

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

**Renforcement en eau potable de la ville de Chechar a partir du barrage de Babar ( w. Khenchela) .**

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0024-13

APA Citation ( توثيق APA):

**Boudjellal, Abderrahim (2013). Renforcement en eau potable de la ville de Chechar a partir du barrage de Babar ( w. Khenchela)[Mem Ing, ENSH].**

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALESUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique*

**Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable**

**THEME :**

**RENFORCEMENT EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE  
CHECHAR A PARTIR DU BARRAGE DE BABAR**

**Présenté par :**  
**M<sup>r</sup> BOUDJELLAL  
ABDERRAHIM**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> B.SALAH</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> Ms BENHAFID</b>	<b>MA.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> W.MOKRANE</b>	<b>MA.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> A.HACHEMI</b>	<b>MA.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>r</sup> M.BOUZIANE</b>	<b>MA.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> HARKAT.S</b>	<b>MA.B</b>	<b>Promotrice</b>

**septembre-2013**

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance :*

*A mes chers parents qui ont toute la faveur dans ma vie et de ce que je suis devenu que dieu les protège, joie de ma vie.*

*A mes frères abde eldjallil, Abdenour, abde raouf.*

*A mon grand père et mes chères grands mères et toute ma famille,*

*Sans oublier mon oncle mouhoube et sa femme Malika.*

*A ma promotrice Mm Sadoune née Harkat.S qui a joué un rôle très important dans ce travail, sans elle je n'aurai pu le faire.*

*A tous mes amis et particulièrement Zinou, Lotfi, Imed, Samir, Boubaker, Abdenour, Hichem, et Rezki.*

*A toute ma promotion de l'ENSH.*

*A la fille qui a dessinée les plus belles images de ma vie, qui ma poussée vers l'avant, qui m'a tant données de courage et d'aide, ma chère « AMINA » que dieu la protège.*

*Abderrahim*

## Remerciements

*Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à M<sup>me</sup> SADOUNE née HARKAT.S. (Ma promotrice) pour m'avoir aidé et dirigé afin de terminer cette étude. et Je remercie également M<sup>r</sup>/ **Khemmar Moncef** « Ingénieur au C.T.H DE KHENCHÉLA » qui m'a donné la volonté de réaliser ce mémoire à travers tous les services qu'il m'a rendus.*

*Toutes mes gratitudes envers mes parents qui m'ont toujours soutenu tout le long de mon parcours de vie, mon père qui a tant sacrifié le tout pour que j'arrive à ce que je suis, ma mère qui m'a toujours soutenu sous ses ailes au temps difficiles, sans oublier mes frères et tous mes amis de plus proches au lointains.*

*Je tiens à remercier également le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.*

*Mes remerciements vont aussi à tout le personnel de la direction de l'Hydraulique de la wilaya de KHENCHÉLA qui m'ont fourni les données nécessaires afin de réaliser cette étude.*

*Son oublier l'ensemble de mes enseignants durant tout mon parcours d'étude.*

*Boudjellal abderrahim*

## ملخص :

نصادف القنوات تحت الضغط في أنابيب النقل ذو السيلان بالجاذبية و بالدفع و في حالة التوزيع ابتداء من الخزان. بعد تقديم المنطقة التي نحن بصدد الدراسة و تقدير حاجياتها من الماء , نختبر شروط إعداد الأنابيب المختلطة لنقل المياه, من الناحية التقنية و الاقتصادية, فهذان الجانبين مرتبطان بينهما. في أنابيب الدفع , المياه ترفع بواسطة محطات الضخ , لذا ندرس محطات الضخ و إعادة الضخ المشكلة لسلسلة أنابيب نقل المياه . بعد ذلك ندرس بالتفصيل وسيلة من وسائل حماية أنابيب الدفع خاصة, من ظاهرة انتقالية تدعى المطرقة المائية. و أخيرا نتطرق إلى طريقة انجاز المشروع ومختلف الإمكانيات المسخرة لإنهائه.

## Résumé :

Les conduites en charge se rencontrent, tant en adduction gravitaire ou par refoulement qu'en distribution à partir d'un réservoir.

Nous examinerons, après la présentation de notre zone d'étude et l'estimation de ses besoins en eau, les conditions dans lesquelles devra être établie notre adduction mixte (gravitaire-refoulement) du point de vue technico-économique, ces deux aspects étant, en fait, liés entre eux.

Dans la conduite de refoulement, les eaux sont relevées par des stations de pompage, nous étudierons, alors, les conditions d'établissement des stations de reprise de la chaîne d'adduction.

Nous nous étalerons, par la suite, sur un moyen de protection des conduites de refoulement, en particulier, contre un phénomène transitoire dit : Coup de bélier.

En fin de notre travail, nous aborderons la méthodologie de mise en œuvre du projet et les différents moyens déployés pour son exécution.

## ABSTRACT:

The load pipes meet together, so much in gravitary adduction or by repression that in distribution from the reservoir.

We will examine, after the presentation of our zone of study and the estimation of its needs in water, the conditions in which will have to be established our mixed adduction (gravitary-repression) from a technical and economic point of view, those two aspects being, in fact, bound together.

In the repression pipe, waters are raised by pumping plants, we will study, their conditions of establishment of retake plants of the adduction chain.

We will tackle thereafter, a protection means of the repression pipes, in particular, against a transitory phenomenon called: the water hammer.

Finally, we tackle the methodology to implement the project and different means deployed for its working out.

# SOMMAIRE

Introduction générale .....	01
-----------------------------	----

## **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.**

Introduction.....	02
I-1 Présentation de la zone.....	02
I-2 Situation géographique.....	02
I-3 Etude topographique.....	02
I-3-1 Relief.....	02
I-4 Situation géologique et hydrogéologique .....	05
I-4-1 Situation géologique.....	05
I-4-2 Situation hydrogéologique et hydrographique.....	05
I-5 Situation climatologique.....	05
I-5-1 Climat.....	05
I-5-2 Température .....	05
I-5-3 Pluviométrie.....	06
I-5-4 Le vent.....	06
I-6 Situation démographique.....	07
I-7 Présentation hydraulique .....	08
I-7-1 Les ressources en eaux.....	08
I-7-2 Ouvrages de stockage .....	08
I-8 Caractéristiques générales de la retenue de Babar.....	08
Conclusion.....	10

## **Chapitre II : Estimation des besoins en eau.**

Introduction.....	11
II-1 Estimation de la population future .....	11
II-2 Consommation moyenne journalière.....	12
II-3 Besoins en eau par catégorie .....	12

II-3-1 Besoins domestiques .....	12
II-3-2 Besoins scolaires .....	13
II-3-3 Besoins socioculturels .....	14
II-4 Coefficient d'irrégularité .....	15
II-4-1 Coefficient d'irrégularité journalière maximale ( $K_{max, j}$ ) .....	15
II-4-2 Coefficient d'irrégularité journalière minimale ( $K_{min, j}$ ).....	15
II-4-3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ( $K_{max, h}$ ) .....	16
II-4-4 Coefficient d'irrégularité minimale horaire ( $K_{min, j}$ ) .....	17
II-5 Détermination des débits journaliers .....	18
II-5-1 Consommation minimale journalière ( $Q_{min, j}$ ).....	18
II-5-2 Consommation maximale journalière ( $Q_{max, j}$ ).....	19
II-6 Détermination des débits horaires .....	20
II-6-1 Débit moyen horaire .....	20
II-6-2 Détermination du débit maximum horaire .....	20
II-7 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant .....	21
II-8 Comparaison entre les ressources et les besoins .....	25
Conclusion .....	27

### **Chapitre III : Etude des réservoirs du système d'adduction.**

Introduction .....	28
III -1 Rôles des Réservoirs .....	28
III -2 Emplacement des réservoirs.....	28
III-3 Principe de fonctionnement .....	28
III-4 le type du réservoir.....	29
III-5 capacité de réservoir.....	29
III-6 Equipement de réservoir .....	31
III-6-1 Conduite d'arrivée .....	31
III-6-2 Conduite de distribution.....	31
III-6-3 Conduite de décharge ou de vidange.....	32

III-6-3 Conduite de décharge ou de vidange.....	32
III-6-4 Conduite de trop-plein.....	32
III-6-5 By-pass .....	32
III-6-6 Matérialisation de la réserve d'incendie .....	32
Conclusion .....	33

## **Chapitre IV : Etude de l'adduction.**

Introduction.....	34
IV-1 Types d'adduction .....	34
IV-1-1 Adduction gravitaire .....	34
IV-1-2 Adduction par refoulement.....	34
IV-1-3 Adduction mixte.....	34
IV-2- Adduction et types d'écoulement.....	34
IV-2-1. Ecoulement à surface libre.....	34
IV-2-2 Ecoulement en charge .....	34
IV-3 Etude des variantes .....	34
IV-3-1 Proposition de variantes .....	35
IV-4 Choix du tracé .....	37
IV-5 Choix du matériau de la conduite .....	37
IV-6- Calcul hydraulique.....	37
IV-6-1- Méthode de calcul.....	37
IV-6-2-Dimensionnement de l'adduction par refoulement .....	40
IV-6-3 Etude des variantes pour HMT.....	41
IV-6-4- Calcul de diamètre économique pour la (03) variante.....	44
Conclusion .....	55

## **Chapitre V : Etude du pompage.**

Introduction.....	56
V-1 Choix du type de pompe .....	56
V-2 Couplage des pompes.....	56

V-3- Choix du nombre de pompes .....	56
V-3-1 Refoulement : ST – SP1.....	56
V-3-2 Refoulement : SP1 – SP2.....	57
V-3-3 Refoulement : SP2 – RESERVOIR.....	57
V-4 Courbes caractéristiques des pompes .....	58
V-5 Points de fonctionnement des pompes.....	59
V-5-1 Refoulement : ST – SP1.....	60
V-5-2 Refoulement : SP1 – SP2.....	61
V-5-3 Refoulement : SP2- Réservoir.....	61
V-6 Adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement données.....	64
V-6-1 Refoulement : ST - SP1.....	65
V-6-2- Refoulement : SP - SP 2 .....	66
V-6-3- Refoulement : SP2- Réservoir .....	67
V-7 Etude de la cavitation .....	70
V-7-1 Refoulement : ST- SP1.....	71
V-7-2 Refoulement : SP1 – SP2.....	72
V-7-3 Refoulement : SP2 - Réservoir .....	72
V-8 Choix du moteur électrique .....	73
V-8-1 Critères de choix du moteur électrique.....	73
V-8-2 Vitesse de rotation du moteur.....	73
V-8-3 Puissance fournie par le moteur .....	73
V-9 Dimensionnement des bâtiments des stations .....	75
V-9-1 Hauteur du bâtiment .....	75
V-9-2 Longueur du bâtiment .....	76
V-9-3 Largeur du bâtiment .....	76
V-9-4 Dimensions des portes .....	77
V-9-5 Dimensionnement des fenêtres .....	77
V-9-6 Dimensionnement des marches d'escalier .....	77
Conclusion.....	77

## Chapitre VI : Pose de canalisation et accessoires.

Introduction .....	78
VI-1 Pose de canalisation .....	78
VI-1-1 Principe de pose de canalisations.....	78
VI-1-2 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire .....	78
VI-1-3 Pose de canalisation dans un mauvais terrain.....	80
VI-1-4 Pose dans un sol cohérent.....	80
VI-1-4-1 Etayage avec palplanches de la paroi de tranchée .....	81
VI-1-5- tuyaux multiples dans le même fossé .....	82
VI-1-6 Traversée d'une rivière.....	84
VI-2- Assemblage par emboîtement et bride.....	84
VI-3 Accessoires .....	85
VI-3-1 Robinets vannes .....	85
VI-3-2 Clapets anti retour.....	86
VI-3-3 Ventouses .....	87
VI-3-4 Moyens anti-bélier.....	88
VI-3-5 Joints de raccordement .....	89
VI-3-6 Organes de raccordement .....	90
Conclusion .....	91

## Chapitre VII : Protection des conduites.

Introduction.....	92
VII-1- Protection des conduites contre la corrosion .....	92
VII-1-1- Définition .....	92
VII-1-2- Résistance à la corrosion .....	92
VII-1-3- Résistance chimique .....	92
VII-2- Protection des conduites contre le coup de bélier.....	93
VII-2-1 Définition .....	93
VII-2-2- Causes du coup de bélier .....	93
VII-2-3- Les Remèdes .....	93

VII.2.4. Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier .....	93
VII-2-5- Protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier .....	94
VII-3- Installation du réservoir d'air .....	102
Conclusion .....	102

## **Chapitre VIII : Organisation de chantier.**

Introduction .....	103
VIII-1- Organisation technique de préparation .....	103
VIII-2- Rôles et responsabilités des intervenants sur chantier .....	103
VIII -2-1- Le maître de l'ouvrage .....	103
VIII -2-2- Le maître d'œuvre .....	103
VIII -2-3- L'entrepreneur .....	103
VIII -3-Travaux préparatoires et installation de l'entreprise .....	103
VIII -3-1- Installations destinées au personnel .....	103
VIII -3-2- Installations destinées au stockage des matériaux .....	104
VIII -4- Travaux de réalisation .....	104
VIII -4-1- Travaux d'excavations .....	104
VIII -4-2- Travaux secondaires .....	104
VIII -5- Les engins de terrassement.....	104
VIII -6- Le devis estimatif .....	105
VIII -7- Planification .....	106
VIII -7-1- Techniques de la planification .....	106
VIII -7-2- Méthodes basées sur le réseau .....	106
VIII -8- Méthode C.P.M (méthode du chemin critique).....	106
VIII -8-1- Les étapes de la planification .....	106
VIII -8-2- Les paramètres de la méthode C.P.M.....	107
VIII -8-3- Chemin critique (C.C).....	107
VIII -8-4- Symboles des différentes opérations.....	108
VIII -9- Engins .....	109

VIII-9-1- Pelle hydraulique .....	109
VIII-9-2- Doser .....	110
VIII-9-3- Chargeur .....	111
Conclusion .....	111

## **Chapitre IX : Protection et sécurité de travail.**

Introduction.....	112
IX-1 Causes des accidents de travail .....	112
IX-1-1 facteur humain.....	112
IX-1-2 facteurs matériels .....	112
IX-2 Autres causes des maladies professionnelles .....	112
IX -3 Conditions dangereuses dans le chantier .....	113
IX-3-1 Actions dangereuses .....	113
IX-4 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents .....	113
IX-4-1 protection collective .....	113
IX-4-2 Autres protections .....	114
IX-4-3 Protection individuelle .....	114
Conclusion .....	114
Conclusion générale .....	115

# Liste des figures

Figure N°I-1 : Image Satellite de la zone d'étude.....	03
Figure N°I-2 : Extrait de la carte d'état majeure de la zone d'étude....	04
Figure N°I-3 : graphe de l'évolution de la population.....	07
Figure N°I-4 : Image Satellite du barrage de Babar.....	09
Figure N°II-1 : Graphique De Consommation.....	25
Figure N°II-2 : Courbe intégral.....	26
Figure N°II-3 : Graphique De variation de $Q_{max}$ , h ( $m^3/h$ ) a long terme.....	26
Figure N°II-4 : Graphique De variation de $Q_{max}$ , h ( $m^3/h$ ) a moyen terme.....	27
Figure N° III-1 : équipement de réservoir.....	33
Figure N° IV-1-: Schéma explicatif de la variante N° 1.....	34
Figure N° IV-2- : Schéma explicatif de la variante N° 2.....	35
Figure N° IV-3- : Schéma explicatif de la variante N° 3.....	36
Figure N°VI-1-: Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	45
Figure N°VI-2-: Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	47
Figure N°IV-3-: Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	49
Figure N°IV-4-:profil piézométrique.....	52
Figure N°IV-5-:profil piézométrique.....	54
Figure N° V-1-: Courbe caractéristique de la pompe de type PM-125.....	58
Figure N° V-2-: Courbe caractéristique de la pompe de type PM-125.....	58
Figure N° V-3-: Courbe caractéristique de la pompe de type PM-125.....	59
Figure N° V-4: Point de fonctionnement des pompes (ST-SP01).....	62
Figure N° V-5: Point de fonctionnement des pompes (SP01-SP02).....	63
Figure N° V-6: Point de fonctionnement des pompes (SP01-Réservoir).....	63
Figure N° V-7: Modes de réglage de (ST-SP01).....	69
Figure N° V-8: Modes de réglage de la (SP01-SP02).....	69
Figure N° V-9: Modes de réglage de la (SP02-Réservoir).....	70

Figure N° VI-1- : Pose de canalisation dans un terrain ordinaire.....	79
Figure N° VI-2- : Pose de canalisation dans un mauvais terrain.....	80
Figure N° VI-3- : Pose de canalisation un sol cohérent.....	80
Figure N° VI-4- : Etayage avec palplanches.....	81
Figure N° VI-5- : tuyaux multiples dans le même fossé.....	82
Figure N° VI-6- : plusieurs tuyaux dans le même fossé.....	83
Figure N° VI-7-: traversée d'une rivière.....	84
Figure N° VI-8-: Assemblage par emboîtement et bride.....	84
Figure N° VI-9: Robinets vanne à opercule (D'après document Pont-à-Mousson).....	85
Figure N° VI-10: Robinets vanne papillon (D'après document Pont-à-Mousson).....	85
Figure N° VI-11 : Clapet à double battant (D'après document Danfoss Socla).....	86
Figure N° VI-12 : Clapet à simple battant (D'après document Danfoss Socla).....	86
Figure N° VI-13 : Ventouse (D'après document Pont-à-Mousson).....	87
Figure N° VI-14 Réservoir anti bélier à vessie butyle (d'après document CHARLATTE).....	88
Figure N° VI-15 : joint verrouillé.....	89
Figure N° VI-16 : Organes de raccordement.....	90
Figure N° VII-1 : détermination de la valeur de B en fonction du A et K.....	95
Figure N° VII-2 : détermination de la valeur de B en fonction du A et K.....	97
Figure N° VII-3 : détermination de la valeur de B en fonction du A et K.....	99
Figure N° VII-4 : détermination de diamètre diaphragme (d) en fonction du A et B.....	101
Figure N° VII-5 : Schéma d'installation du réservoir d'air.....	102
Figure N° VIII-1: Réseau à nœuds.....	108
Figure N° VIII-2 : Pelle hydraulique.....	110
Figure N° VIII-3 : Bull doser.....	111
Figure N° VIII-4 : Chargeur.....	111

# Liste des tableaux

Tableau N°I-1 : Températures moyennes mensuelles (c°) à Khenchela .....	05
Tableau N°I-2 : Précipitation Moyennes Mensuelle (mm) .....	06
Tableau N°I-3 : vitesse du vent moyenne mensuelle (m/s) .....	06
Tableau N°I-4 : Evaluation de la population.....	07
Tableau N°I-5 : caractéristiques des forages .....	08
Tableau N°I-6 : caractéristiques des Réservoirs existant .....	08
Tableau N°I-7 : caractéristiques de la retenue de Babar.....	09
Tableau N°II-1 : Evaluation de la population .....	11
Tableau N°II-2 : Besoins domestiques .....	12
Tableau N°II -3 : Evaluation des besoins scolaires.....	13
Tableau N°II-4 : évaluation des besoins socioculturels.....	14
Tableau N°II- 5 : Récapitulation des débits (Qmoy.j) en eaux au moyen et long terme. ....	15
Tableau N°II -6 : $\beta$ max en fonction du nombre d'habitants .....	16
Tableau N°II-7 : valeur de $\beta$ max des différents centres au moyen et long terme.....	16
Tableau N°II -8 : Valeur de Coefficient d'irrégularité maximale horaire (Kmax, h) ...	17
Tableau N°II -9 : $\beta$ min en fonction du nombre d'habitants .....	17
Tableau N°II-10 : valeur de $\beta$ min des différentes zones .....	17
Tableau N°II-11: valeur de Coefficient d'irrégularité minimale horaire (Kmin, h).....	18
Tableau N°II-12 : Calcul du débit minimal journalier .....	18
Tableau N°II -13 : Calcul de la consommation maximale journalière .....	19
Tableau N°II -14 : Débit moyen horaire .....	20
Tableau N°II-15 : débit maximum horaire .....	21
Tableau N°II-16 : répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants .....	22
Tableau N°II-17: Débit maximum horaire à moyen terme(2020).....	23
Tableau N°II-18: Débit maximum horaire à long terme(2040).....	24

Tableau N°II-19: Les débits fournis par la station de traitement pour les délégués centres.....	25
Tableau N°III-1 : Détermination de la capacité de réservoir.....	30
Tableau N°IV-1: Variation journalière des tarifs de l'énergie .....	39
Tableau N°IV-2-: Calcul de la HMT pour (ST-Réservoir (5000m <sup>3</sup> )) .....	41
Tableau N°IV-3-: Calcul de la HMT pour (ST-SP(01)).....	41
Tableau N°IV-4-: Calcul de la HMT pour (SP(01)-Réservoir (5000m <sup>3</sup> )).....	42
Tableau N°IV-5-: Calcul de la HMT pour (ST-SP(01)).....	43
Tableau N°IV-6-: Calcul de la HMT pour (SP(01)-SP(02)).....	43
Tableau N°IV-7-: Calcul de la HMT pour (SP(02)-Réservoir (5000m <sup>3</sup> )).....	43
Tableau N°IV-8-: Variation des dépenses annuelles d'exploitation en fonction du diamètre.....	44
Tableau N°IV-9-: Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.....	44
Tableau N°IV-10- : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	44
Tableau N°IV-11-: Variation des dépenses annuelles d'exploitation en fonction du diamètre.....	45
Tableau N°IV-12-: Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.....	46
Tableau N°IV-13- : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	46
Tableau N°IV-14- : Variation des dépenses annuelles d'exploitation en fonction du diamètre.....	47
Tableau IVN°-15- : Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.....	48
Tableau IV N°-16- : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	48
Tableau IV N°-17- : calcul du profil piézométrique .....	51
Tableau IV N°-18- : calcul du profil piézométrique.....	53
Tableau IV N°-19- : Frais d'investissement de la conduite gravitaire.....	55
Tableau N° V-1-: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.....	56
Tableau N° V-2-: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.....	57
Tableau N° V-3-: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.....	57
Tableau N° V-4-: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (ST-SP1).....	60
Tableau N° V-5-: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP1-SP2).....	61

## **LISTE DES PLANCHES :**

- 1-planche n 01** : réseau synoptique du projet.
- 2-planche n 02** : profil en long de l'adduction partie gravitaire.
- 3-planche n 03** : profil en long de l'adduction partie refoulement.
- 4-planche n 04** : plan de coffrage du réservoir.
- 5-planche n 05** : plan des accessoires.
- 6-planche n 06** : plan type de la station de pompage.

