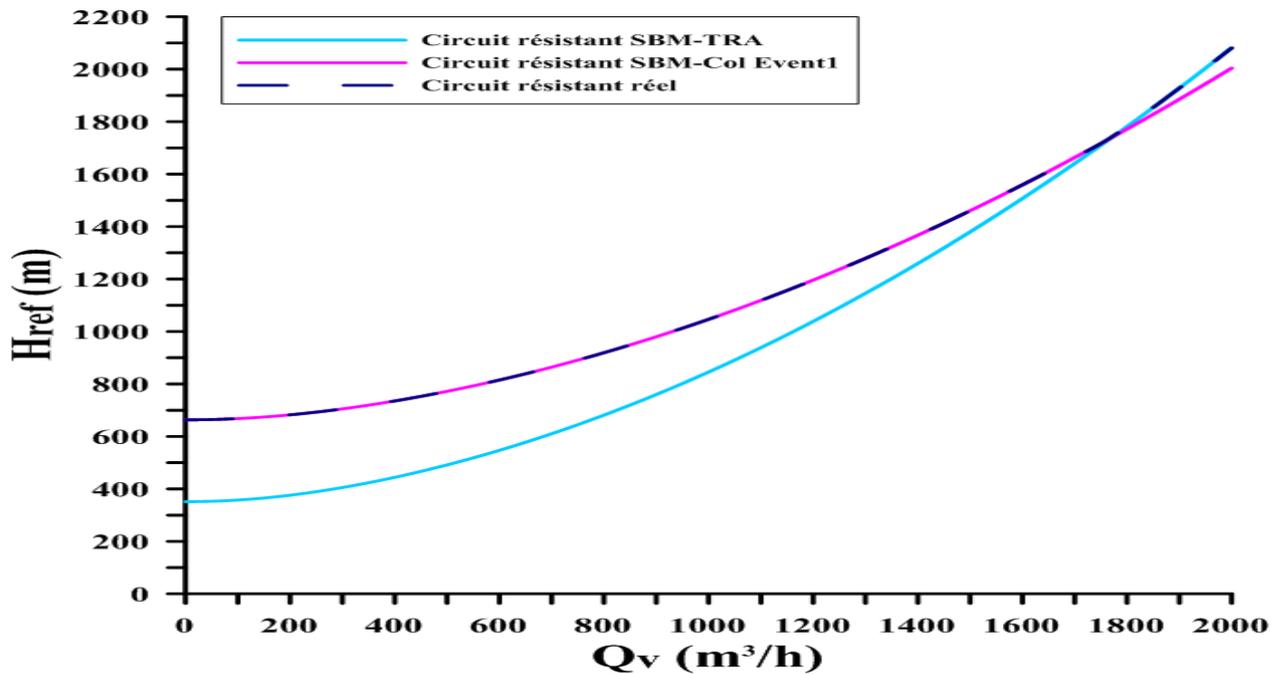


Figure III.4: Courbe caractéristique réelle du circuit résistant SBM-TRA.

La figure III.4 représente la courbe caractéristique réelle du circuit résistant SBM-TRA, qui est les hauteurs de refoulement les plus importantes des deux circuits (SBM-Col Event1 et SBM-TRA). Pour tracer le premier segment du débit nul jusqu'au débit du point de contrôle on tient compte du trace SBM-Col Event1 et pour le deuxième segment tracé au-delà du débit du point de contrôle on tient compte du tracé SBM-TRA.

III.4 Comparaison sur la ligne DOG1 SBM-TRA :

Calcul de l'erreur relative entre les résultats calculer et expérimentaux se fait à l'aide de la méthode suivante :

$$Er = \frac{|P_{tr} - P_{re}|}{P_{re}} \quad (III.5)$$

Avec :

P_{tr} : Pression théorique.

P_{re} : Pression réelle.

Tableau III.6: Comparaison des pressions de refoulement calculer et réel.

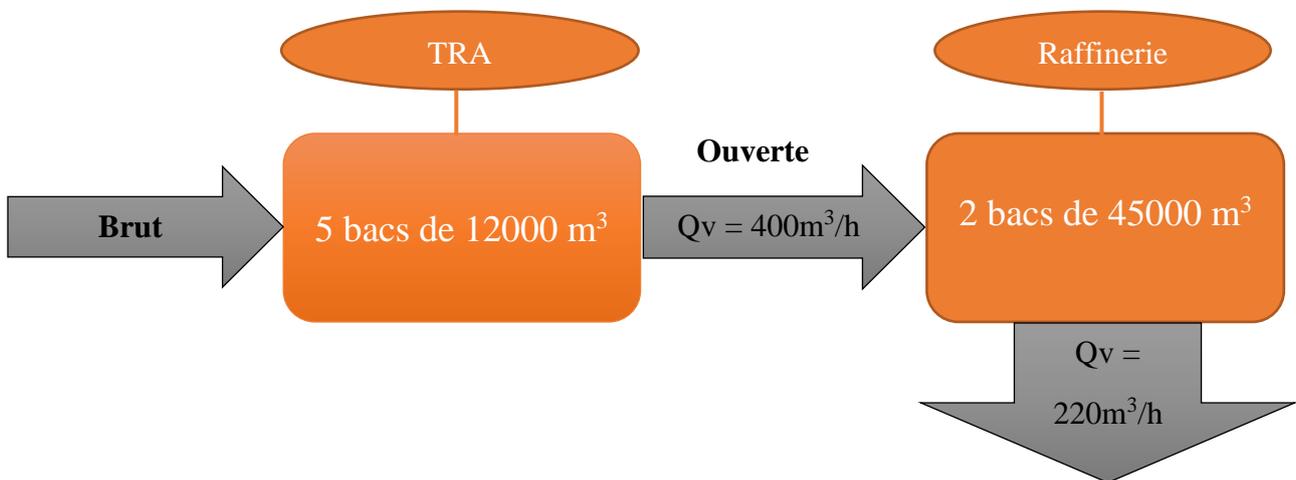
Qv (m³/h)	Pression de refoulement des régime actuel (bar)	Pression de refoulement théorique	Coefficient d'erreur Er
430	58	58,2239701	0.00386156
580	62	62,9375045	0.01521040
650	65	65,507411	0.00780632

D'après le tableau III.6 on remarque que notre méthode de calcul est adaptée au problème traiter, car l'erreur entre les résultats réels et les résultats théoriques est très petite.

D'après les résultats de calculs on constate que la méthode de Darby Melson est adaptée pour tracer la courbe caractéristique réelle du circuit pour l'exploiter en ce qui concerne la détermination des paramètres d'exploitation de la station de Beni-Mansour ainsi que l'oléoduc DOG1.

III.5 Temps de remplissage des bacs de TRA et ceux de la raffinerie :

Calcule du temps de remplissage des cinq bacs du TRA et les deux bacs de la raffinerie avec les trois régimes de fonctionnement de la station de Beni Mansour.