Tableau N° V-6-: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP2-Réservoir).....	61
Tableau N° V-7- Variation de la tension de vapeur d'eau en fonction de la température .....	71
Tableau N° V-8 : Coefficient de correction en fonction de la puissance .....	74
Tableau N° V-9 : Type et caractéristiques des moteurs .....	74
Tableau N° V-10 : Type et caractéristiques des moteurs .....	75
Tableau N° V-11 : Type et caractéristiques des moteurs .....	75
Tableau N° VI-1 : intervalle de a et b .....	81
Tableau N° VI-2 : intervalle de a .....	82
Tableau N° VI-3 : intervalle de c.....	83
Tableau N°VII-1 : Calcul de profil en long absolu .....	95
Tableau N°VII-2 : Résultat de calcul de coup de Bélier par la méthode de « PEUTCH ET MEUNIER ».....	96
Tableau N°VII-3 : Calcul de profil en long absolu .....	97
Tableau N°VII-4 : Résultat de calcul de coup de Bélier par la méthode de « PEUTCH ET MEUNIER ».....	98
Tableau N°VII-5 : Calcul de profil en long absolu .....	99
Tableau N°VII-6 : Résultat de calcul de coup de Bélier par la méthode de « PEUTCH ET MEUNIER ».....	100
Tableau N° VIII -1 : devis estimatif de la partie de refoulement.....	105
Tableau N° VIII -2 : devis estimatif de la partie de gravitaire.....	105
Tableau N° VIII -3 : symboles des opérations et leurs durées.....	108

## Introduction générale:

L'approvisionnement des populations en eau potable, en quantité suffisante pour les besoins domestiques et la satisfaction de l'hygiène sont l'objectif permanent de l'ingénieur.

Vu le développement futur de la ville de Chechar, ainsi que s'ajoute l'augmentation des besoins en eau à long terme et vu l'accroissement de la population, tout cela va certainement engendrer un déficit de ressource en eau.

Donc cette étude portera sur la conduite d'adduction de la ville à partir du Barrage de Babar avec le dimensionnement des ouvrages nécessaires pour cette adduction.

La réalisation de ce projet permettra de résoudre le problème d'A.E.P de la ville de Chechar et son développement futur jusqu'à l'horizon d'étude 2040.

Vu l'importance du projet, ce mémoire de fin d'étude n'abordera qu'une partie du transfert à savoir l'adduction (Station de traitement du barrage de Babar – Réservoir projeté (5000 m<sup>3</sup>) – Réservoir existant (2000 m<sup>3</sup>)).

## **Introduction :**

Connaître la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique, démographique et hydraulique nous permet de mener à bien notre travail.

### **❖ Présentation du projet:**

L'objet du présent Projet consiste en une étude de l'adduction d'alimentation en eau potable des centres : **Babar, Chechar, Tamza** et les centres avoisinants à partir du barrage de **Babar**, Alors on distingue 3 couloirs :

- **Couloir n°1** : Babar, Chechar, Ain Djerboua.
- **Couloir n°2** : Tamza.
- **Couloir n°3** : Kheirane, Hella, Chebla et El- Ouldja.

Dans cette étude en va projeter la lumière sur **le couloir n°01** ou bien la ville de **Chechar**.

## **I-1 Présentation de la zone d'étude :**

### **I-2 Situation géographique :**

La commune de **Chechar** est située à environ **50 km** au Sud du chef lieu de la wilaya de **Khenchela**.

Ces limites administratives sont:

- **Au Nord** : par la commune de Kheirane.
- **Au Sud** : par la commune de Babar.
- **A l'Est** : par la commune de Babar.
- **A l'Ouest** : par la commune de Djellal.

### **I-3 Etude topographique:**

#### **I-3-1 Relief:**

Le relief de la commune est caractérisé par deux grandes composantes : une zone de plaines au Nord et une chaîne de montagnes au Sud.

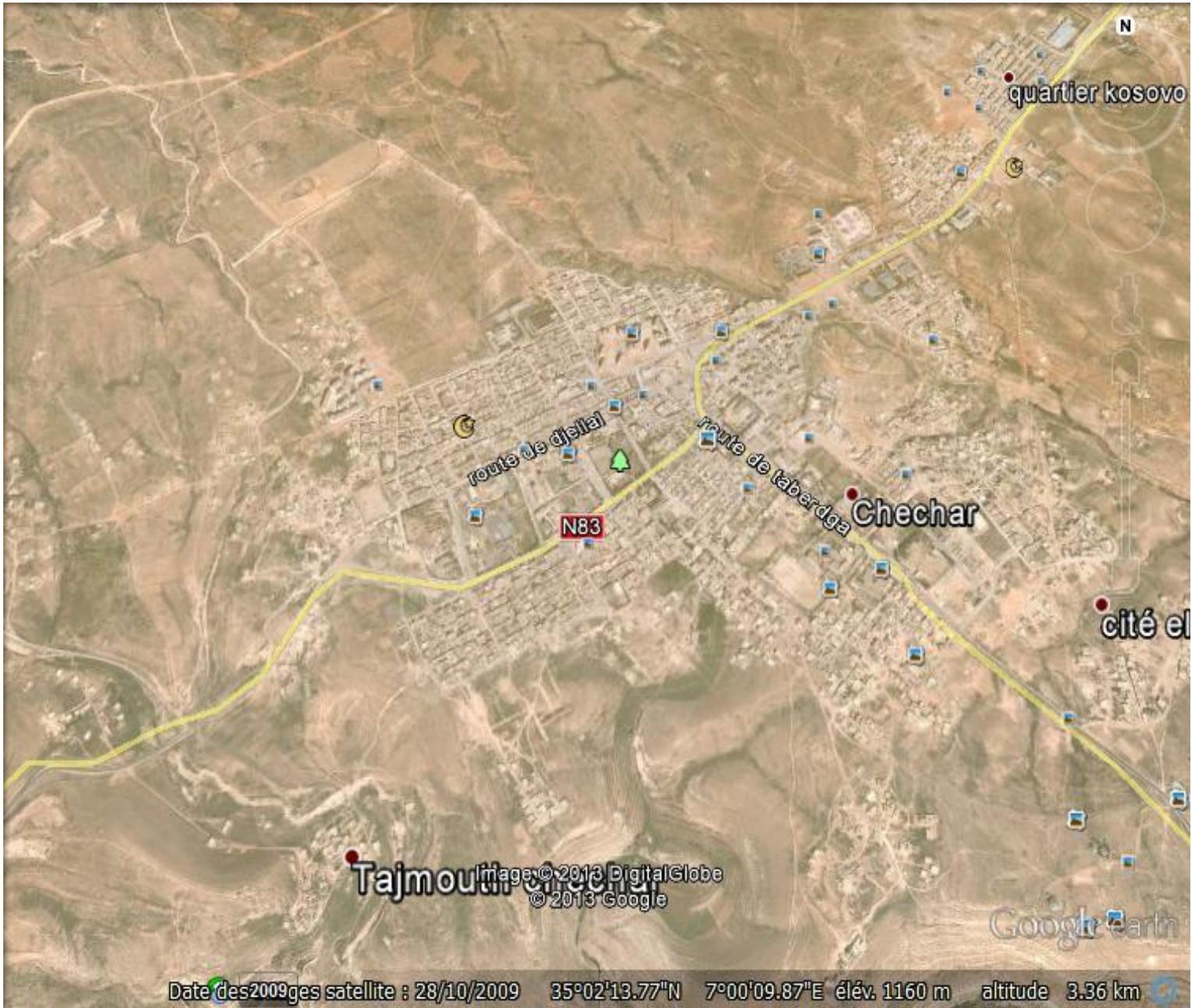


Figure N°I-1 : Image Satellite de la zone d'étude.



## **I-4 Situation géologique et hydrogéologique :**

### **I-4-1 Situation géologique :**

La région de **Chechar** se caractérise par des reliefs élevés qui s'étendent au Nord et sont représentées par deux vastes glaciers polygéniques.

La chaîne de montagne des Aurès est formée principalement de calcaires cétagés.

### **I-4-2 Situation hydrogéologique et hydrographique :**

La nappe se trouve dans la région à un niveau statique de 50m au minimum, donc elle ne risque pas d'atteindre la profondeur de pose des canalisations

## **I-5 Situation climatologique :**

Le climat de la région est influencé par de nombreux éléments climatologiques, certains plus importants que d'autres, le tout dépendant de différents facteurs, c'est pourquoi le nombre d'éléments climatologiques analysés, peut augmenter dans de larges limites

### **I-5-1 Climat :**

La région se caractérise par un climat très froid en hiver, sec en été dans les hautes steppes au Nord.

Le climat est de type continental avec de fortes amplitudes diurnes et annuelles, des étés chauds et secs et des hivers froids, une pluviométrie souvent insuffisante, même pour des cultures résistant à la sécheresse

### **I-5-2 Température :**

La température de l'air est l'un des effets les plus importants de la radiation solaire et un grand nombre de phénomènes physiques (évaporation, gel de l'eau, la gelée blanche ...) et de multiples formes de l'activité humaine sont liées à la température de l'air.

Les mesures concernent la période 1995-2006 sont dans le tableau N°I-1

**Tableau N°I-1 : Températures moyennes mensuelles (c°) à Khenchela**

<b>Année</b>	<b>Jan</b>	<b>Fer</b>	<b>Mar</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Jui</b>	<b>Aout</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov</b>	<b>Déc.</b>	<b>Moyenne</b>
<b>T°moy<sub>max</sub></b>	10.7	12.4	16.3	19.6	25.3	31.3	34.5	33.5	27.2	23.9	15.7	11.7	<b>21.8</b>
<b>T°moy<sub>min</sub></b>	2.4	2.5	5.1	7.6	11.9	16.0	18.8	18.8	15.2	12.0	6.6	3.4	<b>10</b>
<b>T°moy</b>	<b>16.6</b>	<b>7.4</b>	<b>10.7</b>	<b>13.6</b>	<b>18.6</b>	<b>23.4</b>	<b>26.6</b>	<b>25.9</b>	<b>21.5</b>	<b>17.5</b>	<b>11.1</b>	<b>7.6</b>	<b>18.0</b>

(Source : D.H.W Khenchela).

### I-5-3 Pluviométrie :

Le climat de Chechar se confond avec celui de Khenchela qui se caractérise par des étés secs et chauds et hivers rigoureux : en termes de pluviométrie on note comme au niveau de toute la wilaya des pluies importantes.

Pour ce qui concerne les caractéristiques de la précipitation annuelle sur la période 1995-2006

On a :

Précipitation moyenne de 480.42mm.

Précipitation minimale de 312.000mm.

Précipitation maximale de 621.00 mm.

Et pour ce qui concernant la précipitation mensuelles de la période 1995-2006 on a :

- ✚ Précipitation moyenne mensuelle de 40.03mm.
- ✚ Précipitation moyenne mensuelle minimale de 16.42mm.
- ✚ Précipitation moyenne mensuelle maximale de 59.83mm.

**Tableau N°I-2 : Précipitation Moyennes Mensuelle (mm)**

Année	Jan	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc.
Moyenne (mm)	42.25	32.92	29.17	42.08	59.83	35.25	16.42	41.00	47.83	39.00	45.33	42.33

(Source : D.H.W Khenchela).

### I-5-4 Le vent :

Les vents de la région de chechar sont en général modérés, puisque la moyenne de la vitesse des vents est 3.8m/s. La répartition annuelle de la vitesse du vent est représentée dans

Le tableau N°I-3 :

**Tableau N°I-3 : vitesse du vent moyenne mensuelle (m/s)**

Année	Jan	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc.	Moyenne
Vent (m/s)	3.8	4.1	4.1	4.6	3.8	3.6	3.5	3.4	3.2	3.0	3.9	3.9	3.8

(Source : D.H.W Khenchela).

Durant la période allant de Mai au Janvier, les vents sont relativement faibles, variant entre 3.0 et 3.9 m/s. de Février à Avril, les vents sont modérés avec un pic de 4.6 m/s en Avril.

## I-6 Situation démographique :

La population de la zone bénéficiaire du projet, a été tirée de l'annuaire statistique de la wilaya de Khenchela, conformément à l'année du dernier recensement 2008 est de 11485 habitants.

## I-7 Présentation hydraulique :

### I-7-1 Les ressources en eaux :

Il existe au centre de chechar 2 forages destiné à l'alimentation en eau potable.

Mais vu à l'insuffisance de ces ressources les autorités ont programmé le projet de transfert qu'opn va étudier.

Tableau N°I-5 : caractéristiques des forages

Forage	Débit (l/s)	Profondeur	Terrain naturel	Niveau statique	Niveau dynamique
		(m)	(m)	(m)	(m)
C2	25	200	1098	53.8	<b>68</b>
<b>C4</b>	<b>10</b>	<b>180</b>	<b>1105</b>	<b>71.43</b>	<b>80.07</b>

(Source DHW Khenchela).

### I-7-2 Ouvrages de stockage :

La ville de chechar est dotée de trois réservoirs de stockage dont les caractéristiques sont données par le tableau N°I-8

Tableau N°I-6 : caractéristiques des Réservoirs existant

Réservoir	capacité	C.R	C.T.P
	(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)
R <sub>1</sub>	500	1248.52	<b>1252.52</b>
R <sub>2</sub>	1000	1246	<b>1250</b>
<b>R<sub>3</sub></b>	<b>2000</b>	<b>1257.09</b>	<b>1261.09</b>

(Source DHW Khenchela).

**I-8 Caractéristiques générales du Barrage de Babar :**

La cuvette de la retenue se trouve dans la vallée amont de l'oued El Arab qui s'y appelle l'oued El Abiod. Du point de vue administratif, elle se trouve sur le territoire de la wilaya de Khenchela. La longueur maximale de la retenue est (05) cinq km, et la largeur est (02) deux km.

**✚ Paramètres du Barrage de Babar :****Tableau N°I-7 : caractéristiques du Barrage de Babar**

- cote niveau retenu normale (NNR) -	940,0 m.
- superficie au NNR	378,90 ha;
- capacité au NNR	41,33 Mm3
- cote eau morte	931,40 m.
- cote de l'orifice de prise d'eau	937,30 m;

(Source DHW Khenchela).



**Figure N°I-4 : Image Satellite du barrage de Babar.**

### **Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de cerner les difficultés que vivent les localités concernées, du point de vue alimentation en eau potable et d'autres difficultés d'ordre technique pouvant survenir au cours ou après réalisation du projet dans le cas où les précautions nécessaires ne sont pas prises.

Suite à ce déficit en eau potable Notre travail s'inscrit dans ce contexte, le renforcement en eau potable de la ville de **Chechar** A partir du barrage de **Babar**.

## Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit,...).

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population,...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à autre.

L'étude présente, se base sur le recensement de l'A.P.C de l'année 2008, les orientations du plan d'urbanisation et les données collectées auprès de service statistique de l'APC de **Chechar**.

## II-1 Estimation de la population future :

Pour les années le moyen et long terme, la population sera calculée par la relation suivante :

$$P_n = P_0 * (1+T)^n$$

Avec :

$P_n$  : population située à l'horizon prévu ;

$P_0$  : population de base ou de l'année de référence (2008) ;

$n$  : nombre d'année séparant l'horizon de calcul de l'année de référence ;

$T$  : le taux d'accroissement annuel de la population en (%) dépend de plusieurs facteurs :

- Du niveau de vie de la population ;
- Du développement socioculturel ;

$$\tau = 2 \% \text{ (D'après l'APC de Chechar).}$$

Les calculs seront établis pour l'horizon 2040. D'ici, nous pouvons avoir une idée approchée sur la population future par application de la relation précédente.

Le tableau suivant présente le nombre d'habitant pour les différents horizons :

**Tableau N°II-1 : Evaluation de la population**

Centre d'agglomération	2008	2020	2040
<b>Chechar</b>	11485	14566	21644
<b>babar</b>	14710	18656	27722
<b>Ain Djerboua</b>	4535	5752	8547
<b>Tamza</b>	3223	4088	6075
<b>Kheirane</b>	4660	5910	8781

## II-2 Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière est le produit de la norme unitaire moyenne journalière, exprimé en mètre cube par jour.

$$Q_{moy,j} = (Q_i \cdot N_i) / 1000 \quad [m^3/j] \dots \dots \dots (I.1)$$

Avec :

$Q_{moy,j}$  : consommation moyenne journalière en  $m^3/j$  ;

$Q_i$  : dotation journalière en  $l/j/hab$  ;

$N_i$  : nombre de consommateurs ;

## II-3 Besoins en eau par catégorie :

### II-3-1 Besoins domestiques :

Dans une agglomération donnée, la consommation en eau dépend essentiellement de développement sanitaire et les habitudes de la population.

**Tableau N°II-2 : Besoins domestiques**

Centre d'agglomération	Horizon	Population	Dotation (l/j/hab.)	$Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)
<b>Chechar</b>	<b>2008</b>	11485	120	<b>1378,2</b>
	<b>Moyen terme (2020)</b>	14566	150	<b>2184,9</b>
	<b>Long terme (2040)</b>	<b>21644</b>	<b>180</b>	<b>3895,92</b>
<b>Babar</b>	<b>2008</b>	14710	120	<b>1765,2</b>
	<b>Moyen terme (2020)</b>	18656	150	<b>2798,4</b>
	<b>Long terme (2040)</b>	<b>27722</b>	<b>180</b>	<b>4989,96</b>
<b>Ain Djerboua</b>	<b>2008</b>	4535	120	<b>544,2</b>
	<b>Moyen terme (2020)</b>	5752	150	<b>862,8</b>
	<b>Long terme (2040)</b>	<b>8547</b>	<b>180</b>	<b>1538,46</b>
<b>Tamza</b>	<b>2008</b>	3223	120	<b>386,76</b>
	<b>Moyen terme (2020)</b>	4088	150	<b>613,2</b>
	<b>Long terme (2040)</b>	<b>6075</b>	<b>180</b>	<b>1093,5</b>
<b>Kheirane</b>	<b>2008</b>	4660	120	<b>559,2</b>
	<b>Moyen terme (2020)</b>	5910	150	<b>886,5</b>
	<b>Long terme (2040)</b>	<b>8781</b>	<b>180</b>	<b>1580,58</b>

Chapitre-II-

**II-3-2 Besoins scolaires :**

Le nombre des pôles, les unités et les dotations sont fournis par L'A.P.C de Chechar.

Le tableau suivant résume les résultats.

**Tableau N°II -3 : Evaluation des besoins scolaires**

Centre d'agglomération	Pole	Nombre	Unité	Dotation (l/j/unité)	Qmoy, j (m3/j)	total
<b>Chechar</b>	Ecole	6	200	15	18	<b>62,25</b>
	C.E.M	4	400	15	24	
	lycée	3	450	15	20,25	
<b>Babar</b>	Ecole	4	200	15	12	<b>37,5</b>
	C.E.M	3	300	15	13,5	
	lycée	2	400	15	12	
<b>Ain Djerboua</b>	Ecole	2	150	15	4,5	<b>7,5</b>
	C.E.M	1	200	15	3	
	lycée	/	/	/	/	
<b>Tamza</b>	Ecole	3	120	15	5,4	<b>10,5</b>
	C.E.M	2	170	15	5,1	
	lycée	/	/	/	/	
<b>Kheirane</b>	Ecole	2	100	15	3	<b>4,875</b>
	C.E.M	1	125	15	1,875	
	lycée	/	/	/	/	

(Source : A.P.C de Chechar)

II-3-3 Besoins socioculturels :

Tableau N°II-4 : évaluation des besoins socioculturels

Pole	Chechar	Babar	Ain Djerboua	Tamza	Kheirane	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moyj</sub> (m <sup>3</sup> /j) Chechar	Q <sub>moyj</sub> (m <sup>3</sup> /j) Babar	Q <sub>moyj</sub> (m <sup>3</sup> /j) Ain Djerboua	Q <sub>moyj</sub> (m <sup>3</sup> /j) Tamza	Q <sub>moyj</sub> (m <sup>3</sup> /j) Kheirane
Mosquée	7	8	2	2	2	2000	14	16	4	4	4
Garde communal	1	1	/	/	/	500	0,5	0,5	/	/	/
Centre sante	2	3	1	2	1	500	1	1,5	0,5	1	0,5
hôpital	3	2	/	/	/	3000	9	6	/	/	/
A.P.C	1	1	/	/	/	500	0,5	0,5	/	/	/
daïra	1	/	/	/	/	500	0,5	/	/	/	/
PTT	3	2	1	1	2	300	0,9	0,6	0,3	0,3	0,6
gendarmerie	1	1	/	1	/	500	0,5	0,5	/	0,5	/

Les besoins totaux en eaux des cinq centres au moyen et long termes sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau N°II- 5 : Récapitulation des débits ( $Q_{moy,j}$ ) en eaux au moyen et long terme**

Centre Terme	chechar	babar	Ain Djerboua	Tamza	Kheirane
<b>Moyen terme (2020) (m3/j)</b>	2276,05	2861,7	875,1	629,5	896,48
<b>Long terme (2040) (m3/j)</b>	3987,07	5053,26	1550,76	1109,8	1590,56

## II-4 Coefficient d'irrégularité :

### II-4-1 Coefficient d'irrégularité journalière maximale ( $K_{max,j}$ ) :

Du fait de l'existence d'une irrégularité de la consommation horaire au cours de la journée, on doit tenir compte de cette variation en déterminant le rapport :

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}} \dots\dots\dots (I.2)$$

Ce rapport exprime de combien le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier. La valeur de  $K_{max,j}$  varie entre 1,1 et 1,3. Pour notre cas on prend  $K_{max,j} = 1,3$   
Ce coefficient consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau.

### II-4-2 Coefficient d'irrégularité journalière minimale ( $K_{min,j}$ ) :

Il est défini comme étant le rapport de la consommation moyenne journalière, donné par la relation suivante :

$$K_{min,j} = \frac{Q_{min,j}}{Q_{moy,j}} \dots\dots\dots (I.3)$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier envisageant une sous consommation.  $K_{min,j}$  varie de 0,7 à 0,9. On prend  $K_{min,j} = 0.8$

Chapitre-II-

**II-4-3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire (Kmax, h) :**

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients :  $\alpha_{max}$  et  $\beta_{max}$  ; tel que :

$$K_{max,h} = \frac{Q_{max,h}}{Q_{moy,h}} = \alpha_{max} \beta_{max} \dots\dots\dots(I.4)$$

Avec :

$\alpha_{max}$ : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local.

Pour notre cas on prend :  $\alpha_{max} = 1,3$ .

$\beta_{max}$ : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Le tableau suivant donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau N°II -6 :  $\beta_{max}$  en fonction du nombre d'habitants**

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
<b>Bmax</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,15</b>

Pour notre cas on prend  $\beta_{max}$  pour les différentes zones comme il est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau N°II-7 : valeur de  $\beta_{max}$  des différents centres au moyen et long terme**

Centre Terme	chechar $\beta_{max}$	Babar $\beta_{max}$	Ain Djerboua $\beta_{max}$	Tamza $\beta_{max}$	Kheirane $\beta_{max}$
<b>Moyen terme (2020)</b>	1,24	1,25	1,45	1.48	1.39
<b>Long terme (2040)</b>	1,22	1,17	1,34	1.32	1.33

**Tableau N°II -8 : Valeur de Coefficient d'irrégularité maximale horaire (Kmax, h)**

D'après le tableau N°II-7 et on a la valeur de  $\alpha_{\max} = 1,3$ .

Centre Terme	Chechar (Kmax,h)	Babar (Kmax,h)	Ain Djerboua (Kmax,h)	Tamza (Kmax,h)	Kheirane (Kmax, h)
<b>Moyen terme (2020)</b>	1.612	1.625	1,885	1,924	1,807
<b>Long terme (2040)</b>	1,586	1,521	1,742	1,716	1,729

**II-4-4 Coefficient d'irrégularité minimale horaire (Kmin, j) :**

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$K_{\min.h} = \frac{Q_{\min.h}}{Q_{\text{moy.h}}} = \alpha_{\min} \beta_{\min} \dots\dots\dots(I.5)$$

- $\alpha_{\min}$  : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de 0,4 à 0,6. Pour notre cas on prend  $\alpha_{\min} = 0,5$ .
- $\beta_{\min}$  : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau II-10 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau N°II -9 :  $\beta_{\min}$  en fonction du nombre d'habitants**

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
$\beta_{\min}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6

Pour notre cas on prend  $\beta_{\min}$  pour les différentes zones comme il est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau N°II-10 : valeur de  $\beta_{\min}$  de différentes zones**

Centre Terme	chechar $\beta_{\min}$	Babar $\beta_{\min}$	Ain Djerboua $\beta_{\min}$	Tamza $\beta_{\min}$	Kheirane $\beta_{\min}$
<b>Moyen terme (2020)</b>	0,44	0,46	0,22	0,2	0,25
<b>Long terme (2040)</b>	0,52	0,54	0,32	0,25	0,36

**Tableau N°II-11: valeur de Coefficient d'irrégularité minimale horaire (Kmin, h)**

D'après le tableau N°II-10 et on a la valeur de  $\alpha_{\min} = 0.8$ .

Centre Terme	chechar (Kmin, h)	Babar (Kmin, h)	Ain Djeboua (Kmin, h)	Tamza (Kmin, h)	Kheirane (Kmin, h)
<b>Moyen terme (2020)</b>	0,352	0,368	0,176	0,16	0,2
<b>Long terme (2040)</b>	0,416	0,432	0,256	0,2	0,288

## II-5 Détermination des débits journaliers :

### II-5-1 Consommation minimale journalière (Q min, j) :

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année ;

$$\boxed{Q_{\min,j} = Q_{\text{moy},j} K_{\min,j}} \quad \dots\dots(I.6)$$

**Tableau N°II-12 : Calcul du débit minimal journalier**

ZONES	horizon	Qmoy.j(m3/j)	K min, j	Q min, j (m3/j)	Q min, j(m3/j) (total)
<b>Chechar</b>	<b>Moyen(2020)</b>	2276,05	0,8	1820,84	<b>5010,496</b>
	<b>Long(2040)</b>	3987,07	0,8	3189,656	
<b>Babar</b>	<b>Moyen(2020)</b>	2861,7	0,8	2289,36	<b>6331,968</b>
	<b>Long(2040)</b>	5053,26	0,8	4042,608	
<b>Ain Djeboua</b>	<b>Moyen(2020)</b>	875,1	0,8	700,08	<b>1940,688</b>
	<b>Long(2040)</b>	1550,76	0,8	1240,608	
<b>Tamza</b>	<b>Moyen(2020)</b>	629,5	0,8	503,6	<b>1391,44</b>
	<b>Long(2040)</b>	1109,8	0,8	887,84	
<b>Kheirane</b>	<b>Moyen(2020)</b>	896,48	0,8	717,184	<b>1989,632</b>
	<b>Long(2040)</b>	1590,56	0,8	1272,448	

Chapitre-II-

**II-5-2 Consommation maximale journalière (Q max, j) :**

Ce débit est calculé ainsi :

$$Q_{\max,j} = Q_{\text{moy},j} K_{\max,j} \dots\dots\dots(1.7)$$

Avec :  
 Q max, j : débit maximum journalier en m3/j ;  
 Q moy.j : débit moyen journalier en m3/j ;  
 K max, j : coefficient d'irrégularité maximale journalière,  
 Le calcul se fait dans le tableau N°II -13 :

**Tableau N°II -13 : Calcul de la consommation maximale journalière**

ZONES	horizon	Qmoyj, (m3/j)	K max, j	Q max, j(m3/j)	Q max, j (m3/j) (total)
<b>Chechar</b>	<b>Moyen(2020)</b>	2276,05	1,3	2958,87	<b>8142,056</b>
	<b>Long(2040)</b>	3987,07	1,3	5183,19	
<b>Babar</b>	<b>Moyen(2020)</b>	2861,7	1,3	3720,21	<b>10289,448</b>
	<b>Long(2040)</b>	5053,26	1,3	6569,24	
<b>Ain Djerboua</b>	<b>Moyen(2020)</b>	875,1	1,3	1137,63	<b>3153,618</b>
	<b>Long(2040)</b>	1550,76	1,3	2015,99	
<b>Tamza</b>	<b>Moyen(2020)</b>	629,5	1,3	818,35	<b>2261,09</b>
	<b>Long(2040)</b>	1109,8	1,3	1442,74	
<b>Kheirane</b>	<b>Moyen(2020)</b>	896,48	1,3	1165,42	<b>3233,152</b>
	<b>Long(2040)</b>	1590,56	1,3	2067,73	

## II-6 Détermination des débits horaires :

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

### II-6-1 Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{Q_{moy,h}} = Q_{Q_{max,j}}/24 \quad \dots\dots\dots(I.8)$$

Avec :

$Q_{moy, h}$  : débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h.

$Q_{max, j}$  : débit maximum journalier en m<sup>3</sup>/j

Tableau N°II -14 : Débit moyen horaire

ZONE	horizon	Q moyh (m <sup>3</sup> /h)	Q moyh (total)
chechar	Au moyen terme (2020)	94.84	260.97
	Au long terme (2040)	166.13	

### II-6-2 Détermination du débit maximum horaire :

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max, h} = K_{max,h} * Q_{moy,h} \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots\dots\dots(I.9)$$

Avec :

-  $Q_{moy, h}$  : débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h ;

-  $K_{max, h}$  : coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

On a donc :

Tableau N°II-15 : débit maximum horaire

<b>ZONE</b>	<b>horizon</b>	<b>Q moyh (m3/h)</b>	<b>kmaxh</b>	<b>Qmaxh (m3/h)</b>	<b>Q maxh (m3/h) (total)</b>
<b>chechar</b>	Au moyen terme	94.84	1.612	152.88	<b>416.36</b>
	<b>Au long terme</b>	<b>166.13</b>	<b>1,586</b>	<b>263.48</b>	

### II-7 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau suivant :

Tableau N°II-16 : répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	5.9	4.9	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

**Tableau N°II-17 : Débit maximum horaire à moyen terme(2020)**

Horaire	agglomération		Ordonnées de la courbe intégrale
	Q <sub>max, j</sub> = 2958,865m <sup>3</sup> /j		
h	%	(m3/h)	%
0-1	1.5	44,38	1.5
1-2	1.5	44,38	3
2-3	1.5	44,38	4.5
3-4	1.5	44,38	6
4-5	2.5	73,97	8.5
5-6	3.5	103,56	12
6-7	4.5	133,15	16.5
7-8	5.5	162,74	22
8-9	6.25	<b>184,93</b>	28.25
9-1	6.25	184,93	34.5
10-11	6.25	184,93	40.75
11-12	6.25	184,93	47
12-13	05	147,94	52
13-14	05	147,94	57
14-15	5.5	162,74	62.5
15-16	06	177,53	68.5
16-17	06	177,53	74.5
17-18	5.5	162,74	80
18-19	05	147,94	85
19-20	4.5	133,15	89.5
20-21	04	118,35	93.5
21-22	03	88,77	96.5
22-23	02	59,18	98.5
23-24	1.5	44,38	100
TOTAL	100	2958,87	

**Tableau N°II-18 : Débit maximum horaire à long terme (2040)**

Horaire	agglomération		Ordonnées de la courbe intégrale
	Q <sub>max, j</sub> = 5183,19m <sup>3</sup> /j		
h	%	(m <sup>3</sup> /h)	%
0-1	1.5	77,75	1.5
1-2	1.5	77,75	3
2-3	1.5	77,75	4.5
3-4	1.5	77,75	6
4-5	2.5	129,58	8.5
5-6	3.5	181,41	12
6-7	4.5	233,24	16.5
7-8	5.5	285,08	22
8-9	6.25	323,95	28.25
9-1	6.25	<b>323,95</b>	34.5
10-11	6.25	323,95	40.75
11-12	6.25	323,95	47
12-13	05	259,16	52
13-14	05	259,16	57
14-15	5.5	285,08	62.5
15-16	06	310,99	68.5
16-17	06	310,99	74.5
17-18	5.5	285,08	80
18-19	05	259,16	85
19-20	4.5	233,24	89.5
20-21	04	207,33	93.5
21-22	03	155,50	96.5
22-23	02	103,66	98.5
23-24	1.5	77,75	100
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>5183,19</b>	

A partir de ce tableau on trouve :

A moyen terme (2020):

$$Q_{\max, h} = 44.38\text{m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min, h} = 184.93\text{m}^3/\text{h}$$

A long terme(2040) :

$$Q_{\max, h} = 77.75\text{m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min, h} = 323.95 \text{ m}^3/\text{h}$$

### II-8 Comparaison entre les ressources et les besoins :

Dans le but de connaître si notre débit fourni par la station de traitement satisfait les besoins calculés ou non, il faut comparer entre les besoins et ce débit disponible, et voir est ce qu'il y a un excès ou un déficit de débit.

Comme nous avons déjà dit, la station de traitement donne un débit total de 200 l/s qui est équivalent à 17280 m<sup>3</sup>/j, on suppose comme hypothèse que le débit des ressources reste constant à l'horizon 2040.

Donc:

A moyen terme (2020)  $E = 17280 - 9800.48 = 7479.52 \text{ m}^3/\text{j}$ .

A long terme (2040)  $E = 17280 - 17278.89 = 1.11 \text{ m}^3/\text{j}$ .

#### Remarque:

D'après nos calculs, on a trouvé qu'il y a un excès de 7479.52 m<sup>3</sup>/j qui est égal à 86.57 l/s à moyen terme et un excès de 1.11 m<sup>3</sup>/j à long terme, soit 0.0128 l/s.

Tableau N° II-19: Les débits fournis par la station de traitement pour les différents centres

centre	Chechar	Babar	Ain Djerboua	Tamza	Kheirane	Total
Débit fourni par la ST (l/s)	60	76.04	23.33	16.70	23.93	200

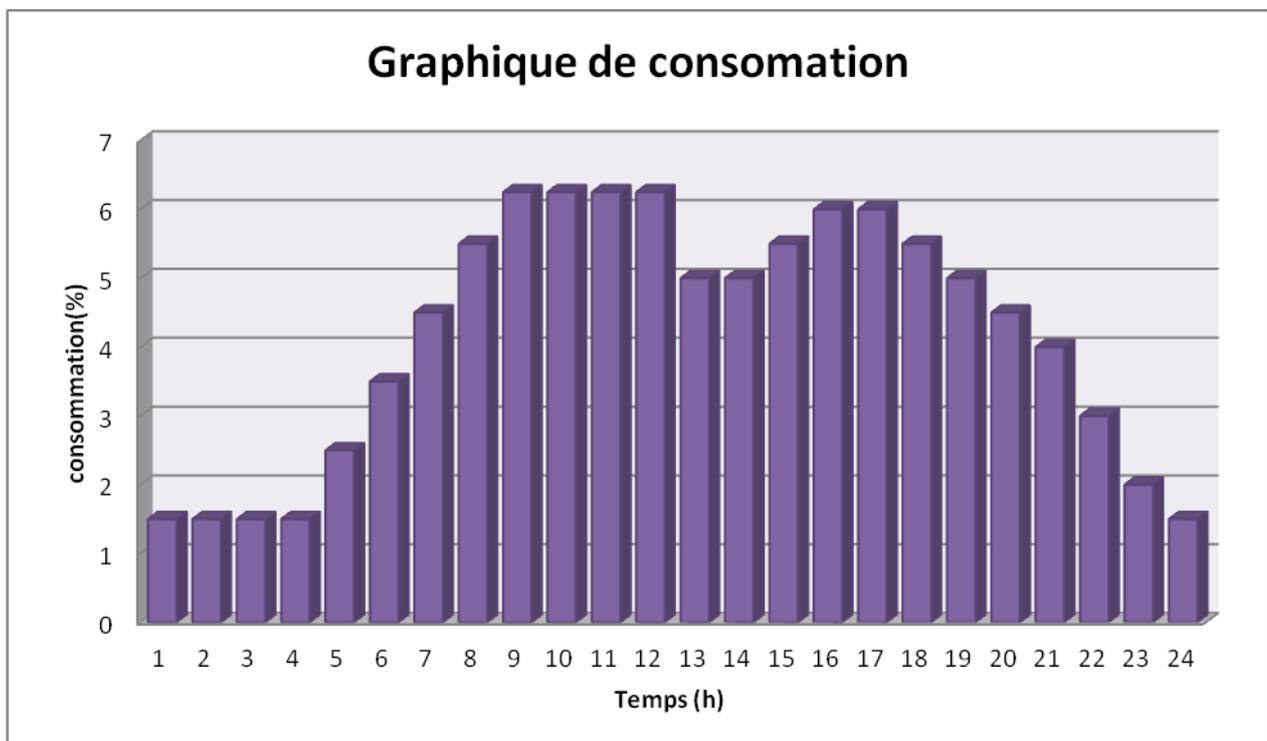


Figure N°II-1 : Graphique De Consommation.