➤ **Avec Qv=430 m³/h :** pour éviter l'arrêt de la raffinerie en concédant que les bacs se remplissent en même temps, est compris ceux du TRA et ceux de la raffinerie il nous faut au total 22jours, 21h et 44min, dont 19jours, 16h et 13min pour remplir les deux bacs de la raffinerie sachant que pendant ce temps les cinq bacs de TRA se remplissent avec un débit de 30m³/h, après le remplissage des deux bacs de la raffinerie il nous faut 3jours, 5h et 31min pour le remplissage totale des bacs du TRA en suite en arrête le pompage pendant 21jours, 20h et

Analyse de l'alimentation actuelle de la raffinerie d'Alger

45min qui est le temps nécessaire pour vidanger la quantité de 115445,6 m³ que contient les bacs à la fin du remplissage, et on refait le même processus après chaque vidange.

Pour les débits 580 et 650 m³/h, on ne peut pas remplir de la même façon que celle utilisé avec le débit 430 m³/h, puisque les bacs de TRA se remplissent avant ceux de la raffinerie vu leur différence de capacité.

Tableau III.7 : Temps de remplissage avec deux régimes de fonctionnement.

Qv = 580 m³/h			
	Temps de remplissage	Quantité (m³)	Temps de vidange
5 bacs du terminal et 2 bacs de la raffinerie	10jours, 23h et 53min	95 000	17jours, 23h et 49min
Qv = 650 m³/h			
5 bacs du terminal et 2 bacs de la raffinerie	7jours, 22h et 0min	81 700	15jours, 11h et 22min

III.6 Conclusion :

Ce troisième chapitre est consacré pour l'analyse du régime de fonctionnement actuel de la station de pompage SBM pour l'alimentation de la raffinerie d'Alger.

On a calculé les pertes de charges avec le model de Darby et Melson qui est adapté au problème traité, et on a déterminé les hauteurs de refoulement associé à chaque régime de fonctionnement, et on a pu valider notre méthode de calcul en comparant les résultats théoriques aux résultats réels.

Ensuite on calcule le temps de remplissage avec les trois régimes de fonctionnement de la station pour les bacs du terminal d'arrivé et les bacs de la raffinerie.

CHAPITRE IV :
Détermination des paramètres
de fonctionnement de la station
SP3 pour l'alimentation du
Terminal d'Alger

Détermination des paramètres de la station de pompage SP3

Introduction :

Dans ce présent chapitre on va procéder à la détermination des paramètres de fonctionnement des pompes de la station de pompage M'Sila, afin d'alimenter la raffinerie d'Alger en pétrole brut. On va procéder de la même façon que celle utiliser dans le chapitre III.

IV. Détermination des paramètres de fonctionnement de SP3 pour l'alimentation de TRA :

IV.1 Calcul des pressions de refoulement et tracés des circuit résistant SP3-TRA :

Pour tracer la courbe caractéristique du réseau on doit calculer les hauteurs de refoulement pour des débits différents.

Nous allons mettre en évidence une méthode de calcul en utilisant les quatre régimes de fonctionnement de la station de pompage SP3, ensuite on va procéder de la même manière pour des débits allons de 0 à 2000 m³/h.

IV.1.1 Tronçon SP3-Col de Slatna :

- **Caractéristiques de la canalisation :**

Tableau IV.1: Caractéristique de l'oléoduc SP3-Col Slatna.

Tronçon	Langueur (m)	e (m)	Er De (m)	ξ (m)
SP3-Col de Slatna	570,18	0,0127	0,6096	0,00004572
	5003,25	0,00873		
	1124,46	0,00792		
	2778	0,00713		
	37316,77	0,00635		

Calculs numériques Pour Qv=800 m³/h :

$$\text{Epaisseur moyen : } e_m = \frac{\sum e_i \cdot L_i}{\sum L_i} = 0,00676589 \text{ m.} \quad (\text{IV.1})$$

$$\text{Diamètre intérieur moyen : } D_i = D - 2 \cdot e_m = 0,59606822 \text{ m}$$

Le résultat de Re calculé égale à 188365,418 > 3000 donc le régime est turbulent.

- **Pression de refoulement:**

Détermination des paramètres de la station de pompage SP3

Pour calculer la pression de refoulement on applique le théorème de Bernoulli entre SP3 et Col de Slatna :

$$P_{ref} = P_{col} + \rho g \Delta Z + \rho g \Delta H$$

Avec : $\Delta Z = Z_{SP3} - Z_{col} \longrightarrow \Delta Z = 576.404 \text{ m}$ et : $P_{col} = 0 \text{ Bar}$.

Pour les autres régimes de fonctionnement, on procède de la même manière.

Les résultats des calculs pour les quatre régimes de fonctionnement de la station de pompage SP3 sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.2: Résultats de calcul pour Q_v : 800,1400,1800 et 2200 m^3/h SP3-Col Slatna.

$Q_v (\text{m}^3/\text{h})$	$V (\text{m/s})$	Re	λ	$\Delta H (m)$	$P_{ref} (\text{bar})$	$H_{ref} (m)$
800	0,796353373	188365,418	0,016037299	41,50219102	48,25081148	617,90619
1400	1,393618403	329639,4815	0,014423287	114,3089235	53,93611449	690,71292
1800	1,79179509	423822,1905	0,013740819	180,0186314	59,06722788	756,42263
2200	2,189971777	518004,8995	0,013218845	258,7013454	65,21137217	835,10535

On procède de la même façon que précédemment en utilisant la même méthode de calcul pour des débits allons de 0 à 2000 m^3/h .