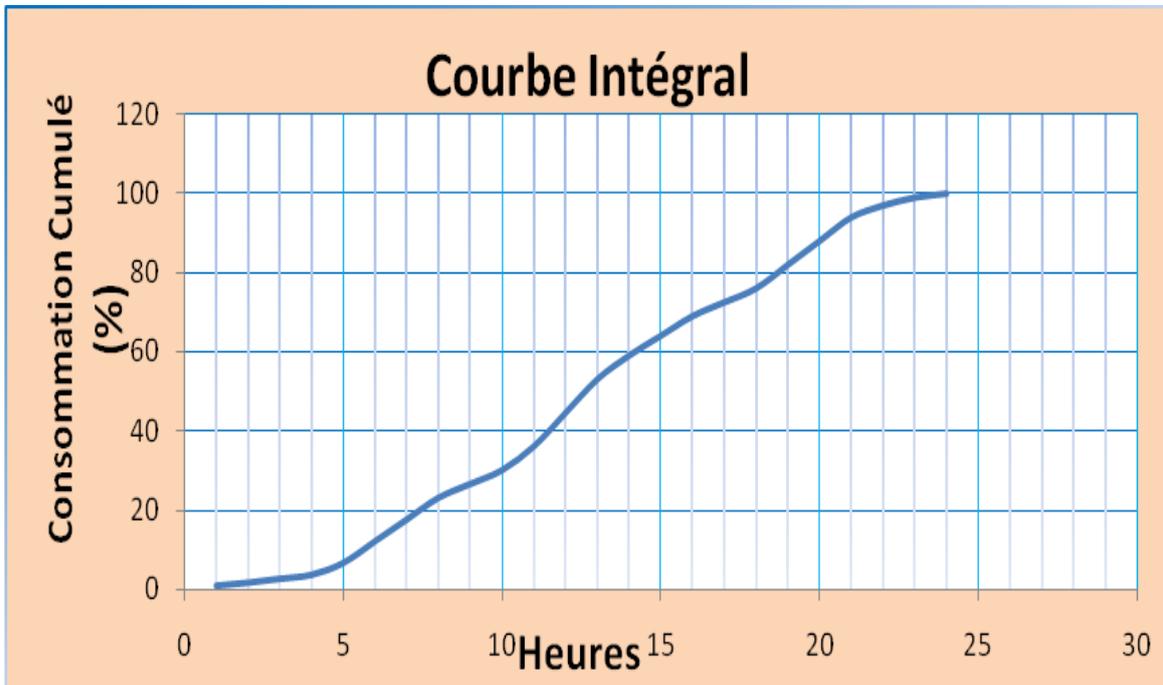


Figure N°II-2 : Courbe intégral.

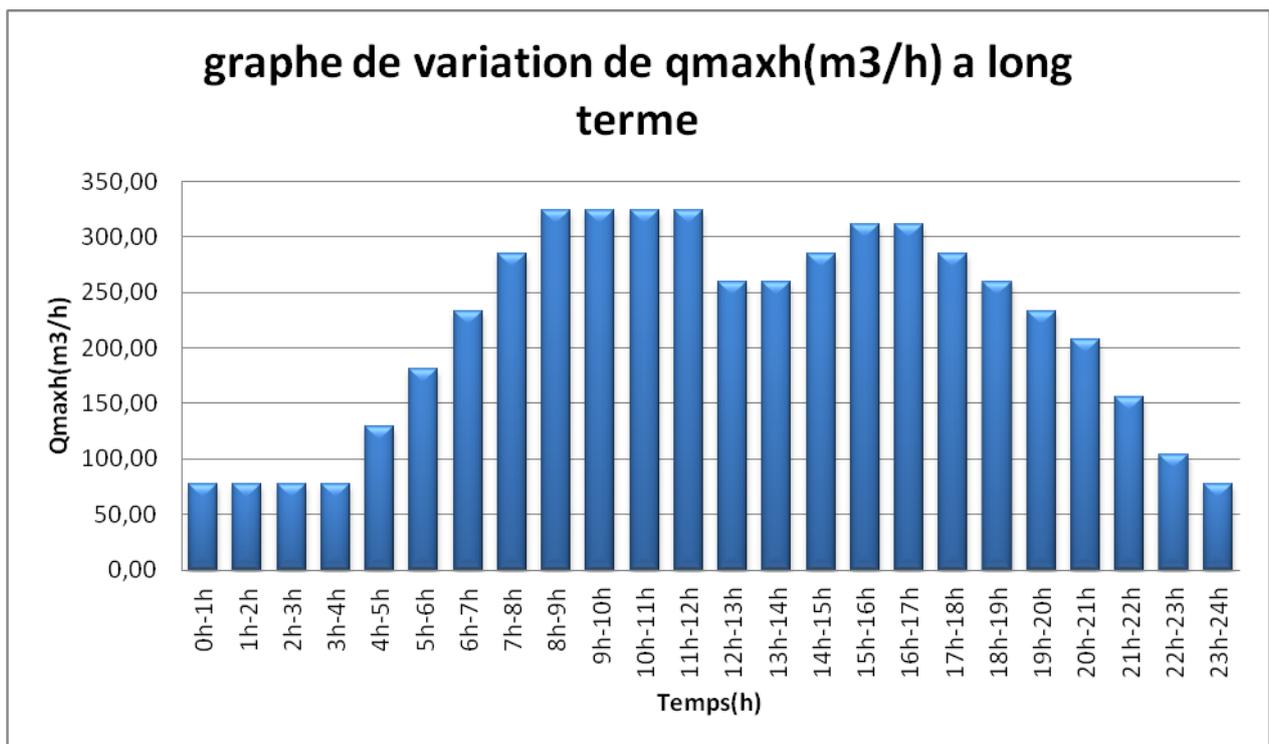


Figure N°II-3 : Graphique De variation de Qmax, h (m<sup>3</sup>/j) a long terme.

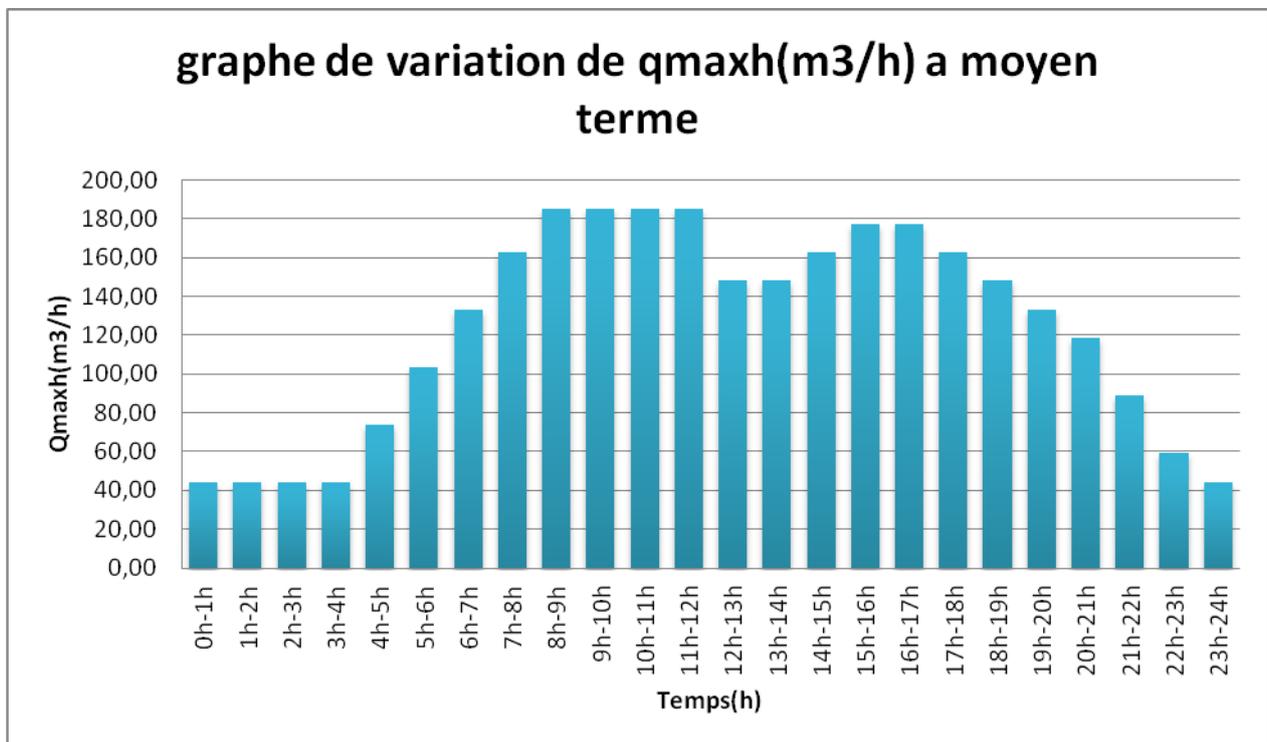


Figure N°II-4 : Graphique De variation de  $Q_{max,h}$  ( $m^3/j$ ) a moyen terme.

## Conclusion :

La mise en évidence des besoins en eau potable de chacune des communes de la zone d'étude et par conséquent le total des besoins en eau à l'horizon 2040, nous permettra d'évaluer les capacités optimales des réservoirs et des baches d'eau ainsi que de dimensionner l'adduction, tout cela afin de garantir le bon fonctionnement du système et d'assurer des quantités d'eau suffisantes.

## **Introduction :**

Les eaux qui généralement captées peu ou bien trop loin de l'agglomération, sont acheminées grâce à des conduites vers les lieux de distribution, ce qu'on appelle le lieu de stockage.

Dans notre projet, nous allons projeter un réservoir de stockage des eaux qui Vient de la station de pompage.

### **III -1 Rôles des Réservoirs :**

Le rôle du réservoir est :

- ◆ Emmagasinement d'eau pendant toute la durée de fonctionnement de la station de pompage
- ◆ Milieu où on peut traiter l'eau à l'aide de chlore
- ◆ Réducteur des dépenses d'énergie (stockage la nuit et distribution gravitaire pendant les heures de pointes)
- ◆ Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe
- ◆ Assure une réserve d'incendie
- ◆ Ils peuvent également jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée

### **III -2 Emplacement des réservoirs :**

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre, car l'on doit tenir compte des considérations suivantes :

- ▣ L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération ce qui est vérifié pour notre ville
- ▣ Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau ; soit à proximité de l'important centre de la consommation
- ▣ l'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire aux abonnés la pression suffisante.

### **III-3 Principe de fonctionnement :**

La régularisation des débits (demande et apport), est posée sur les points suivants :

- ✚ Les installations et accessoires d'adduction permettant d'amener l'eau avec une régularisation importante.
- ✚ Le réservoir permet de stocker pendant les heures de faible consommation les différences entre les débits lors des heures de consommation maximum (heure de pointe) le déficit transitera du réservoir vers la conduite de distribution.

### III-4 le type du réservoir :

- ❖ C'est un réservoir semis enterré
- ❖ Construit en béton armé
- ❖ Fonction stockage
- ❖ Forme cylindrique

Pour l'alimentation de notre réservoir, deux stations de pompage sont prévues. Ils refoulent directement vers le réservoir

Pour notre cas le réservoir sera de type réservoir semi enterré et qui présente les avantages suivants :

- Économie sur les frais de construction.
- Étude architecturale très simplifiée.
- Étanchéité plus facile à réaliser.
- Conservation de la température constante de l'eau ainsi emmagasinée.

### III-5-Réservoir tampon :

On installe le réservoir tampon ou réservoir intermédiaire généralement dans les adductions mixtes, dans le cas où la conduite de refoulement se transforme à une conduite gravitaire. Cet réservoir joue le rôle de mise en charge, qui sert à transiter le débit refoulé par les deux pompes du forages vers la conduite gravitaire jusqu'à château d'eau qui alimente la ville. Le réservoir a une importance considérable, il a pour rôle :

- Éviter les fortes dépressions quand la ligne piézométrique écrête la conduite ou quand les pompes s'arrêtent ce qu'il provoque aspiration des joints.
- Augmenter la pression dans le point de transformation (quand la conduite de refoulement devient à une conduite de refoulement).
- Supprimer le rassemblement d'air au point de transformation.
- dans le cas d'absence du réservoir tampon, il aura un décollement de l'enduit du ciment.

La capacité du réservoir peut être calculée d'après le temps de fermeture de la vanne située à l'extrémité aval de la conduite gravitaire. En vue de limiter les effets du coup de bélier de fermeture.

Le volume sera déterminé selon la formule suivante:

$$V_{\text{réservoir}} = \frac{Q_{tr} * t}{2} \text{ (Fermeture linéaire)}$$

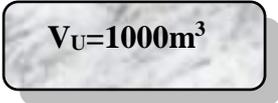
$Q_{tr}$  : Débit transit : est le débit entrant dans le réservoir tampon qui est

$$Q_{tr} = Q_{\text{maxj}} = 13768.42 \text{ m}^3/\text{j} = 573.68 \text{ m}^3/\text{h}$$

t : temps de fermeture de la vanne télécommandée située à l'extrémité aval de la conduite gravitaire (t=2.5 h), donc:

$$V_{RTBB} = \frac{Q_{tr} * t}{2} = \frac{573.68 \times 2,5}{2} = 717.11(m^3)$$

Par sécurité, la capacité de réservoir tampon sera 1000 m<sup>3</sup> pour tenir compte du temps qui s'écoulera nécessairement entre l'arrêt de groupes et le commencement de la fermeture de la


$$V_U=1000m^3$$

**NOTE :** pour notre zone d'étude il existe un réservoir semis enterré de 2000m<sup>3</sup>.

### **\*Capacité de la bache N°01 et 02:**

Nous avons admis une capacité pratique représentant 10% de la capacité du Réservoir 5000m<sup>3</sup> pour le long terme (l'année 2040)

La capacité sera de :

$$CB1=0.10 V_R =500 m^3 \text{ (station de pompage 01).}$$

$$CB2=0.10 V_R =500 m^3 \text{ (station de pompage 02).}$$

## **III-6 Equipement de réservoir :**

### **III-6-1 Conduite d'arrivée :**

L'arrivée dans le réservoir de la conduite de refoulement doit se faire par le bas et de côté opposé de la conduite de départ

Le réservoir est muni de robinet à flotteur qui sert à remplir le réservoir.

### **III-6-2 Conduite de distribution :**

Pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir, l'orifice de départ de la conduite de distribution devra être situé autant que possible à l'opposé de l'arrivée qui est vérifiée pour notre cas.

La conduite de distribution est munie à son origine d'une crépine constituée d'un corps cylindrique terminé par un collet, d'une bride de serrage et de ses boulons.

La crépine se place à 0.15m au dessus du fond du réservoir afin que les dépôts ne puissent pénétrer dans la conduite

### **III-6-3 Conduite de décharge ou de vidange :**

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas de radier, afin de pouvoir évacuer les dépôts. A cet effet, le radier est réglé en pente vers l'orifice de la conduite.

Pour permettre l'inspection et le nettoyage du réservoir, ainsi que d'éventuelles réparations, il est nécessaire de pouvoir le vidanger, au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein. Cette conduite peut utilement comporter un siphon servant de garde d'eau, pour éviter les émanations gazeuses désagréables en provenance de l'égout

Pour nos réservoirs ces conditions sont vérifiées

### **III-6-4 Conduite de trop-plein :**

La conduite de trop-plein a pour but d'assurer sans déversement du réservoir l'évacuation du débit d'adduction, pour le cas où la pompe d'alimentation ne se serait pas arrêtée. Il doit être dimensionné pour ce débit, et conduire l'eau à l'égout en tenant compte des pertes de charge et En limitant la vitesse dans la conduite de trop-plein à 3 ou 4m/s

### **III-6-5 By-pass :**

Lorsqu'on désire assurer la distribution pendant la vidange d'un réservoir non compartiment, il suffit de disposer d'un by-pass

En cas de sinistre, il suffit la vanne 2 tout en restant imprenable, la tranche d'eau consistant la réserve se trouve ainsi constamment renouvelée.

## **Conclusion :**

Le réservoir constitue un maillon important et faible en même temps dans les infrastructures d'alimentation en eau potable. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser afin qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable.

## Introduction :

L'ingénierie de l'homme et la difficulté de transporter de l'eau d'un niveau bas à un niveau haut l'ont incité à créer une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie hydraulique qui est la pompe. Or le transfert de volumes importants d'eau implique la réalisation de station de pompage qui abrite plus d'une pompe.

### V-1 Choix du type de pompe : [2]

Les critères de choix du type de pompe sont :

- ❖ Assurer le débit appelé  $Q_{app}$  et la hauteur HMT.
- ❖ Meilleur rendement.
- ❖ Vérifier la condition de non cavitation.
- ❖ Encombrement et poids les plus faibles.
- ❖ Vitesse de rotation la plus élevée.
- ❖ Puissance absorbée minimale.
- ❖ Etre fabriquée en série.

### V-2 Couplage des pompes :

On distingue deux types de couplage des pompes :

- ✚ Le couplage en série : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation de la hauteur d'élévation des pompes.
- ✚ Le couplage en parallèle : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation du débit refoulé par les pompes.

### V-3- Choix du nombre de pompes :

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes  $n$  minimal.
- Meilleur rendement.
- Charge nette d'aspiration requise ( $NPSH$ )<sub>r</sub> minimale.
- Nombre d'étage minimal.
- Puissance absorbée minimale.

#### V-3-1 Refoulement : ST – SP1

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau suivant :

Tableau N° V-1-: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.

n	Q appelé (m <sup>3</sup> /h)	HMT appelé (m)	Type de pompe	$\eta$ (%)	HMT (m)	Vitesse (tr/min)	N <sup>bre</sup> d'étage	P <sub>abs</sub> (Kw)	(NPSH) <sub>r</sub> (m)	Ø roue (mm)
1	573,73	141.03	-	-	-	-	-	-	-	-
2	286,87	141.03	PM-125	74.8	143	2950	2	159	9.87	337
3	191,24	141.03	PM-100	66.7	142	2950	5	115	9.03	293
4	143,43	141.03	PM-125	76.1	143	2950	6	77.9	2.02	337
5	114,75	141.03	PM-125	75.3	143	2950	8	62.5	1.66	337

A partir du tableau ., on déduit que la variante de deux (02) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

## Chapitre-V-

### Alors :

On opte pour un nombre de pompe de deux (02) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces trois (03) pompes sont identiques de type PM-125.

### V-3-2 Refoulement : SP1 – SP2

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau suivant :

**Tableau N° V-2-:** Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.

n	Q appelé (m <sup>3</sup> /h)	HMT appelé (m)	Type de pompe	η (%)	HMT (m)	Vitesse (tr/min)	N <sup>bre</sup> d'étage	P <sub>abs</sub> (Kw)	(NPSH) r (m)	Ø roue (mm)
1	573,73	135.37	-	-	-	-	-	-	-	-
2	286,87	135.37	PM-125	73.8	138	2950	2	163	9.64	337
3	191,24	135.37	PM-100	65.1	137	2950	5	137	9.56	293
4	143,43	135.37	PM-100	77.4	135	2950	6	67.9	4.41	293
5	114.75	135.37	PM-125	75.8	138	2950	8	64	1.71	337

A partir du tableau, on déduit que la variante de deux (02) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

### Alors :

On opte pour un nombre de pompe de deux (02) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces trois (03) pompes sont identiques de type PM-100.

### V-3-3 Refoulement : SP2 - RESERVOIR

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau suivant :

**Tableau N° V-3-:** Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.

n	Q appelé (m <sup>3</sup> /h)	HMT appelé (m)	Type de pompe	η (%)	HMT (m)	Vitesse (tr/min)	N <sup>bre</sup> d'étage	P <sub>abs</sub> (Kw)	(NPSH) r (m)	Ø roue (mm)
1	573,73	152.62	-	-	-	-	-	-	-	-
2	286,87	152.62	PM-150	78.9	154	1450	6	163	9.94	351
3	191,24	152.62	PM-125	74.7	157	2950	3	134	9.79	337
4	143,43	152.62	HV80	72.9	153	2950	6	81.6	6.81	522
5	114.75	152.62	PM-125	75.9	155	2950	8	73.4	1.76	337

A partir du tableau, on déduit que la variante de trois (03) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

### Alors :

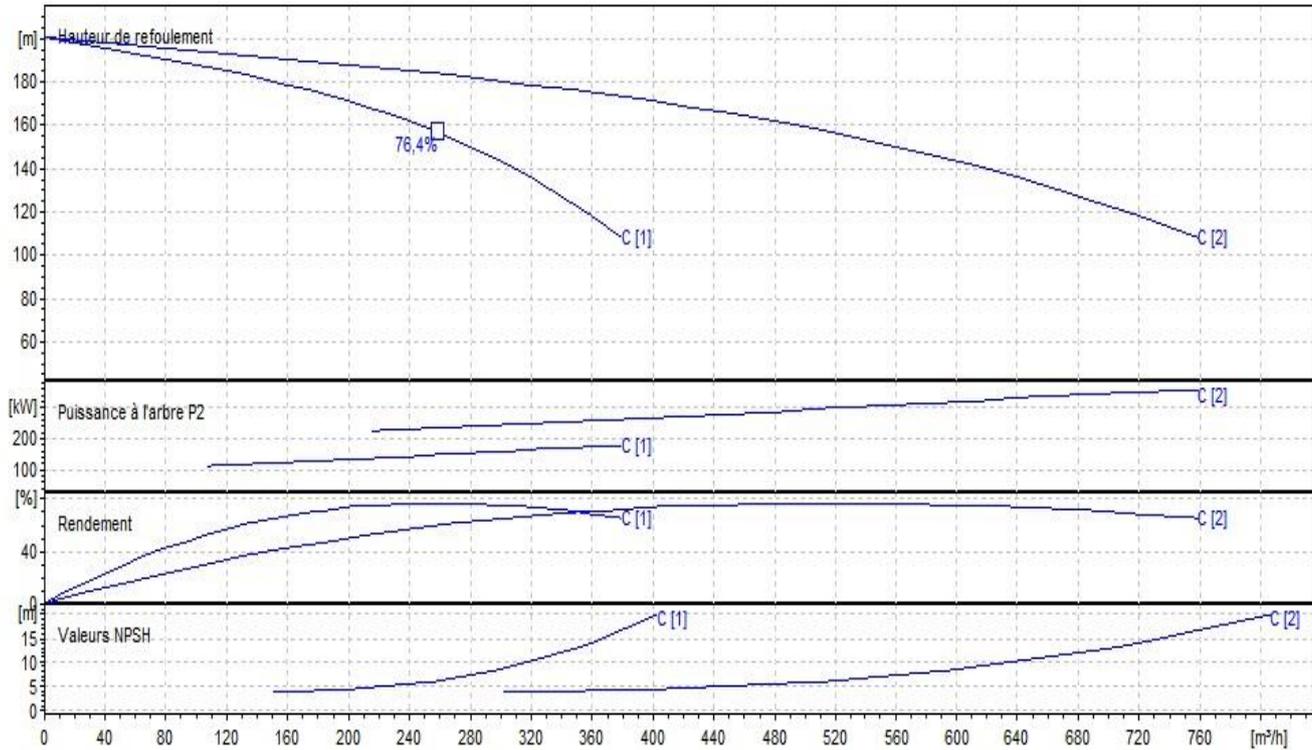
On opte pour un nombre de pompe de trois (03) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces quatre (04) pompes sont identiques de type PM-125.

Chapitre-V-

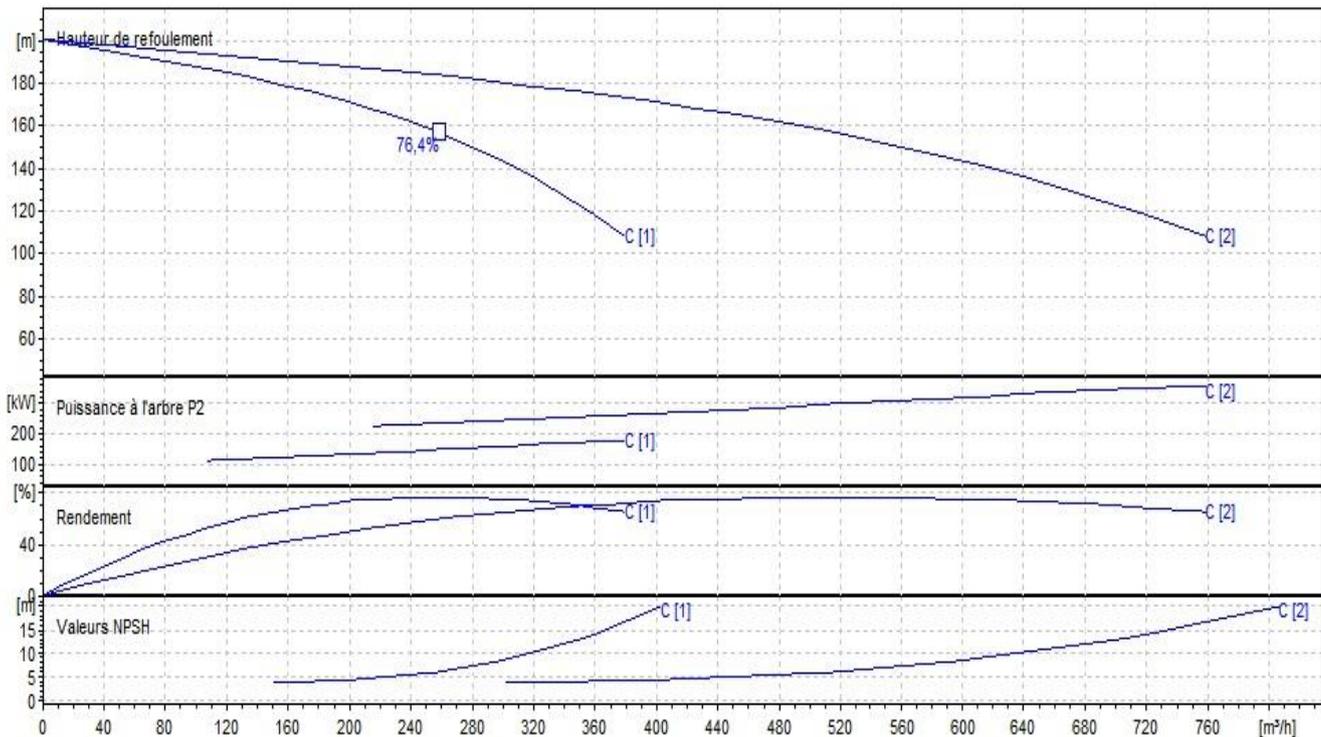
**V-4 Courbes caractéristiques des pompes : [6]**

Pour chaque pompe et pour une vitesse de rotation et un diamètre de la roue donnés, on distingue les courbes caractéristiques suivantes :

\* [H-Q] \* [P<sub>abs</sub> - Q] \* [ $\eta_p$  - Q] \* [(NPSH)<sub>r</sub> - Q]



**Figure N° V-1-:** Courbe caractéristique de la pompe de type PM-125



**Figure N° V-2-:** Courbe caractéristique de la pompe de type PM-125.

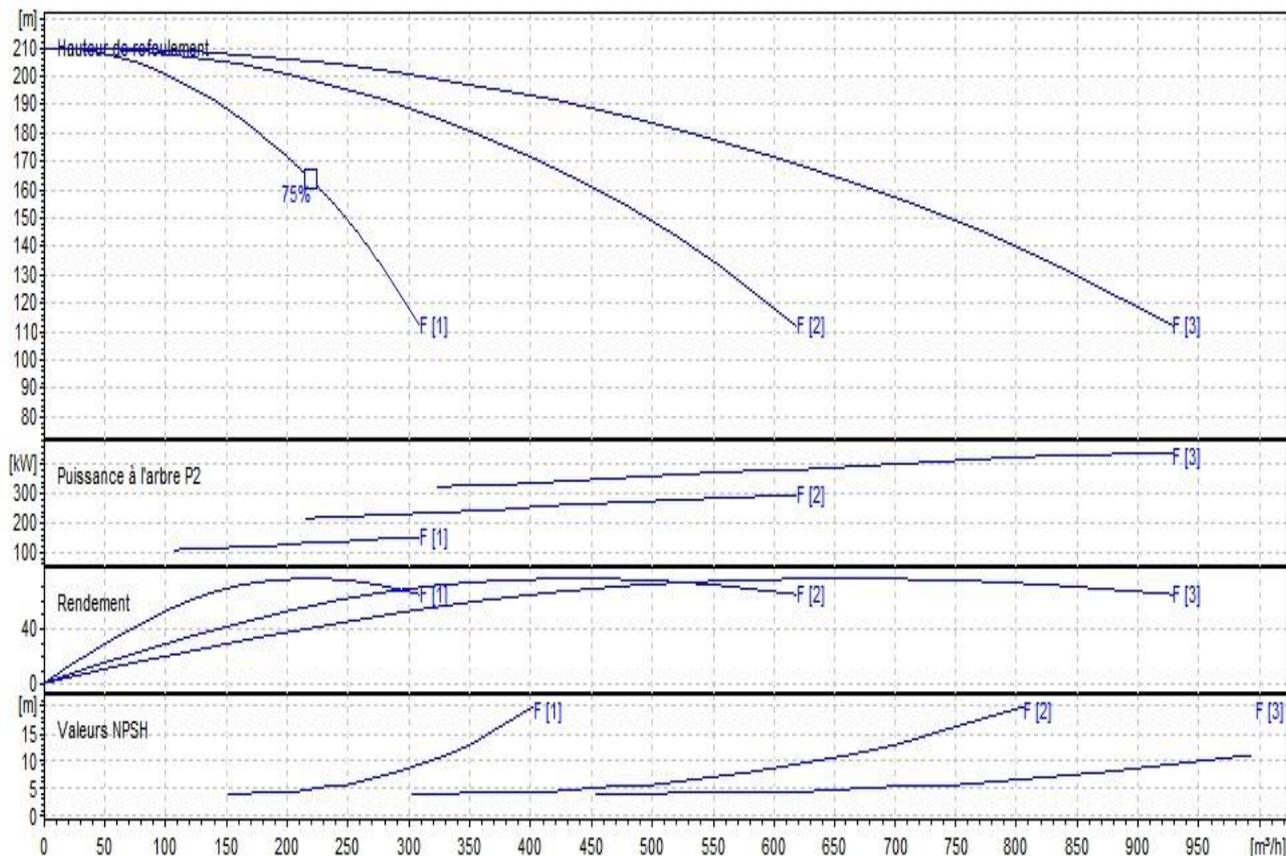


Figure N° V-3-: Courbe caractéristique de la pompe de type PM-125.

### V-5 Points de fonctionnement des pompes :

Le point de fonctionnement d'une pompe est l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe installée et en fonctionnement [H-Q] et la courbe caractéristique de la conduite refoulant un débit de la pompe en fonctionnement [H<sub>c</sub>-Q].

La courbe caractéristique de la pompe est donnée par le constructeur ou par les essais de pompage tandis que la courbe caractéristique de la conduite est déterminée par l'installateur de la pompe.

La pompe fonctionnera dans des bonnes conditions si le point de fonctionnement se trouve dans la zone non cavitationnelle et le débit lui correspondant dans la plage de bon fonctionnement pour un rendement optimal.

#### ✚ Courbe caractéristique de la conduite :

La courbe caractéristique de la conduite est une parabole dont l'équation est la suivante :

$$H_c = H_g + \Delta h_t \dots \dots \dots (V.1)$$

Avec :

H<sub>g</sub> : hauteur géométrique (m) ;

$\Delta h_t$  : Perte de charge totale occasionnée par la conduite (m) ;

$$\Delta h_t = 1,1 * \Delta h_p^{lin} \dots\dots\dots (V.2)$$

Avec :

$\Delta h_p^{lin}$  : Perte de charge linéaire (m) ;

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 * \lambda * L_{ref} * Q^2}{\pi^2 * g * D_{ec}^{5,3}} \dots\dots\dots (V.3)$$

$\lambda$  : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,  $\lambda = 0,013$  (voir chapitre IV) ;

$L_{ref}$  : longueur de la conduite de refoulement (m) ;

$Q$  : débit refoulé par la pompe (m<sup>3</sup>/s) ;

$D_{ec}$  : diamètre économique de la conduite de refoulement (m) ;

$g$  : accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).

**V-5-1 Refoulement : ST – SP1**

**Tableau N° V-4-** Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (ST-SP1)

N°	Q (m <sup>3</sup> /h)	2Q (m <sup>3</sup> /h)	H <sub>g</sub> (m)	L <sub>ref</sub> (m)	D <sub>ec</sub> (mm)	$\lambda$	$\Delta h_p^{lin}$ (m)	$\Delta h_t$ (m)	H <sub>c</sub> (m)
1	0	0	121	5302.8	400	0,013	0,00	0,00	121,00
2	40	80	121	5302.8	400	0,013	0,35	0,39	121,39
3	80	160	121	5302.8	400	0,013	1,42	1,56	122,56
4	120	240	121	5302.8	400	0,013	3,19	3,51	124,51
5	160	320	121	5302.8	400	0,013	5,67	6,24	127,24
6	200	400	121	5302.8	400	0,013	8,86	9,74	130,74
7	300	600	121	5302.8	400	0,013	19,93	21,92	142,92
8	400	800	121	5302.8	400	0,013	35,43	38,98	159,98
9	620	1240	121	5302.8	400	0,013	85,13	93,64	214,64

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement (A) de la pompe sont donnés sur la (Figure N° V-4).

Le débit et la hauteur manométrique totale au point de fonctionnement (A) sont :

$$\begin{cases} Q_A = 680m^3 / h \succ Q_{app} = 573.73m^3 / h \\ H_A = 150m \succ H_{app} = 141.03m \end{cases}$$

**Alors :**

Le débit et la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement étant respectivement supérieurs au débit et à la hauteur manométrique appelés, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement s'impose.

**V-5-2 Refoulement : SP1 – SP2**

**Tableau N° V-5-:** Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP1-SP2)

N°	Q (m <sup>3</sup> /h)	2Q (m <sup>3</sup> /h)	H <sub>g</sub> (m)	L <sub>ref</sub> (m)	D <sub>ec</sub> (mm)	λ	Δh <sub>p</sub> <sup>lin</sup> (m)	Δh <sub>t</sub> (m)	H <sub>c</sub> (m)
1	0	0	121	3804.3	400	0,013	0,00	0,00	121,00
2	40	80	121	3804.3	400	0,013	0,25	0,28	121,28
3	80	160	121	3804.3	400	0,013	1,02	1,12	122,12
4	120	240	121	3804.3	400	0,013	2,29	2,51	123,51
5	160	320	121	3804.3	400	0,013	4,06	4,47	125,47
6	200	400	121	3804.3	400	0,013	6,35	6,98	127,98
7	300	600	121	3804.3	400	0,013	14,28	15,71	136,71
8	400	800	121	3804.3	400	0,013	25,39	27,93	148,93
9	620	1240	121	3804.3	400	0,013	61,01	67,11	188,11

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement (B) de la pompe sont donnés sur la (Figure N°V-5).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (B) sont :

$$\begin{cases} Q_B = 720 \text{ m}^3 / \text{h} > Q_{app} = 573.73 \text{ m}^3 / \text{h} \\ H_B = 144 \text{ m} > H_{app} = 135.37 \text{ m} \end{cases}$$

**Alors :**

Le débit et la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement étant respectivement supérieurs au débit et à la hauteur manométrique appelés, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement s'impose.

**V-5-3 Refoulement : SP2- Réservoir**

**Tableau N° V-6-:** Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP2-Réservoir)

N°	Q (m <sup>3</sup> /h)	3Q (m <sup>3</sup> /h)	H <sub>g</sub> (m)	L <sub>ref</sub> (m)	D <sub>ec</sub> (mm)	λ	Δh <sub>p</sub> <sup>lin</sup> (m)	Δh <sub>t</sub> (m)	H <sub>c</sub> (m)
1	0	0	144	2282.9	400	0,013	0,00	0,00	144,00
2	40	120	144	2282.9	400	0,013	0,34	0,38	144,38
3	80	240	144	2282.9	400	0,013	1,37	1,51	145,51
4	120	360	144	2282.9	400	0,013	3,09	3,39	147,39
5	160	480	144	2282.9	400	0,013	5,49	6,03	150,03
6	200	600	144	2282.9	400	0,013	8,57	9,43	153,43
7	300	900	144	2282.9	400	0,013	19,29	21,22	165,22
8	400	1200	144	2282.9	400	0,013	34,29	37,72	181,72
9	590	1770	144	2282.9	400	0,013	74,60	82,06	226,06

## Chapitre-V-

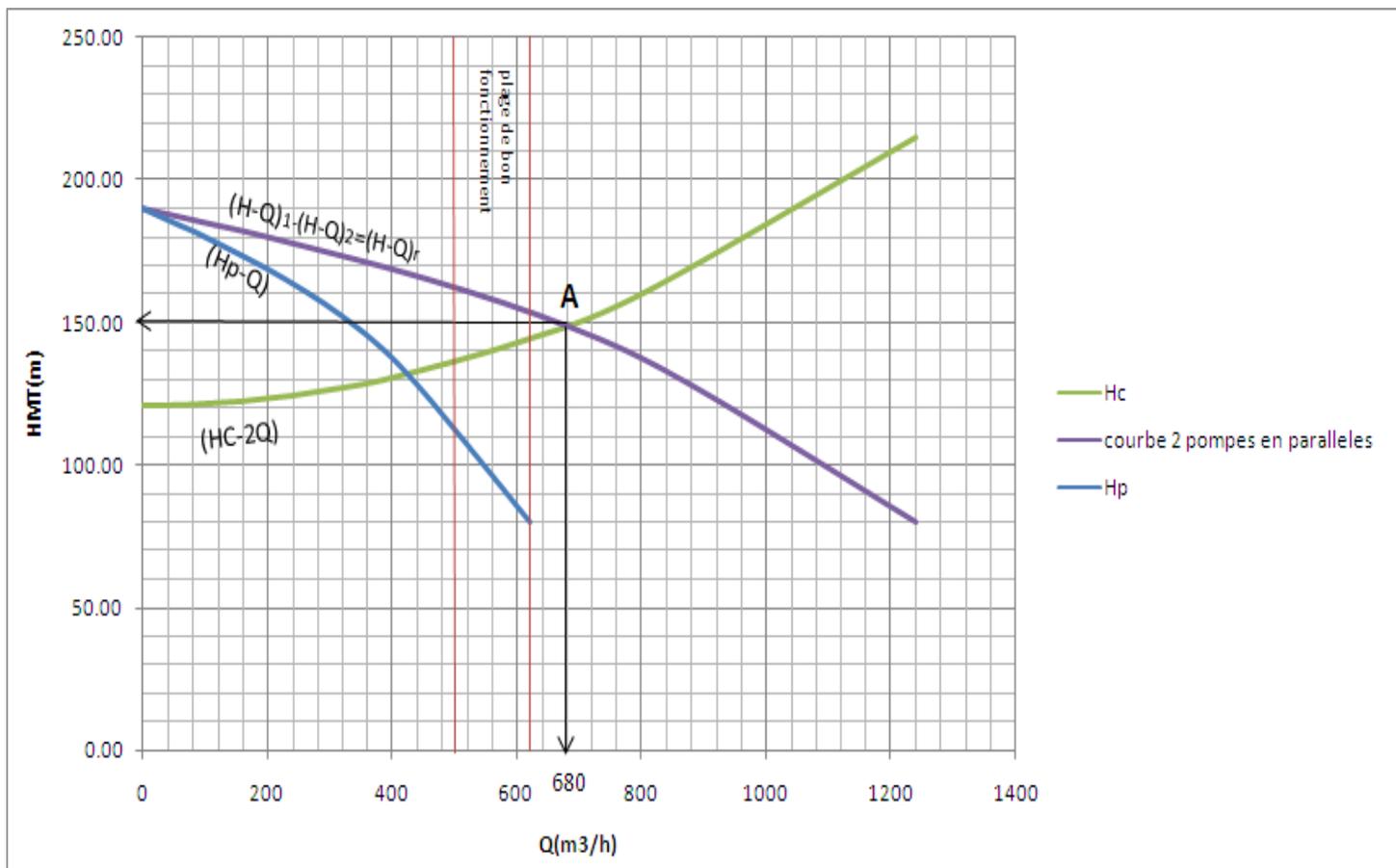
La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement (C) de la pompe sont donnés sur la (Figure N° V-6).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (C) sont :

$$\begin{cases} Q_c = 720 \text{ m}^3 / \text{h} > Q_{app} = 573.73 \text{ m}^3 / \text{h} \\ H_c = 160 \text{ m} > H_{app} = 152.62 \text{ m} \end{cases}$$

**Alors :**

Le débit et la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement étant respectivement supérieurs au débit et à la hauteur manométrique appelés, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement s'impose.