➤ **Tracé du circuit résistant SP3-Col Slatna :**

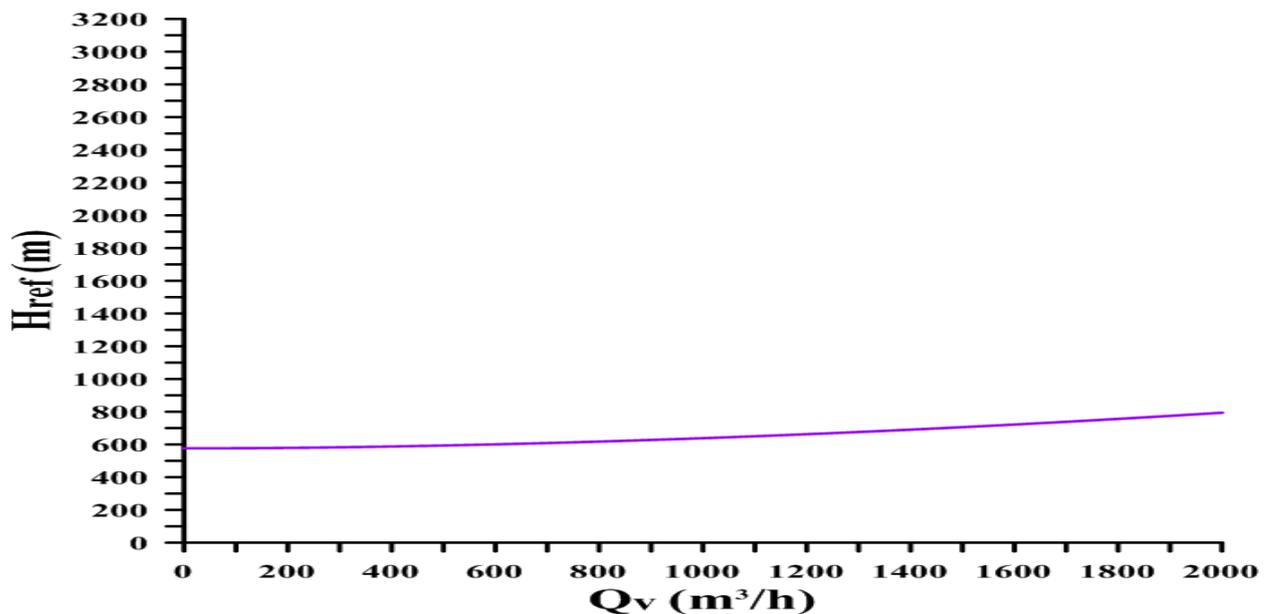


Figure IV.1 : Courbe du circuit résistant SP3-Col Slatna.

Détermination des paramètres de la station de pompage SP3

IV.1.2 Tronçon SP3-TRA :

Pour calculer les hauteurs de refoulement et tracer la courbe caractéristique du réseau pour le tronçon complet SP3-TRA, on procède de la même façon que précédemment en utilisant la même méthode de calcul pour des débits allons de 0 à 2000 m³/h.

➤ **Caractéristiques de la canalisation SP3-TRA :**

Tableau IV.3: Caractéristiques de la canalisation SP3-TRA.

Tronçon	Langueur (m)	e (m)	De (m)	ε (m)
SP3-Col Slatna	570,18	0,0127	0,6096	0,00004572
	5003,25	0,00873		
	1124,46	0,00792		
	2778	0,00713		
	37316,77	0,00635		
Col Slatna-SBM	31863,27	0,00635	0.5588	
	3095,86	0,00713		
SBM-TRA	112899,68	0,00874	0,508	
	31780,48	0,01031		

Calculs numériques :

➤ **Pression de refoulement:**

Pour calculer la pression de refoulement on applique le théorème de Bernoulli entre SP3 et TRA :

$$P_{\text{ref}} = P_{\text{TRA}} + \rho g \Delta Z + \rho g \Delta H$$

Avec : $\Delta Z = Z_{\text{SP3}} - Z_{\text{TRA}} \longrightarrow \Delta Z = 433,937 \text{ m}$ et : $P_{\text{TRA}} = 1 \text{ Bar}$.

Détermination des paramètres de la station de pompage SP3

Les résultats des calculs pour le débit 800 m³/h comme exemple sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Données															
<i>Tronçons</i>	<i>L (m)</i>	<i>De (m)</i>	<i>e (m)</i>	<i>Qv (m³/h)</i>	<i>v (m²/s)</i>	<i>ρ (kg/m³)</i>	<i>ε (m)</i>	<i>g (m/s²)</i>	<i>P_{arr} (bar)</i>						
SP3-Col Slatna	570,18	0,6096	0.0127	800	0,00000252	796	0,00004572	9,81	1						
	5003,25		0,00873												
	1124,46		0,00792												
	2778		0,00713												
	37316,77		0,00635												
Col Slatna-SBM	31863,27	0.5588	0.00635	800	0,00000252	796	0,00004572	9,81	1						
	3095,86		0.00713												
SBM-TRA	112899,68	0,508	0,00874							800	0,00000252	796	0,00004572	9,81	1
	31780,48		0,01031												
Résultats															
<i>e_m (m)</i>	<i>Di (m)</i>	<i>V (m)</i>	<i>Re</i>	<i>λ</i>	<i>ΔH_L (m)</i>	<i>ΔH (m)</i>	<i>ΔH_{total} (m)</i>	<i>P_{ref} (bar)</i>	<i>H_{ref} (m)</i>						
0,00676589	0,5960682	0,79635309	188365,385	0,0160373	40,6935277	41,5073982	419,016925	67,6051249	865,760055						
0,00641907	0,54596185	0,94923339	205652,866	0,01578004	46,4037741	47,3318496									
0,009084867	0,489830267	1,1792513	229219,44	0,0154622	323,7036	330,1776769									

Tableau IV.4: Résultats de calcul pour Q_v : 800 m³/h pour le tronçon SP3-TRA.

- **Tracé du circuit résistant SP3-TRA :**

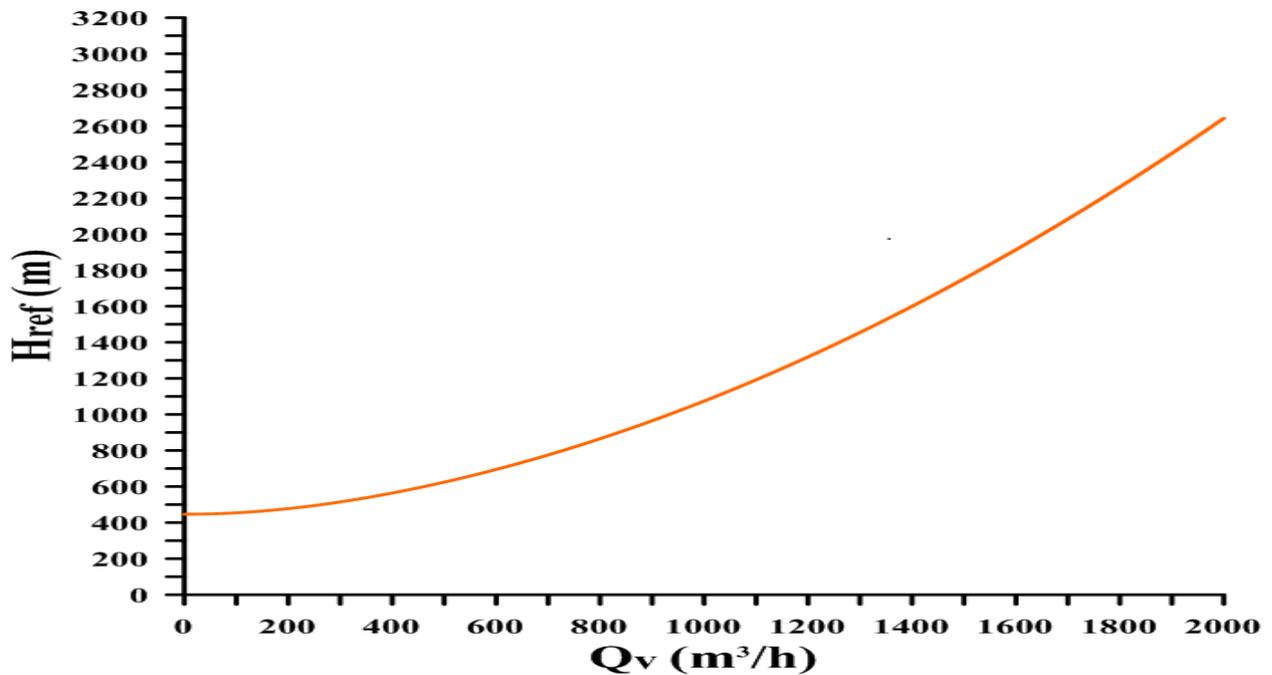


Figure IV.2: Courbe du circuit résistant SP3-TRA.

IV.2 Débit du point de contrôle et circuit résistant réel SP3-TRA :

Le débit du point de contrôle est le débit du point d'intersection entre les deux courbes du réseau des deux circuits (SP3-Col Slatna et SP3-TRA), et la courbe du réseau réelle est les valeurs de la hauteur de refoulement les plus importantes des deux circuits.

Lorsque le débit est inférieur au débit du point de contrôle, la conduite présente deux types d'écoulement :

- ✓ SBM-Col Slatna : la conduite est pleine, l'écoulement est en charge.
- ✓ Col Slatna -TRA : la conduite est partiellement pleine, l'écoulement est gravitaire.

Est lorsque le débit est supérieur au débit du point de contrôle, l'écoulement est en charge en tout point de la conduite.

- Tracé de la courbe réelle du circuit résistant SP3-TRA :

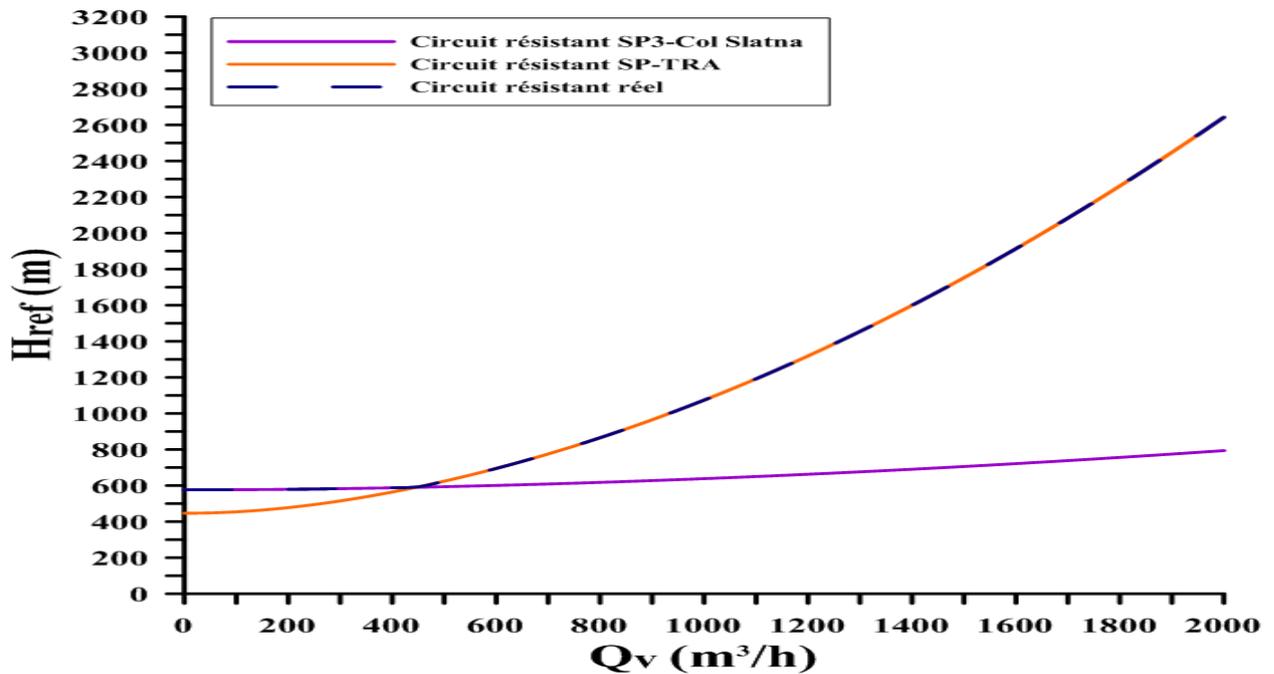


Figure IV.3: Courbe caractéristique réelle du circuit résistant SP3-TRA.

IV.3 Etude du fonctionnement des pompes de la station M'sila (SP3) :

Pour déterminer les paramètres de fonctionnement des pompes de la station SP3 afin d'assurer l'alimentation de la raffinerie d'Alger en pétrole brut, on doit déterminer la vitesse de rotation de la pompe utilisée et ainsi le régime de fonctionnement. Il est nécessaire aussi de connaître le nombre de pompes à utiliser et le montage qui conviennent. Pour cela il faut connaître les caractéristiques des pompes utilisées à la station.

IV.3.1 Etude du fonctionnement de station SP3 à partir des caractéristiques données par le constructeur des pompes utilisé :

- Caractéristiques de la pompe utilisée à la station SP3 données par le constructeur :

Tableau IV.5: Caractéristiques de la pompe utilisée à la station SP3.

<i>Model</i>	<i>Capacité (m³/h)</i>	<i>Href (m)</i>	<i>η (%)</i>	<i>N (tr/min)</i>	<i>Ṗ (kW)</i>
DVMX 6x8x11 E-5 St	600	838	79.7	3560	1375

IV.3.1.1 Point de fonctionnement de la station SP3 pour 1ppe N=3560 tr/min :

Le point de fonctionnement d'une pompe correspond au point d'intersection de la courbe caractéristique de la pompe utilisé donnée par le constructeur avec la courbe du réseau réel du circuit (SP3-TRA).