**Figure N° V-4:** Point de fonctionnement des pompes (ST-SP01)

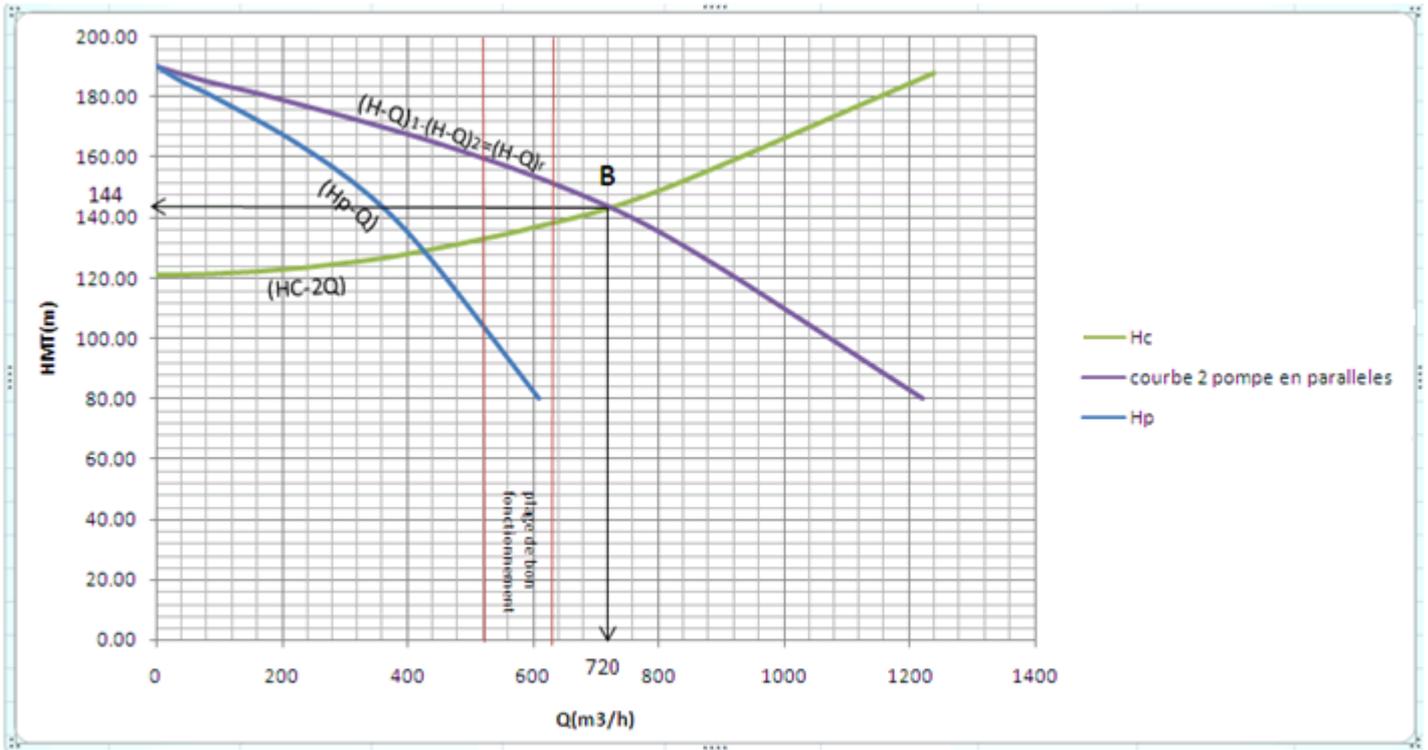


Figure N° V-5: Point de fonctionnement des pompes (SP01-SP02)

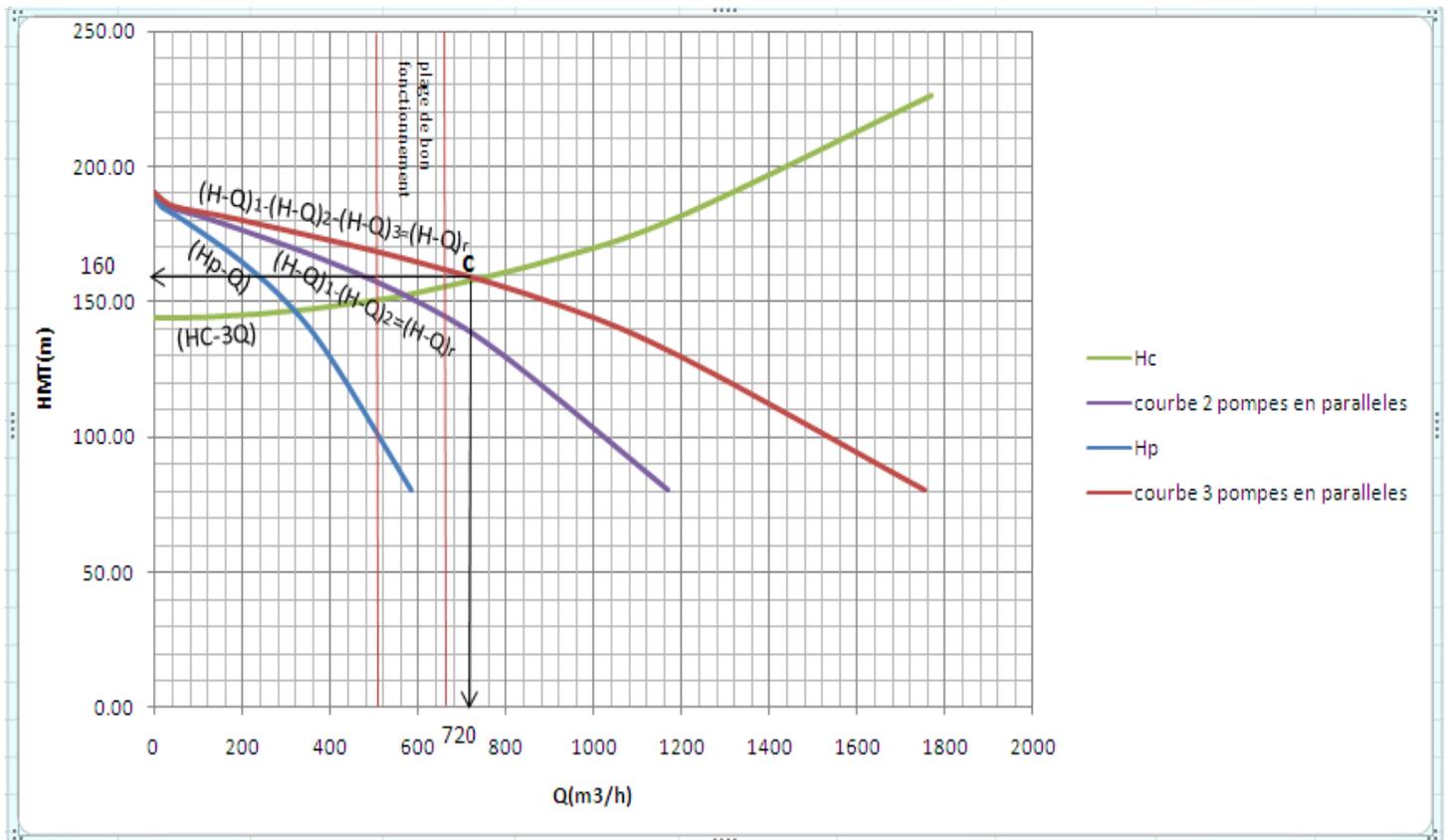


Figure N° V-6: Point de fonctionnement des pompes (SP01-Réservoir).

## V-6 Adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement données : [3]

Selon le débit demandé ou appelé, soit plus petit ou plus grand que celui qui est disponible, on distingue les modes de réglage suivants :

### A- Débit disponible > Débit appelé

Si le débit pompé est supérieur à la demande on corrige cet excès par un des modes de réglage suivants :

❖ **Réglage qualitatif** : c'est la réduction de la vitesse de rotation de la pompe si elle est variable c'est à dire qu'on a un moteur à vitesse variable.

❖ **Réglage quantitatif** : appelé aussi vannage, c'est la fermeture partielle du robinet vanne de refoulement.

Le rendement de l'installation après vannage est tel que :

$$\eta_{inst_{ap,van}} = \eta_{inst_{av,van}} * \frac{H_{app}}{H_{app} + h_v} \dots\dots (V.4)$$

$\eta_{inst_{ap,van}}$  : Rendement de l'installation après le vannage (%).

$\eta_{inst_{av,van}}$  : Rendement de l'installation avant le vannage (%).

$H_{app}$  : hauteur manométrique appelée (m) ;

$h_v$  : différence entre la hauteur  $H'_c$  et la hauteur appelée

$$h_v = H'_c - H_{app} \dots\dots (V.5)$$

$H'_c$  : hauteur correspondant à la projection du débit appelé sur la courbe caractéristique de la pompe (H-Q)<sub>R</sub> (m).

❖ **Rognage** : C'est la diminution du diamètre extérieur de la roue de la pompe de telle façon à refouler le débit appelé.

On utilisant les lois de similitude, on obtient l'équation de la droite de rognage :

$$H = \frac{H_{app}}{Q_{app}} * Q \dots\dots\dots (V.6)$$

$Q_{app}$  : débit demandé ou débit appelé ;

$H_{app}$  : hauteur manométrique totale appelé (m).

Après le rognage, le diamètre extérieur de la roue répond à l'équation suivante :

$$d = \phi * \sqrt{\frac{Q_{app}}{Q_{pf}}} \dots\dots\dots (V.7)$$

$Q_{pf}$  : débit correspondant au point de fonctionnement de la pompe ;

$\phi$  : diamètre extérieur de la roue avant le rognage;

$d$  : diamètre extérieur de la roue après le rognage (mm).

### ❖ Rendement de rognage

$$R = (1-m)*100 \dots\dots\dots (V.8)$$

R : rendement de rognage (%) ;

m : coefficient de rognage ;

$$m = \sqrt{\frac{Q_{app}}{Q_{pf}}} \dots \dots \dots (V.9)$$

**Remarque :** Si le rendement de rognage est **inférieur à 15%** alors le rognage est efficace.

❖ **Augmentation des pertes de charge dans les conduites de refoulement :** en augmentant les singularités (des diffuseurs ou bien des rétrécissements brusques, les coudes..).

❖ **Diminution de temps de pompage :** dans le cas où le pompage s'effectuerait dans un réservoir.

Le nouveau temps de fonctionnement de la station est :

$$t' = \frac{Q_{app}}{Q_{pf}} * t \dots \dots \dots (V.10)$$

t : temps prévu de fonctionnement de la station de pompage par jour (h).

t' : nouveau temps de fonctionnement de la station de pompage par jour (h).

Q<sub>pf</sub> : débit correspondant au point de fonctionnement de la pompe (m<sup>3</sup>/h).

❖ **Changement du type de la pompe :** si cela est possible.

### B- Débit disponible < Débit appelé :

Dans ce cas la, il faut faire un réglage soit :

- **Qualitatif :** augmentation de la vitesse de rotation de la pompe.
- **Changement de type de pompe :**

Remarque :

On étudie les différents modes de réglage possibles pour opter au mode occasionnant la chute de rendement la plus faible et la puissance absorbée la plus faible.

Dans notre cas, les modes de réglage à étudier sont le vannage, la diminution du temps de pompage et le rognage si le nombre de cellules est inférieur à cinq.

### V-6-1 Refoulement : ST - SP1

#### a) Vannage :

- H<sub>c</sub>' = 158 m
- h<sub>v</sub> = 158 - 141.03 ⇒ h<sub>v</sub> = 16.97 m.
- $\eta_{inst_{av,van}} = 74.8\%$
- $\eta_{inst_{ap,van}} = 74.8 * \frac{141.03}{141.03 + 16.97} \Rightarrow \eta_{inst_{ap,van}} = 66.77 \%$
- Moyennant la formule IV.10 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée,

sachant que :  $Q = \frac{Q_{app}}{n}$  avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{573.73}{2} \Rightarrow Q = 286.87 m^3 / h. \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 286.87 * 158}{0,6677 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 184.98 \text{ Kw.}$$

**b) Diminution du temps de pompage :**

- Le nouveau temps de pompage sera :  $t' = \frac{573.73}{680} * 18 \Rightarrow t' = 15h 11min 21sec$
- Le rendement correspondant au débit  $Q_A = 680m^3/h$  est : **71.4 %**  
Moyennant la formule III.11 (Chapitre III), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant que :  $Q = \frac{Q_A}{n}$  avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{680}{2} \Rightarrow Q = 340m^3/h. \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 340 * 150}{0,714 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{194.64 Kw}$$

**c) Rognage :**

- L'équation de la droite de rognage est telle que :  $H = \frac{141.03}{573.73} * Q \Rightarrow H = 0,246 * Q$
- Le diamètre de la roue après le rognage, sera :  $d = 337 * \sqrt{\frac{573.73}{680}} \Rightarrow d = \mathbf{309.55 mm.}$
- Le coefficient de rognage est :  $m = \sqrt{\frac{1099,22}{1220,35}} \Rightarrow m = 0,92.$
- Le rendement de rognage est :  $R = (1 - 0,92) * 100 \Rightarrow R\% = \mathbf{8\% < 15\%}$   
 $\Rightarrow$  Le rognage est une solution efficace
- Le rendement après rognage est : **72.7 %** (figure V.5.a) :
- La puissance absorbée :  $P_{abs} = \frac{9,81 * 340 * 141.03}{0,727 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{179.73 Kw.}$

**Alors :**

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

**V-6-2- Refoulement : SP - SP 2**

**a) Vannage :**

- $H_c = 158$  m (figure V.4.b).
- $h_v = 158 - 135.37 \Rightarrow h_v = 22.63$  m.
- $\eta_{inst_{av,van}} = 73.8\%$  (tableau V.1.b).
- $\eta_{inst_{ap,van}} = 73.8 * \frac{135.37}{135.37 + 22.63} \Rightarrow \eta_{inst_{ap,van}} = \mathbf{63.23\%}$
- Moyennant la formule III.11 (Chapitre III), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant que :  $Q = \frac{Q_{app}}{n}$  avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{573.73}{2} \Rightarrow Q = 286.87m^3/h \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 286.87 * 158}{0,6323 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{195.34 Kw.}$$

**b) Diminution du temps de pompage :**

- Le nouveau temps de pompage sera :  $t' = \frac{573.73}{720} * 18 \Rightarrow t' = 14h \ 21min$
- Le rendement correspondant au débit  $Q_B = 720 \text{ m}^3/h$  est : **70.8 %** (figure V.5.a) ;  
Moyennant la formule III.11 (Chapitre III), on détermine la nouvelle puissance absorbée,

sachant que :  $Q = \frac{Q_B}{n}$  avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{720}{2} \Rightarrow Q = 360 \text{ m}^3/h \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 360 * 144}{0,708 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{199.53 \text{ Kw.}}$$

**c) Rognage :**

- L'équation de la droite de rognage est telle que :  $H = \frac{135.37}{573.73} * Q \Rightarrow H = 0,236 * Q$
- Le diamètre de la roue après le rognage, sera :  $d = 337 * \sqrt{\frac{573.73}{720}} \Rightarrow d = \mathbf{300.82 \text{ mm.}}$
- Le coefficient de rognage est :  $m = \sqrt{\frac{573.73}{720}} \Rightarrow m = 0,89.$
- Le rendement de rognage est :  $R = (1 - 0,89) * 100 \Rightarrow R\% = \mathbf{11\% < 15\%}.$   
 $\Rightarrow$  Le rognage est une solution efficace
- Le rendement après rognage est : **72,9 %** (figure V.5.a).
- La puissance absorbée :  $P_{abs} = \frac{9,81 * 286.87 * 135.37}{0,729 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{145.16 \text{ Kw.}}$

**Alors :**

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

**V-6-3- Refoulement : SP2- Réservoir**

**a) Vannage :**

- $H_c' = 167 \text{ m}$  (Voir figure V.4.c).
- $h_v = 167 - 152.62 \Rightarrow h_v = 14.38 \text{ m.}$
- $\eta_{inst_{av,van}} = 74.7\%$  (Voir tableau V.1.c)
- $\eta_{inst_{ap,van}} = 74.7 * \frac{152.62}{152.62 + 14.38} \Rightarrow \eta_{inst_{ap,van}} = \mathbf{68.27 \%}$
- Moyennant la formule III.11 (Chapitre III), on détermine la nouvelle puissance absorbée,

sachant que :  $Q = \frac{Q_{app}}{n}$  avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{573.73}{3} \Rightarrow Q = 191.24 \text{ m}^3 / \text{h} \quad \text{Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 191.24 * 167}{0,6827 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{127.48 \text{ Kw.}}$$

**b) Diminution du temps de pompage :**

- Le nouveau temps de pompage sera :  $t' = \frac{573.73}{720} * 18 \Rightarrow t' = \mathbf{14 \text{ h } 21 \text{ min}}$

- Le rendement correspondant au débit  $Q_C = 720 \text{ m}^3/\text{h}$  est : **71.5 %**

Moyennant la formule III.11 (Chapitre III), on détermine la nouvelle puissance absorbée,

sachant que :  $Q = \frac{Q_C}{n}$  avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{720}{3} \Rightarrow Q = 240 \text{ m}^3 / \text{h} \quad , \text{ ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 240 * 160}{0,715 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{146,35 \text{ Kw.}}$$

**c) Rognage :**

- L'équation de la droite de rognage est telle que :  $H = \frac{152.62}{573.73} * Q \Rightarrow H = 0,266 * Q$

- Le diamètre de la roue après le rognage, sera :  $d = 337 * \sqrt{\frac{573.73}{720}} \Rightarrow \mathbf{d = 300.82 \text{ mm.}}$

- Le coefficient de rognage est :  $m = \sqrt{\frac{573.73}{720}} \Rightarrow m = 0,89.$

- Le rendement de rognage est :  $R = (1 - 0,89) * 100 \Rightarrow \mathbf{R\% = 11\% < 15\%}$   
 $\Rightarrow$  Le rognage est une solution efficace.