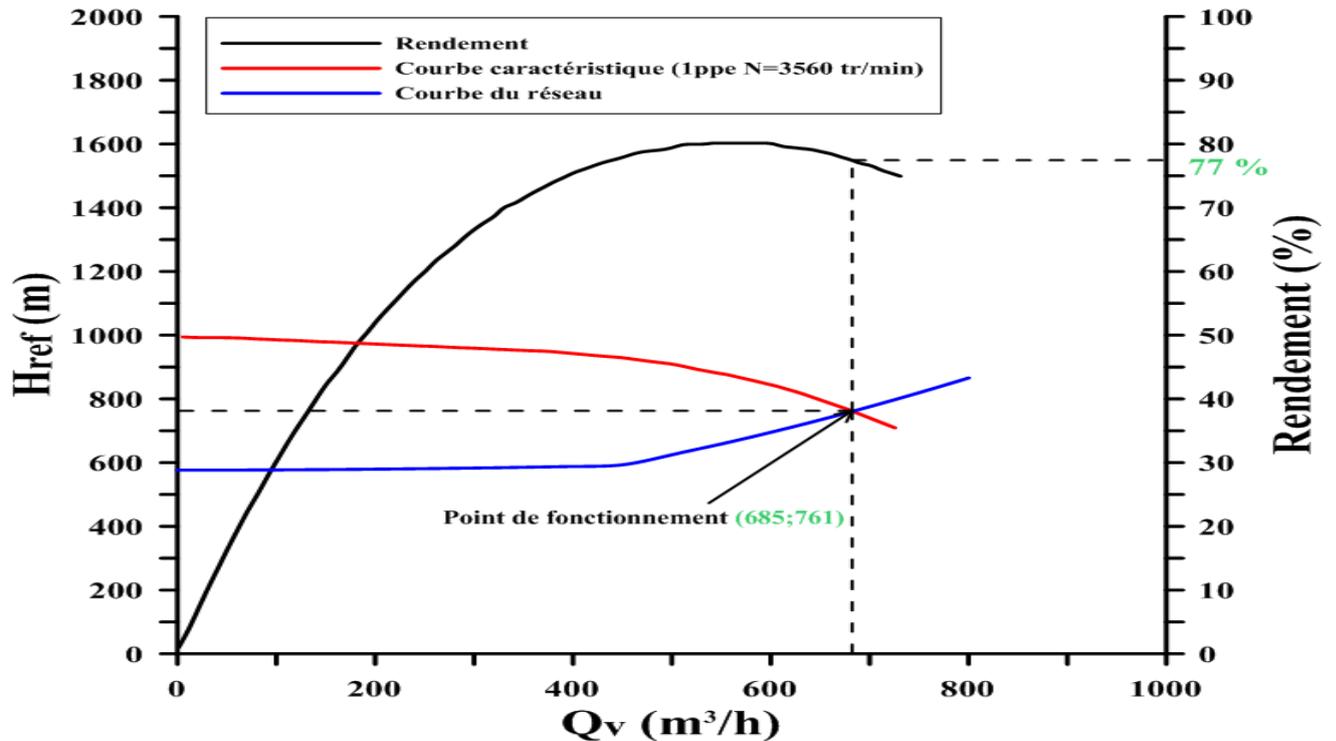


Figure IV.4: Courbes caractéristiques données par le constructeur et la courbe du réseau.

La figure IV.4, représente quelques courbes qu'on rencontre lors d'utilisation d'une pompe. Le point de fonctionnement est l'intersection de courbe du réseau et celle de la pompe. D'après la figure IV.4 on aperçoit que le point de fonctionnement ne correspond pas toujours au bon fonctionnement de la pompe.

Le point de fonctionnement (685 ; 761) correspond à un rendement de 77% et a une puissance de 1468 kW. On a conclu que ce fonctionnement n'est pas recommandé par le constructeur.

Donc on va essayer de se rapprocher au maximum du point nominal.

En connaissant les caractéristiques de fonctionnement d'une pompe tournant à une vitesse N_1 . On peut déterminer une autre vitesse de rotation N_2 pour la même pompe en appliquant les lois de similitude :

Détermination des paramètres de la station de pompage SP3

$$N_2 = \frac{Q_{v2} \cdot N_1}{Q_{v1}} \quad (IV.2)$$

$$N_2 = \sqrt{\frac{H_2 \cdot N_1^2}{H_1}} \quad (IV.3)$$

La condition d'arrêt d'après les lois de similitude :

$$\left| \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} - \frac{N_1}{N_2} \right| \leq 0.001 \quad \text{On obtient} \quad N_2 = 2903 \text{ tr/min.}$$

IV.3.1.2 Point de fonctionnement de la station SP3 pour 1ppe N=2903 tr/min :

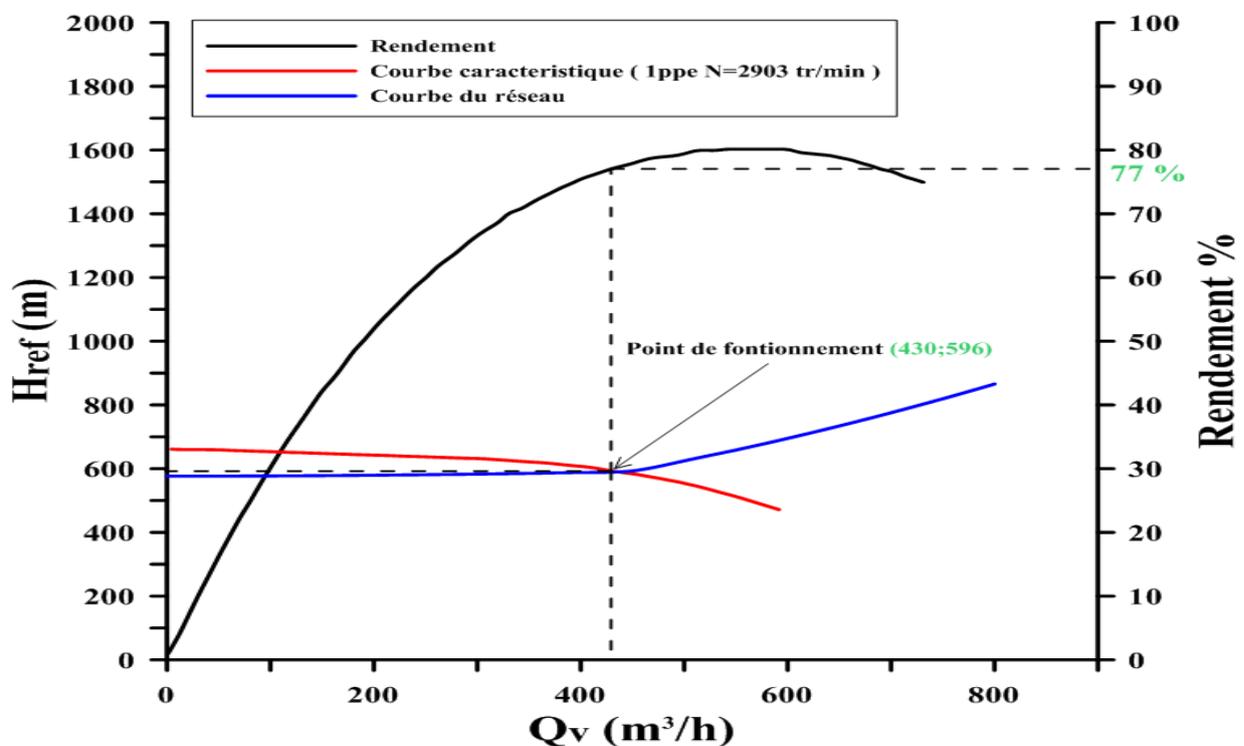


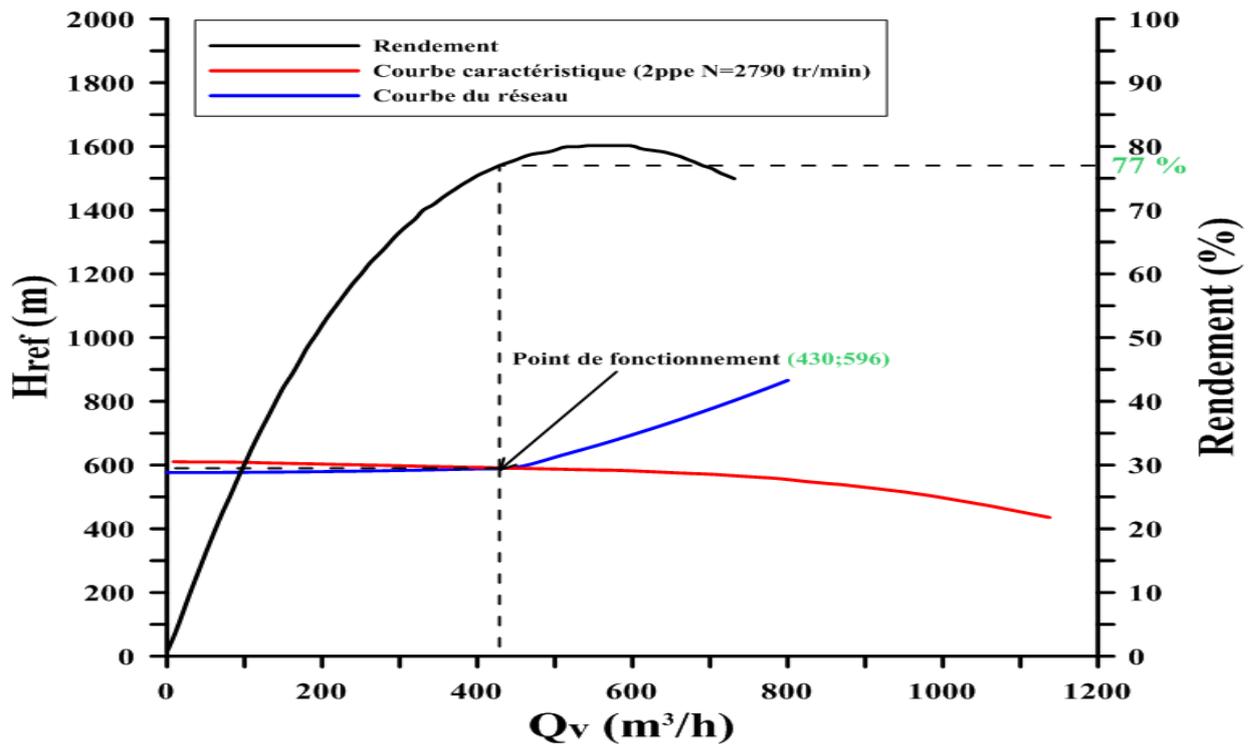
Figure IV.5: Point de fonctionnement (430 m³/h ; 596 m).

La figure IV.5 montre la mise en service d'une seule pompe avec une vitesse de rotation de 2903 tr/min qui nous donne le point de fonctionnement (430 m³/h ; 596 m) qui est suffisant pour vaincre les pertes de charges. Avec un rendement de 77% qui est acceptable.

Mais pour maintenir les pompes en bon état, et économiser de l'énergie, il est judicieux d'ajouter une deuxième pompe, c'est à dire, pour un débit de 430 m³/h, on préfère approvisionner avec deux pompes qui tournent à 2790 tr/min.

Détermination des paramètres de la station de pompage SP3

IV.3.1.3 Point de fonctionnement de la station SP3 pour 2ppes // N=2790 tr/min :



La figure IV.6 indique la mise en service de deux pompes assemblées en parallèle, avec une vitesse de rotation de 2790 tr/min qui nous donne le point de fonctionnement (430 m³/h ; 596 m). La hauteur 596 m est suffisante pour vaincre les pertes de charges du circuit résistant. Avec un rendement de 77 % qui est acceptable.

Afin de ne pas changer les paramètres de sécurité de la raffinerie et ceux de la ligne DOG1, ainsi de respecte le temps de remplissage qui existe déjà, on va se contenter de pomper de la station de pompage SP3 avec un débit de 430 m³/h et ne pas utiliser des débits supérieurs.

IV.4 Conclusion :

Dans ce chapitre on a déterminé les paramètres de fonctionnement des pompes de la station de pompage SP3 pour alimenter la raffinerie d'Alger, c'est à dire le régime de fonctionnement et la pression associé, par la suite, nous avons déterminé le nombre de pompes à mettre en marche, le type de montage des pompes ainsi que les vitesses de rotation adéquates pour un fonctionnement optimal (rendement maximal). Tout cela en se basant sur la fiche technique fournies par le constructeur.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Ce modeste travail est dédié à la détermination des paramètres de fonctionnement des pompes de la stations de pompage SP3 M'Sila pour alimenter le terminal raffinerie d'Alger.

Dans la première partie de notre travail, on a pu évoquer les définitions de base et les généralités sur la mécanique des fluides, on a aussi parler sur les turbomachines en générale et sur les pompes centrifuges en particulier, similitude, etc..., en suite une partie ou on a posé notre problème et le plan de calcul pour le résoudre.

Après avoir accumuler toutes les informations et les données nécessaires pour notre étude on a commencé par l'analyse du fonctionnement actuel de la station de pompage de Beni Mansour pour l'alimentation de la raffinerie d'Alger qui est confronter au Col Event1, par la suite on a déterminé les paramètres de fonctionnement des pompes de station de pompages SP3 afin d'alimenter le terminal d'Alger, et à partir de la fiche technique de la pompes donne par le constructeur et les résultats de calculs sur les pertes de charge on a pu définir les vitesses de rotation, le nombre de pompes et leur montages pour atteindre le point de fonctionnement désiré et à une économique.

D'après notre étude, on a conclu qu'il est possible d'alimenter le terminal raffinerie d'Alger à partir de la station de pompage SP3 sans l'intervention de la station de Beni Mansour, en respectant les paramètres de sécurité de la raffinerie et ceux de la ligne DOG1.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