- Le rendement après rognage est : **73.2 %** (figure V.5.b) :

- La puissance absorbée :  $P_{abs} = \frac{9,81 * 191.24 * 152.62}{0,732 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{107.19 \text{ KW.}}$

**Alors :**

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

Chapitre-V-

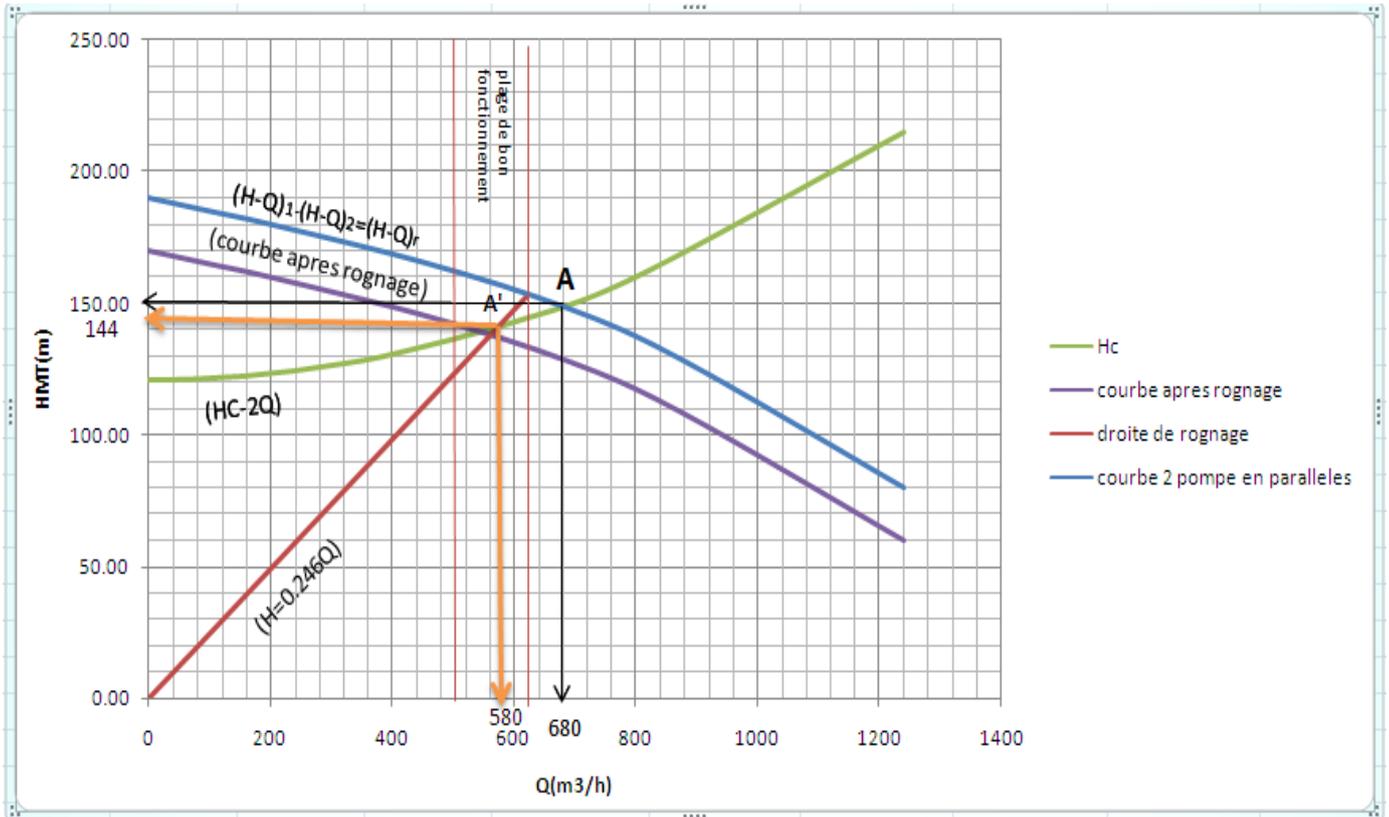


Figure N° V-7: Mode de réglage de la (ST-SP01)

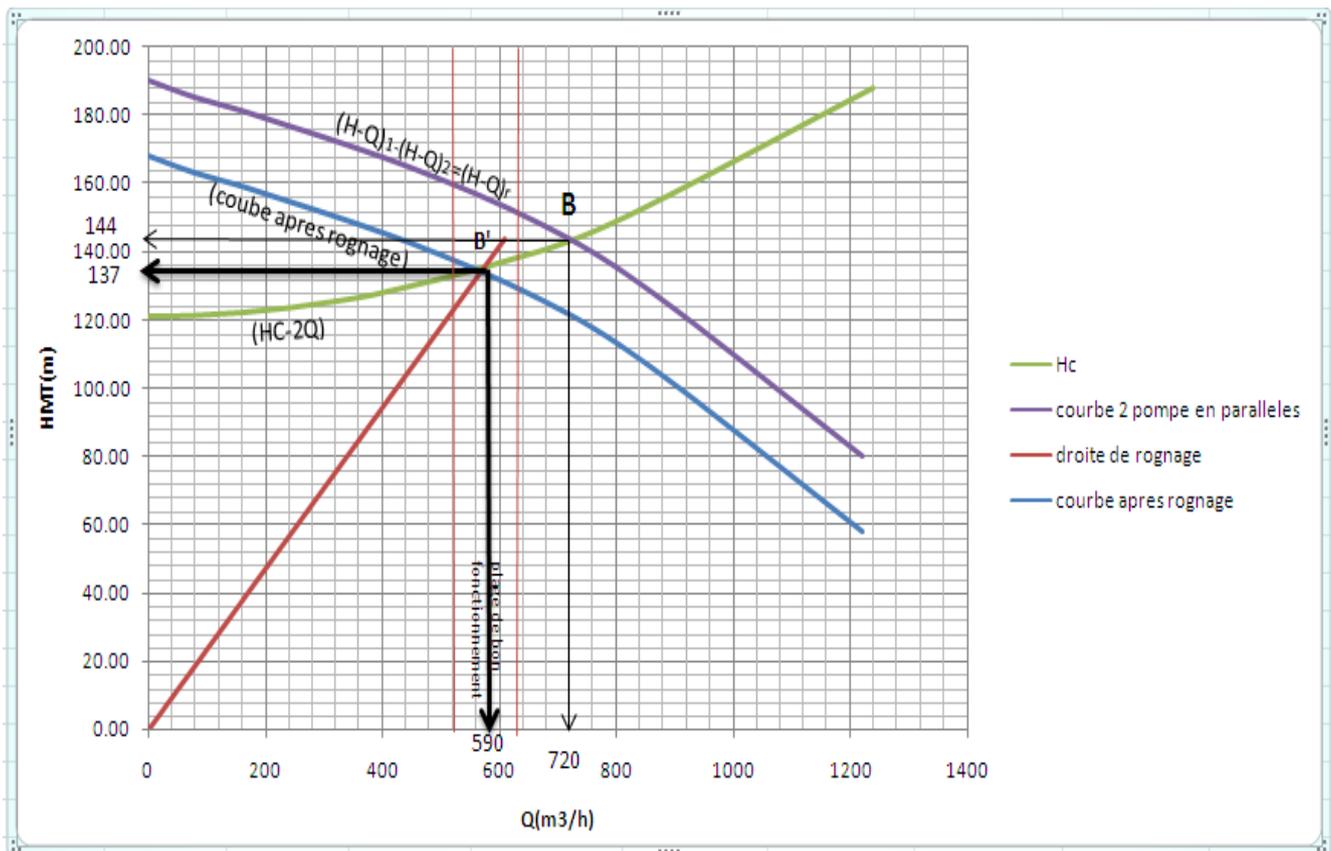


Figure N° V-8: Mode de réglage de la (SP01-SP02)

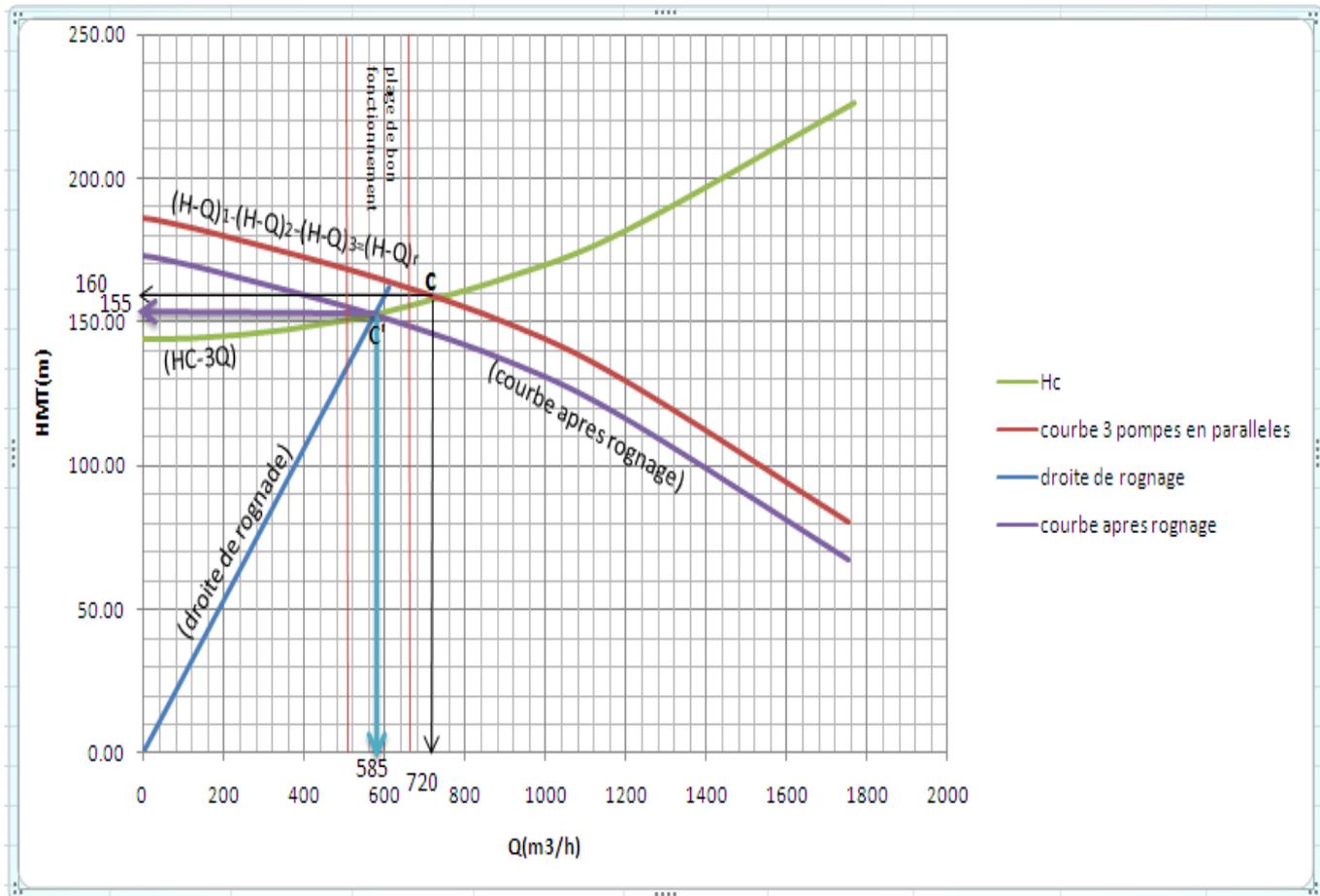


Figure N° V-9: Mode de réglage de la (SP02-Réservoir)

### V-7 Etude de la cavitation : [3]

La cavitation est la perturbation du courant liquide juste à l'entrée de la pompe en fonctionnement, cela se produit lorsqu'à une température constante, la pression absolue est inférieure ou égale à la tension de vapeur d'eau.

Afin d'éviter le phénomène de cavitation, la condition suivante doit être vérifiée :

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d$$

$(NPSH)_r$  : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur ;

$(NPSH)_d$  : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + r \dots \dots \dots (V.11)$$

r : marge de sécurité,  $r = (0,3 - 0,5) \text{ m}$ .

On prend :  $r = 0,5 \text{ m}$ .

Pour une pompe donnée fonctionnant à une vitesse déterminée, il existe une hauteur limite d'aspiration en deçà de laquelle il convient toujours de se tenir.

Dans notre cas, on a à faire des installations en charge au niveau de chaque station de pompage, alors la hauteur d'aspiration admissible est régie par la relation suivante :

$$h_{asp}^{adm} = (NPSH)_r + r - P_{at} + T_v + \frac{V_a^2}{2 * g} + \Delta h_{asp} \dots \dots \dots (V.12)$$

$V_a$  : vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration (m/s) ;

$P_{at}$  : pression atmosphérique (m.c.e) ;

$$P_{at} = 10,33 \dots \dots \dots (V.13)$$

Avec :  $H$  : altitude de la station.

$T_v$  : tension de vapeur d'eau (m.c.e) ;

**Tableau N° V-7** : Variation de la tension de vapeur d'eau en fonction de la température

T° (°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
T <sub>v</sub> (m.c.e)	0,09	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	4,82	10,33

La tension de vapeur d'eau sera choisie pour une température de 20°C

$\Delta h_{asp}$  : Perte de charge totale du coté aspiration.

$$\Delta h_{asp} = (1,10 - 1,15) * \Delta h_{asp}^{lin} \dots \dots \dots (V.14)$$

$\Delta h_{asp}^{lin}$  : Perte de charge linéaire à l'aspiration (m), elle sera estimée.

Donc :

La longueur d'aspiration  $L_{aps} = 5$  m

En pose : la perte de charge linière =4m dans un 1Km donc :

$D_a$  : diamètre de la conduite d'aspiration,

$$D_a = (1,2 - 1,5) * DN1 \dots \dots \dots (V.15)$$

Avec : DN1 : diamètre de la tubulure d'aspiration (mm).

**✚ Calage de la pompe :**

Le calage de la pompe est de déterminer la côte exacte de l'axe de la pompe par rapport à niveau du plan d'eau d'aspiration pour qu'elle fonctionne sans le moindre risque de cavitation.

Pour les installations en charge :  $\nabla_{axe} = \nabla_{min} - h_{asp}^{adm} + r \dots \dots \dots (V.16)$

$\nabla_{axe}$  : Niveau de l'axe de la pompe (mNGA) ;

$\nabla_{min}$  : Niveau minimal du plan d'eau d'aspiration (mNGA).

$r$  : marge de sécurité,  $r = (0,1 - 0,3)$  m.

**V-7-1 Refoulement : ST- SP1**

- La charge nette d'aspiration requise :  $(NPSH)_r = 9.87$  m
- La pression atmosphérique :  $P_{at} = 10,33$  m.c.e
- La tension de vapeur d'eau à une température  $T^\circ = 20$  °C :  $T_v = 0,24$  mce
- Le diamètre de la conduite d'aspiration :  $D_a = 1,25 * DN1$

DN1 = 150 mm

Donc :  $D_a = 1,25 * 150 \Rightarrow D_a = 188mm$

- La vitesse d'aspiration :  $V_a = \frac{4 * 79.69 * 10^{-3}}{3,14 * 0,188^2} \Rightarrow V_a = 2,87m/s$
- La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :  
$$\Delta h_p^{lin} = \frac{4 * 5}{1000} \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,02m$$
- La perte de charge totale à l'aspiration :  $\Delta h_{asp} = 1,1 * 0,02 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,022m$
- La hauteur d'aspiration admissible :  
$$h_{asp}^{adm} = 9,87 + 0,5 - 10,33 + 0,24 + \frac{2,87^2}{2 * 9,81} + 0,022 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 0,72 m$$
- La côte de l'axe de la pompe :  $\nabla_{axe} = 911.5 - 0,72 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 911.08m$

### V-7-2 Refoulement : SP1 – SP2

- La charge nette d'aspiration requise :  $(NPSH)_r = 9,64 m$
- La pression atmosphérique :  $P_{at} = 10,33 m.c.e$
- La tension de vapeur d'eau à une température  $T^\circ=20^\circ C$  :  $T_v = 0,24 m.c.e$
- Le diamètre de la conduite d'aspiration :  $D_a = 1,25 * DN1$

DN1 = 150 mm

Donc :  $D_a = 1,25 * 150 \Rightarrow D_a = 188mm$

- La vitesse d'aspiration :  $V_a = \frac{4 * 79.69 * 10^{-3}}{3,14 * 0,188^2} \Rightarrow V_a = 2,87m/s$
- La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :  
$$\Delta h_p^{lin} = \frac{4 * 5}{1000} \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,02m$$
- La perte de charge totale à l'aspiration :  $\Delta h_{asp} = 1,1 * 0,02 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,022m$
- La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 9,64 + 0,5 + 0,24 - 10,33 + \frac{2,87^2}{2 * 9,81} + 0,022 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 0,49 m$$

- La côte de l'axe de la pompe :  $\nabla_{axe} = 1032.5 - 0,49 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 1032.31m$

### V-7-3 Refoulement : SP2 - Réservoir

- La charge nette d'aspiration requise :  $(NPSH)_r = 9.79 m$
- La pression atmosphérique :  $P_{at} = 10,33 m.c.e$
- La tension de vapeur d'eau à une température  $T^\circ=20^\circ C$  :  $T_v = 0,24 mce$
- Le diamètre de la conduite d'aspiration :  $D_a = 1,25 * DN1$

DN1 = 150 mm.

Donc :  $D_a = 1,25 * 150 \Rightarrow D_a = 188mm$

- La vitesse d'aspiration :  $V_a = \frac{4 * 53.12 * 10^{-3}}{3,14 * 0,188^2} \Rightarrow V_a = 1,91m/s$

## Chapitre-V-

- La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{4 * 5}{1000} \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,02m$$

- La perte de charge totale à l'aspiration :  $\Delta h_{asp} = 1,1 * 0,02 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,022m$
- La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 9.79 + 0,5 - 10.33 + 0,24 + \frac{1,91^2}{2 * 9,81} + 0,022 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 0,41 \text{ m}$$

- La côte de l'axe de la pompe :  $\nabla_{axe} = 1153.5 - 0,29 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 1153.39m$

### V-8 Choix du moteur électrique : [7]

#### V-8-1 Critères de choix du moteur électrique :

Les critères de choix du moteur électrique sont :

- ❖ Puissance absorbée minimale ;
- ❖ Position de l'arbre de transmission horizontale ou verticale ;
- ❖ Tension d'alimentation fonction de la puissance du moteur et de l'investissement.

On choisit les moteurs adéquats à partir du catalogue du constructeur " LEROY SOMER" et cela en fonction de la puissance fournie par ce dernier et de sa vitesse de rotation.

#### V-8-2 Vitesse de rotation du moteur :

La vitesse de rotation du moteur est donnée comme suit :

$$N_m = N_p \pm 200 \text{ tr/min} \dots \dots \dots (V.17)$$

Où:

$N_m$  : vitesse de rotation du moteur (tr/min) ;

$N_p$  : vitesse de rotation de la pompe (tr/min),  $N_{mot} = 2950 \text{ tr/min}$ .

#### V-8-3 Puissance fournie par le moteur :

La puissance qui devra être fournie par le moteur est calculée par la formule suivante :

$$P_m = \frac{\varpi * Q_{app} * HMT * K}{\eta_p * \eta_{acc} * \eta_m} \dots \dots \dots (V.18)$$

Où :

$P_m$  : puissance du moteur (watt) ;

$\varpi$  : Poids volumique de l'eau,  $\varpi = 9810 \text{ N/m}^3$  ;

$Q_{app}$  : débit refoulé par une pompe ;

HMT : hauteur manométrique totale minimum ;

$\eta_p$  : rendement de la pompe ;

$\eta_{acc}$  : rendement de l'accouplement,  $\eta_{acc} = 0,93$  ;

$\eta_m$  : rendement du moteur,  $\eta_m = (12-95) \%$ ,

On prend :  $\eta_m = 90 \%$ .

K : coefficient correcteur, en fonction de la puissance de la pompe ;

**Tableau N° V-8 : Coefficient de correction en fonction de la puissance**

$P_{abs}$ (Kw)	1-2	2-10	10-50	50-100	100-200	$> 200$
<b>K</b>	<b>2</b>	<b>2 -1,3</b>	<b>1,3 - 1,2</b>	<b>1,2 - 1,1</b>	<b>1,1 - 1,05</b>	<b>1,05</b>

**A- Refoulement : ST - SP 1**

**a) Puissance du moteur :**

- Le rendement après réglage est : 72.7 %.
- La hauteur manométrique totale est : 141.03 m.
- Le débit d'une pompe est : 79.69 l/s.
- La puissance absorbée de la pompe est : 179.73 Kw  $\Rightarrow K = 1,07$ .
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 * 79.69 * 10^{-3} * 141.03 * 1,07}{0,727 * 0,93 * 0,9} \Rightarrow P_m = 193.87 \text{ Kw.}$$

**b) Type et caractéristiques du moteur :**

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau suivant.