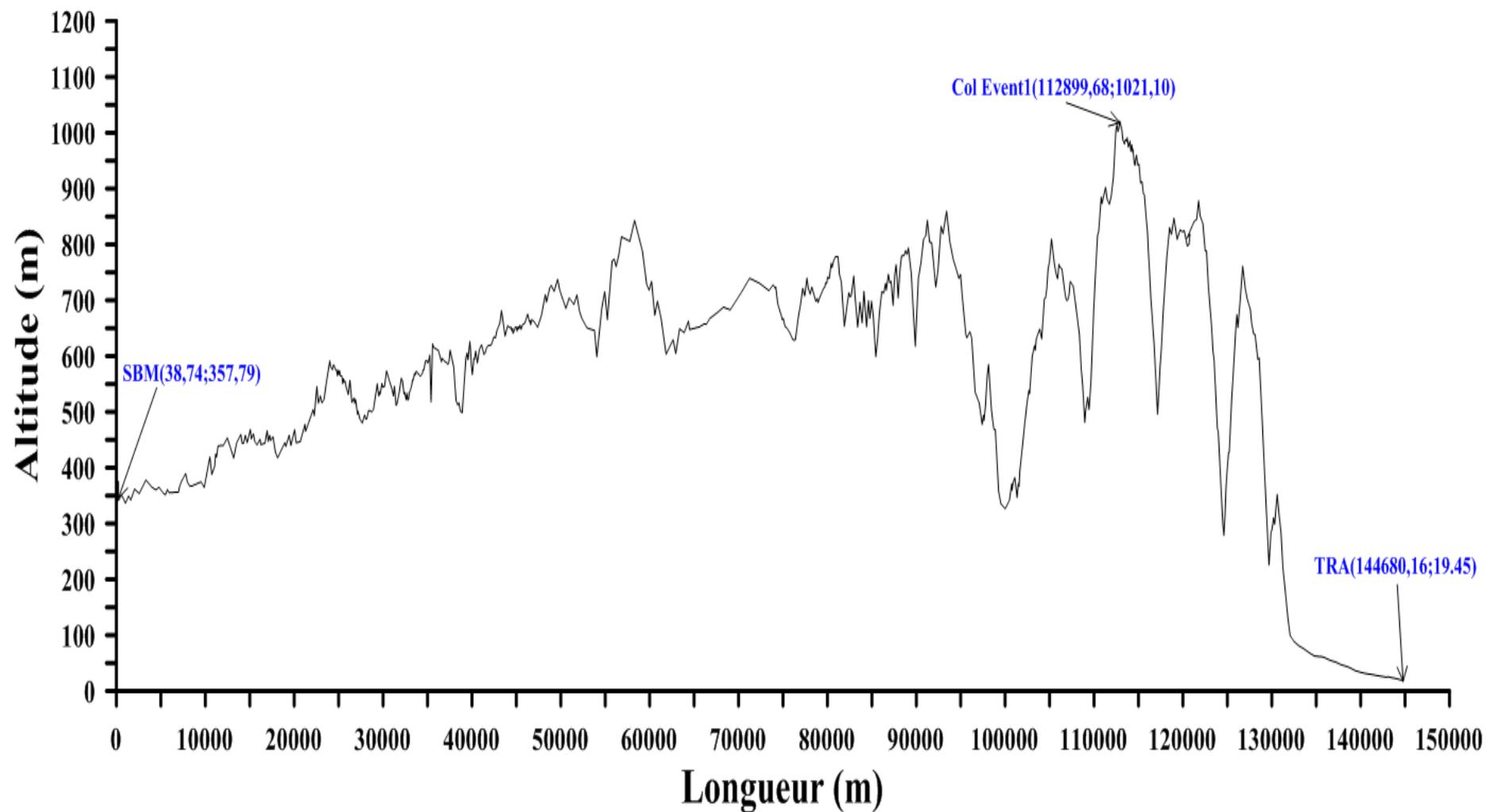
Références bibliographiques :

- [1] H. TAZART et M. BENCHERIF Etude d'un système de chargement offshore des navires citernes Sonatrach-Bejaia 11/09/2017.
- [2] Sonatrach des réalisations et des engagement Activité Transport par canalisation (TRC) 2017.
- [3] A. AMOUCHE DJ. MILOUD Etude et dimensionnement de la station de pompage SP3 "Etude de l'échauffement d'un palier porteur Sonatrach DRGB Bejaia.
- [4] BEN HAMOUDA Riad. Notion de mécanique des fluides. Centre de publication Universitaire, Tunis 2008 ; ISBN :978-9973-37-494-3.
- [5] E. BOSSARD, I. BOURDEAU et M. LAM Les fluides non-newtonien a toutes les échelles
- [6] PASCAL. F ; RICHARD. T, LOIC. V Dictionnaire de physique, De Bock Supérieur 18 Février 2013 ISBN 9782804175542.
- [7] E. GUYON, J : P. HULIN et L. PETIT, Hydrodynamique physique, EDP Sciences, CNRS Ed, 674 p2001 ISBN 2-868-83502-3.
- [8] F. SELLAM, Mécanique des Fluides ; Institut National Agronomique. Département de Génie Rural, Section Hydraulique Agricole.
- [9] I. PARASHIVOIU, M. PRUD homme et Patrick Vasseur, Mécanique des fluides, Montréal Pressas internationales Polytechnique 2003.
- [10] P. R BHAVE et R. Gupta, Analyze of water Distribution networks. Alpha science International Ltd Oxford, U.K 2006.
- [11] A. H. BENSLIMANE. Thèse doctorat, University de Strasbourg, Rhéologie et écoulement de fluides chargés, 17/12/2012.
- [12] A. BACHIR et T. BEZZINA Etude des paramètres d'exploitation des deux stations de pompage SP2 et SP3 Sonatrach Bejaia.
- [13] C. BOUTRY Fichier PDF Différents types des pompes.
- [14] S. ZIDI et Med L. MAZOUZI Etude de Défaillance d'une pompe à eau centrifuge de type GUINARD. HP 2016.
- [15] M. BOUVARD - Cavitation et évacuateurs de crues des grands barrages - La Houille Blanche, N°4-5 (Juin 1997), pp. 70-73
- [16] Fichier PDF ThermExcel Calcul de la HMT et du NPSH d'une pompe.
- [17] A. BENMOUNAH, Filière exploitation, Station de pompage et compression ; Edition 1 version : 0/NG/07.

ANNEXES

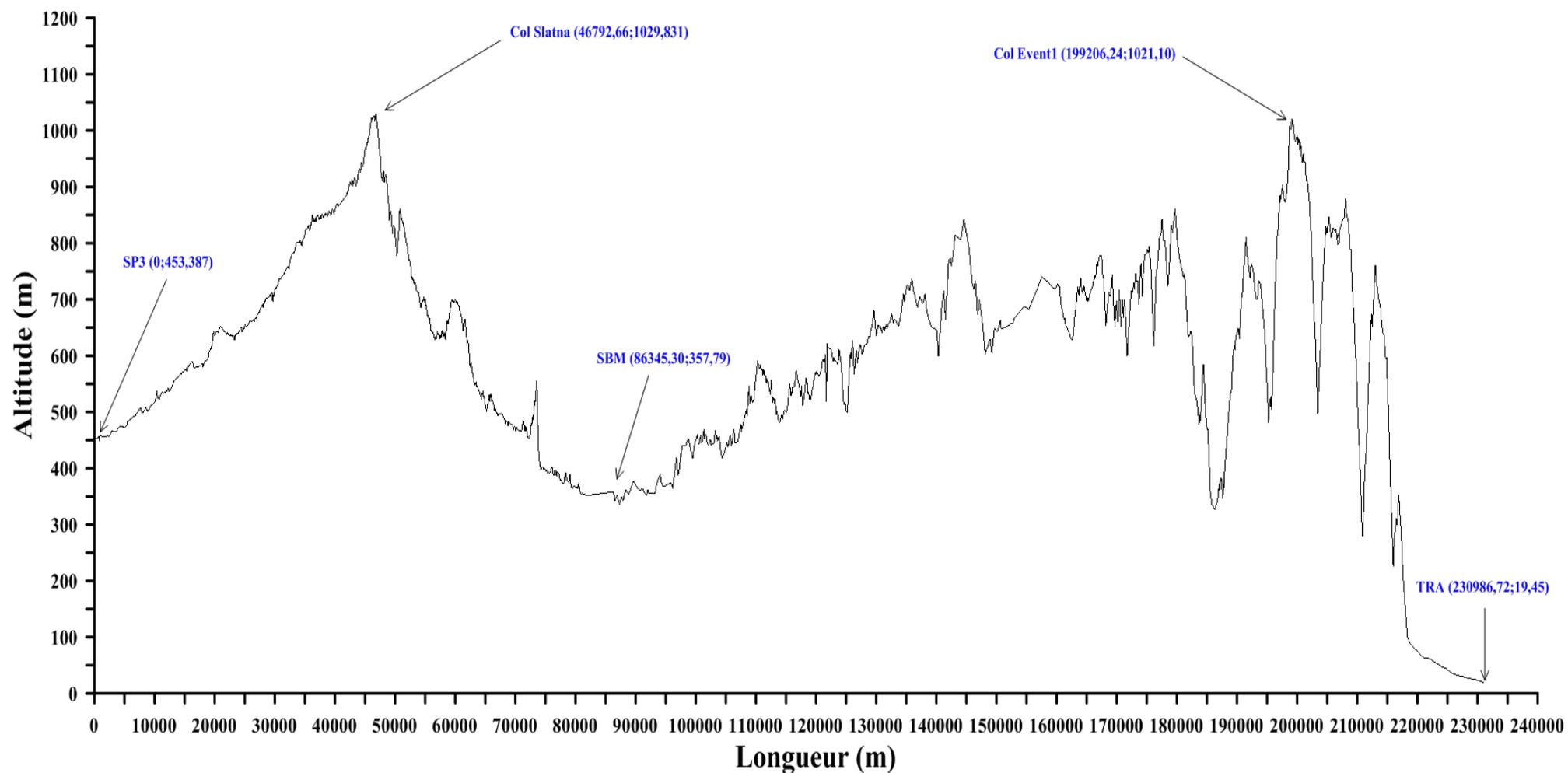
Annexe 1

Profil en long SBM-TRA :



Annexe 2

Profil en long SP3-TRA :



Annexe 3

Caractéristiques de la pompe de la station de pompage SP3 :

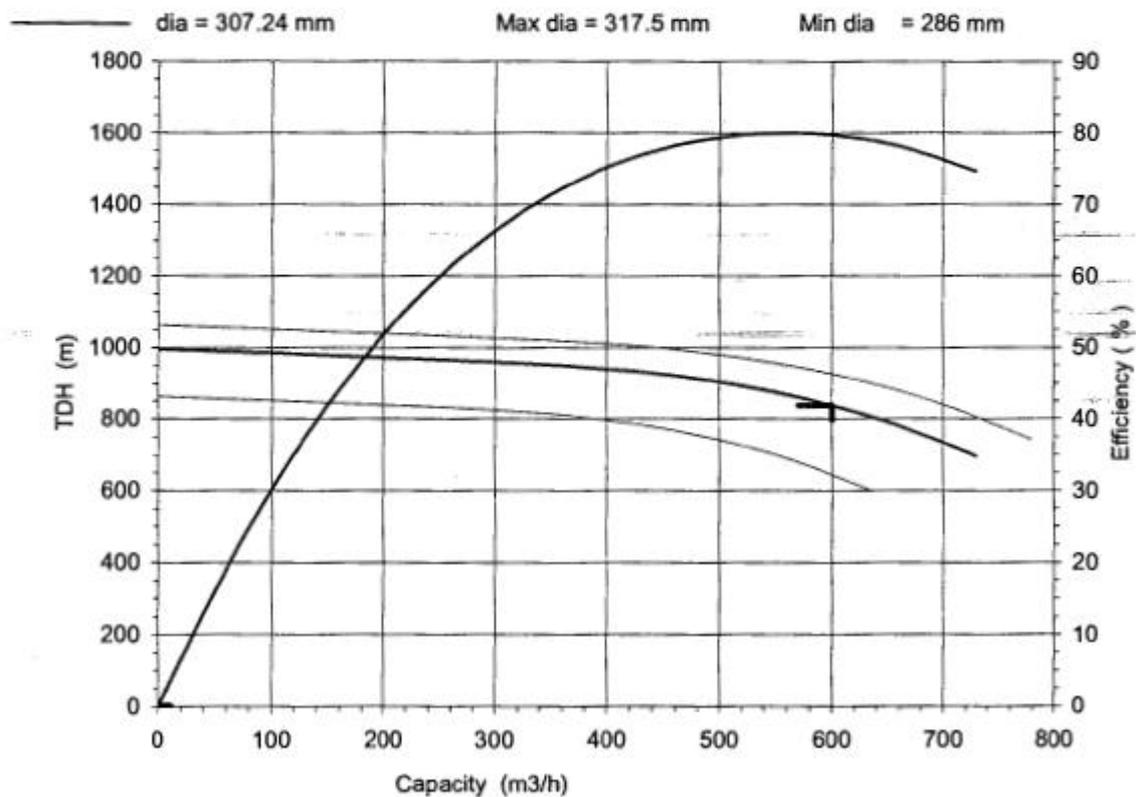
Curve n° P301-a ema

11-24-05



DVMX 6x8x11 E - 5 St

Capacity	=	600	m3/h	Speed	=	3560	rpm	Visco	=	3	Cst
TDH	=	838	m	NPSH	=	9.72	m	d	=	0.8	
Eff %	=	79.7		Power (*)	=	1375.00	kw				



Résumé :

La raffinerie d'Alger de Sidi Arcine, joue un rôle important dans la production d'essence. Afin d'éviter l'arrêt de la raffinerie en cas de l'inaptitude de la station de pompage de Beni Mansour de fournir les quantités requises, c'est dans ce cadre que s'effectue notre présent travail.

Notre travail a pour but de déterminer des paramètres de fonctionnement des pompes de la station SP3 dans le but d'alimenter la raffinerie d'Alger directement sans l'intervention de la station de Beni Mansour. Il consiste à définir les vitesses de rotation, le nombre de pompes ainsi le montage qu'il faut.

Mots-clés : pétrole, pompes, station de pompage, raffinerie, pertes de charge, point de fonctionnement.

Abstract:

The refinery of Algiers Sidi Arcine, plays an important role in the production of gasoline. In order to avoid the refinery's shutdown in case of the Beni Mansour pumping station's inability to supply the required quantities, it is within this framework that our present work is carried out.

Our work aims to determine operating parameters of the pumps of the SP3 station in order to supply the refinery of Algiers directly without the intervention of the station of Beni Mansour. It consists in defining the rotation speeds, the number of pumps and the mounting it takes.

Keywords: oil, pumps, pumping station, refinery, pressure drops, operating point,