**Tableau N° V-9 : Type et caractéristiques des moteurs**

Type du moteur	f (Hz)	$P_m$ (KW)	$N_m$ (tr/min)	$\eta_m$ (%)	$\text{Cos } \varphi$	Masse (Kg)
FLS315LB	50	200	2967	94	0,88	1150

**B- Refoulement : SP1- SP2**

**a) Puissance du moteur :**

- Le rendement après réglage est : 72.96 %.
- La hauteur manométrique totale est : 135.37m.
- Le débit d'une pompe est : 79.69 l/s.
- La puissance absorbée de la pompe est : 145.16 Kw  $\Rightarrow K = 1,079$ .
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 * 79.69 * 10^{-3} * 135.37 * 1,079}{0,729 * 0,93 * 0,9} \Rightarrow P_m = 187.14 \text{ Kw.}$$

**b) Type et caractéristiques du moteur :**

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau suivant :

**Tableau N° V-10 : Type et caractéristiques des moteurs**

Type du moteur	f (Hz)	P <sub>m</sub> (KW)	N <sub>m</sub> (tr/min)	η <sub>m</sub> (%)	Cos φ	Masse (Kg)
FLS355LA	50	200	2978	94,9	0,89	1400

**C- Refoulement : SP2-Réservoir :**

**a) Puissance du moteur :**

- Le rendement après réglage est : 73.2 %.
- La hauteur manométrique totale est : 152.62 m.
- Le débit d'une pompe est : 53.12 l/s.
- La puissance absorbée de la pompe est : 107.19 Kw ⇒ K = 1,1.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 * 53.12 * 10^{-3} * 152.62 * 1,1}{0,732 * 0,93 * 0,9} \Rightarrow P_m = 142.79 \text{ Kw.}$$

**b) Type et caractéristiques du moteur :**

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau suivant :

**Tableau N° V-11 : Type et caractéristiques des moteurs**

Type du moteur	f (Hz)	P <sub>m</sub> (KW)	N <sub>m</sub> (tr/min)	η <sub>m</sub> (%)	Cos φ	Masse (Kg)
FLS315M	50	132	2962	94,2	0,9	1000

**V-9 Dimensionnement des bâtiments des stations : [2]**

Vu l'égalité du nombre de groupes électropompes au niveau de toutes les stations de pompage et du moment que leurs longueurs et leurs largeurs sont à peu près les mêmes, les dimensions des bâtiments des stations de pompage seront elles aussi égales.

**V-9-1 Hauteur du bâtiment :**

Elle est calculée comme suit :

$$H_b = H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 \dots\dots\dots (V.23)$$

Où :

$$H_5 = H_p + H_s + H_r \dots\dots\dots (V.24)$$

H<sub>p</sub> : hauteur de la pompe, H<sub>p</sub> = h<sub>1</sub> + h<sub>2</sub>

A.N : H<sub>p</sub> = 982mm

H<sub>s</sub> : hauteur du socle de 0,3 à 0,5 m, H<sub>s</sub> = 0,3 m

H<sub>r</sub> : hauteur de réserve H<sub>r</sub> = 0,5m ;

A.N : H<sub>5</sub> = 0,982 + 0,3 + 0,5 ⇒ H<sub>5</sub> = 1,782 m

H<sub>6</sub> : hauteur réservée à l'homme, H<sub>6</sub>=2,2 m ;

H<sub>7</sub> : hauteur du chariot, H<sub>7</sub> = 0,3m ;

H<sub>8</sub> : hauteur profilée, H<sub>8</sub> = 0,6 m ;

## Chapitre-V-

$H_9$  : hauteur de sécurité,  $H_9 = 0,5\text{m}$  ;

A.N :  $H_b = 1,782 + 2,2 + 0,3 + 0,6 + 0,5 \Rightarrow H_b = 5.382\text{m}$

**Alors :**

Les hauteurs du bâtiment étant normalisées (3,6 ; 4,2 ; 4,8 ; 5,5 m) on prend comme hauteur du bâtiment  $H_b = 5,5\text{ m}$ .

### V-9-2 Longueur du bâtiment :

Elle est donnée en fonction des paramètres suivant :

$$L_b = n \cdot L + L_{int} + L_{pf} + L_r + L_p \dots\dots\dots (V.25)$$

n: nombre de pompes,  $n = 3$  (tenant compte de la pompe de secours)

**Remarque :** pour SP02 ( $n=4$ )

L : longueur de la pompe et celle du moteur,  $L = L_{pe} + L_m$  ;

A.N :  $L = 2380\text{ mm} \Rightarrow$ , soit:  $L = 2,380\text{ m}$ .

$L = 3 \cdot 2.38 \Rightarrow L = 7.14\text{ m}$ .

$L_{int}$  : distance entre deux pompes voisines,  $L_{int} = (0,8-1,2)\text{ m}$ ,

On prend :  $L_{int} = 0.8\text{ m}$ .

$L_{pf}$ : longueur de la plate-forme de montage,  $L_{pf} = 2\text{ m}$ .

$L_r$  : longueur de l'armoire électrique,  $L_r = (2-3)\text{ m}$  ;

On prend :  $L_r = 2\text{ m}$ .

$L_p$  : longueur du bureau du personnel,

On prend :  $L_p = 4\text{ m}$  ;

A.N :  $L_b = 7.14 + 0.8 + 2 + 2 + 4 \Rightarrow L_b = 15.94\text{ m} \Rightarrow L_b = 17\text{m}$

**Alors :** La station de pompage aura une longueur de **17 m**.

### V-9-3 Largeur du bâtiment :

Elle est donnée par la relation :

$$l_b = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + 2 \cdot s \dots\dots\dots (V.26)$$

s : épaisseur du mur,  $s = 0,5\text{ m}$  ;

$l_1$  : distance entre mur et premier organe de la pompe,  $l_1 = 0,8\text{ m}$  ;

$l_2$  : distance entre les tubulures,  $l_2 = 1,5\text{ m}$  ;

$l_3$  : longueur des accessoires d'aspiration,

$$l_3 + l_4 = l_p + l_{tr} + l_{tasp} + l_c \dots\dots\dots (V.27)$$

Où :

$l_p$ : longueur de la pompe,  $l_p = 2,38\text{ m}$  ;

$l_{tr}$  : longueur de la tubulure de refoulement,  $l_{tr} = 2 \cdot D_a$

A.N :  $l_{tr} = 2 \cdot 200\text{mm} \Rightarrow l_{tr} = 0,4\text{ m}$  ;

$l_{tasp}$  : longueur de tubulure d'aspiration,  $l_{tasp} = 1.2\text{ m}$  ;

$l_c$  : longueur du convergent,  $l_c = 1,5\text{ m}$  ;

A.N:  $l_3 + l_4 = 3 \cdot 2.38 + 0,4 + 1.2 + 1,5 \Rightarrow l_3 + l_4 = 10.24\text{m}$

A.N:  $l_b = 0,8 + 1,5 + 10,24 + 2 \cdot 0,5 \Rightarrow l_b = 13.54\text{ m}$

**Alors :** La station de pompage aura une largeur de **14.5m**.

**V-9-4 Dimensions des portes :**

- ✓ porte principale : **3**
- ✓ porte secondaire : **2,5**
- ✓

**V-9-5 Dimensionnement des fenêtres :**

Il faut avoir un éclairage de surface de (10-15) % de la surface de la station en plus de l'éclairage électrique.

$$\sum S_f = 0,1 * 20 * 7 \Rightarrow \sum S_f = 14 \text{ m}^2$$

Le nombre de fenêtres sera :

$$n = \frac{\sum S_f}{S_f} \dots\dots\dots(\text{V.28})$$

n : nombre de fenêtres ;

S<sub>f</sub> : surface d'une seule fenêtre, S<sub>f</sub> = (1,5 \* 3) ;

A.N :  $n = \frac{14}{1,5 * 3} \Rightarrow n = 3 \text{ fenêtres}$

**V-9-6 Dimensionnement des marches d'escalier :**

- ✓ hauteur : **17,3 cm** ;
- ✓ largeur : **30 cm** ;
- ✓ pente : **1/1,75**.

**-Bureau de chef d'exploitation : S= 12m<sup>2</sup>**

**-Bureau de personnel : S= 15m<sup>2</sup>**

**Conclusion :**

Vu la variation de la hauteur manométrique appelée et du débit demandé, les groupes électropompes des deux stations de pompage et une station de traitement sont de caractéristiques hydro-électriques différentes.

Les pompes toutes de marque Caprari, type PM et de classe (A), sont multicellulaires à axe horizontal.

Ces pompes seront entraînées par des moteurs de marque LEROY SOMER,

## **Introduction :**

Les canalisations sont généralement posées en tranchée, à l'exception de certain cas où elles sont posées sur le sol à condition qu'elles soient rigoureusement entretenues et protégées.

Dans notre projet, nous avons procédé à l'étude d'une adduction. Cependant pour compléter cette dernière, nous ne devons pas négliger les accessoires à utiliser sur nos conduites.

### **VI-1 Pose de canalisation :**

#### **VI-1-1 Principe de pose de canalisations :**

Le levage et la manutention de tuyaux, les travaux dans les tranchées, sont des opérations dangereuses. Grâce aux instructions suivantes, la qualité des tuyaux et raccords ne sera pas détériorée lors de la pose et l'emboîtement et la procédure d'emboîtement ne sera pas compromise. Il est essentiel que ces opérations soient réalisées par un professionnel maîtrisant les procédures.

Les tuyaux doivent être manipulés avec soin, selon les recommandations du fabricant. Ils doivent être placés dans la tranchée avec un plan adapté à leur poids. Une grue mobile ou un ensemble bien conçu de chèvres à haubans peut être utilisé. Le positionnement des élingues doit être vérifié lorsque le tuyau se trouve juste au dessus de la tranchée pour garantir un bon équilibre.

Toutes les personnes doivent libérer la section de tranchée dans laquelle le tuyau est posé.

Tous les débris liés à la pose doivent être retirés de l'intérieur du tuyau avant ou juste après la réalisation d'un emboîtement. Ceci peut être effectué en faisant passer un goupillon le long du tuyau ou à la main, selon le diamètre. En dehors des opérations de pose, un bouchon temporaire doit être solidement appliqué sur l'extrémité ouverte de la canalisation. Cela peut faire flotter les tuyaux en cas d'inondation de la tranchée, auquel cas les tuyaux doivent être maintenus au sol par un remplissage partiel de la tranchée ou par étayage temporaire. Dans le cas où les tuyaux sont livrés avec des bouchons aux extrémités, ces derniers devront être récupérés par le maître d'œuvre pour recyclage après pose.

Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tout les 200 à 400 m.

Les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dur d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz.

#### **VI-1-2 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire [5]**

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm.. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on procède à un triage de conduite de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, des fissures, ..., après cela on pratique la décente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente. Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit

avec des butées de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée.

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints doit toujours avoir lieu avec remblaiement. L'essai consiste au remplissage de la conduite par l'eau sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 min environ, la diminution de la pression ne doit pas excéder 0,2 Bars.

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierre et bien pilonné et sera par la suite achevé avec des engins (Figure N° VI-1).

### VI-1-3- Etayage avec palplanches de la paroi de tranchée : [5]

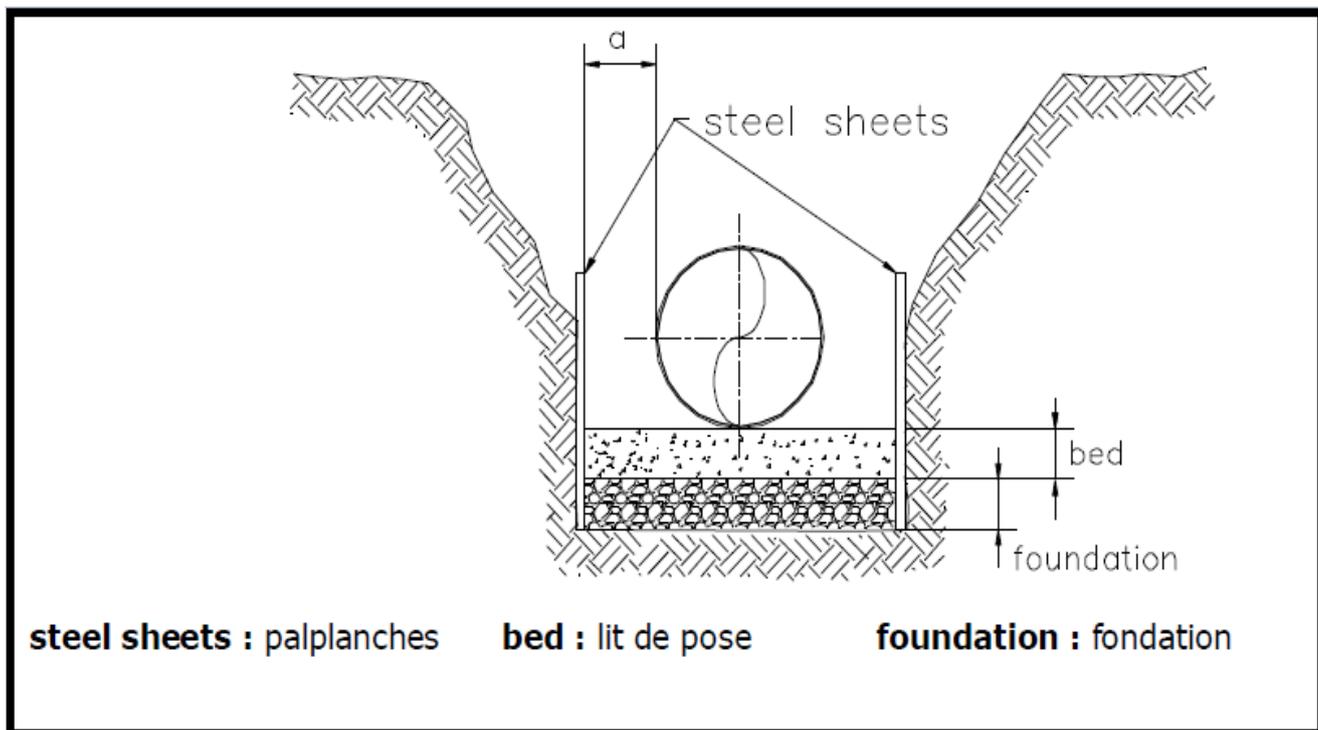


Figure N° VI-1- : Etayage avec palplanches.

Tableau N° VI-1 : intervalle de a [5]

ND [mm]	min a [mm]
50 - 300	200
300 - 900	300
1000 - 1600	450
1800 - 2400	600
2800 - 4000	900

(Source catalogue de P.R.V).

**VI-1-4 Traversée d'une rivière :**

La pose de canalisation à la traversée d'une rivière demande certains travaux confortatifs en fonction de l'état de la traversée et de l'importance de l'adduction. L'existence d'un pont-route servira également de support pour la canalisation, ou celle-ci sera accrochée au tablier. Dans le cas où le pont-route n'existe pas la canalisation pourra suivre le lit de rivière, posée sur des ouvrages spéciaux (Tasseaux par exemple) et couverte de tout-venant pour être protégée contre les chocs (Dus à la navigation par exemple).

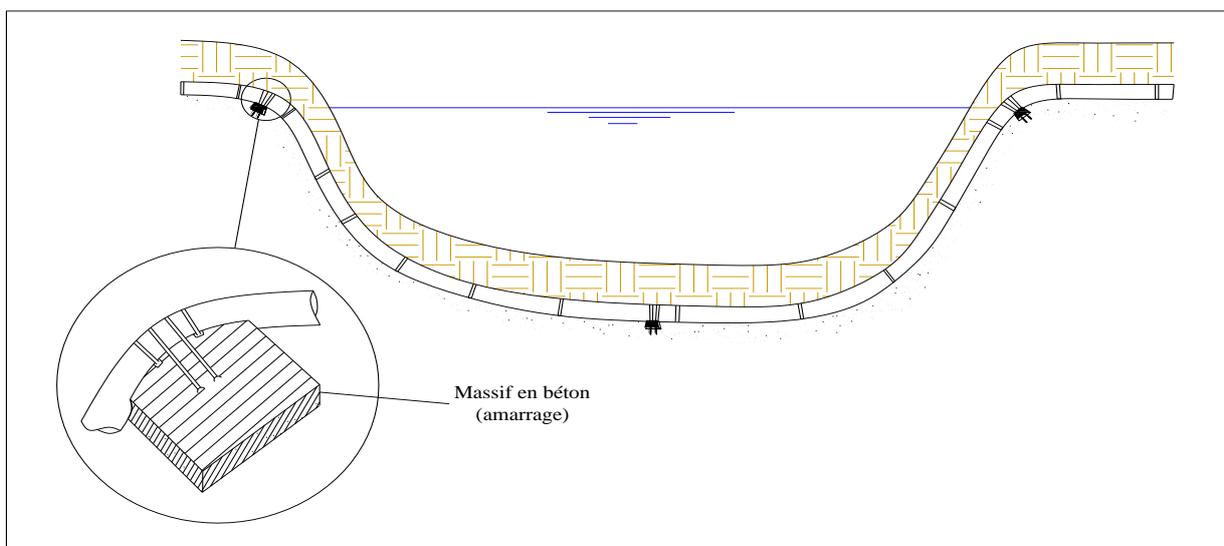
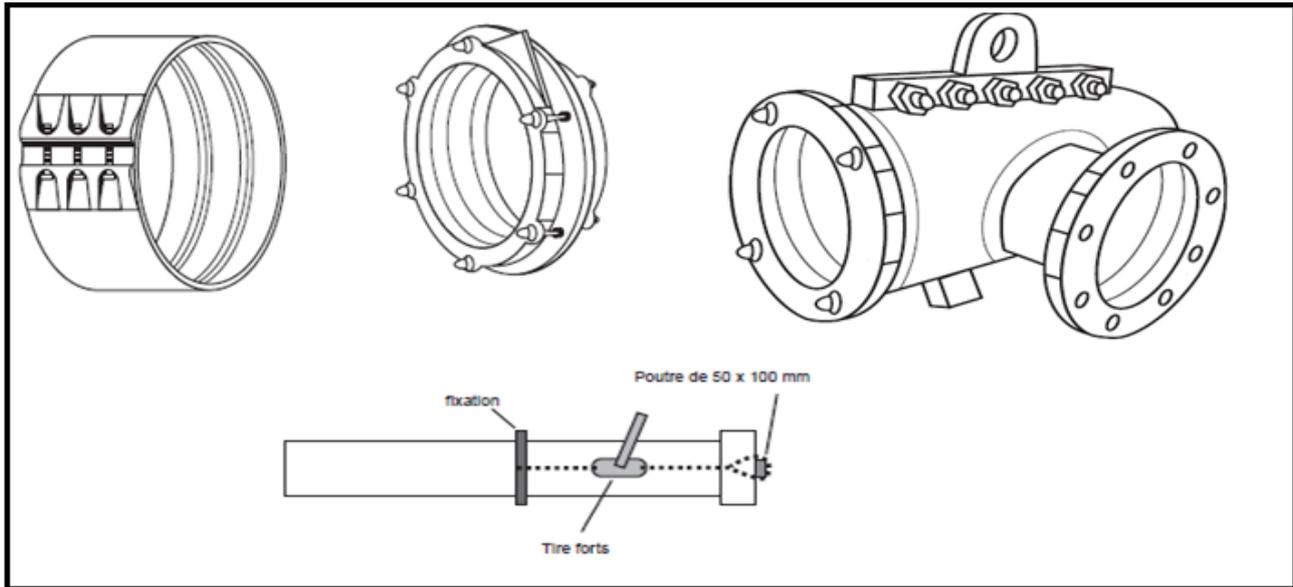


Figure N° VI-2-: traversée d'une rivière

**VI-2- Assemblage par emboîtement et bride : [5]**



**Figure N° VI-3-:** Assemblage par emboîtement et bride.

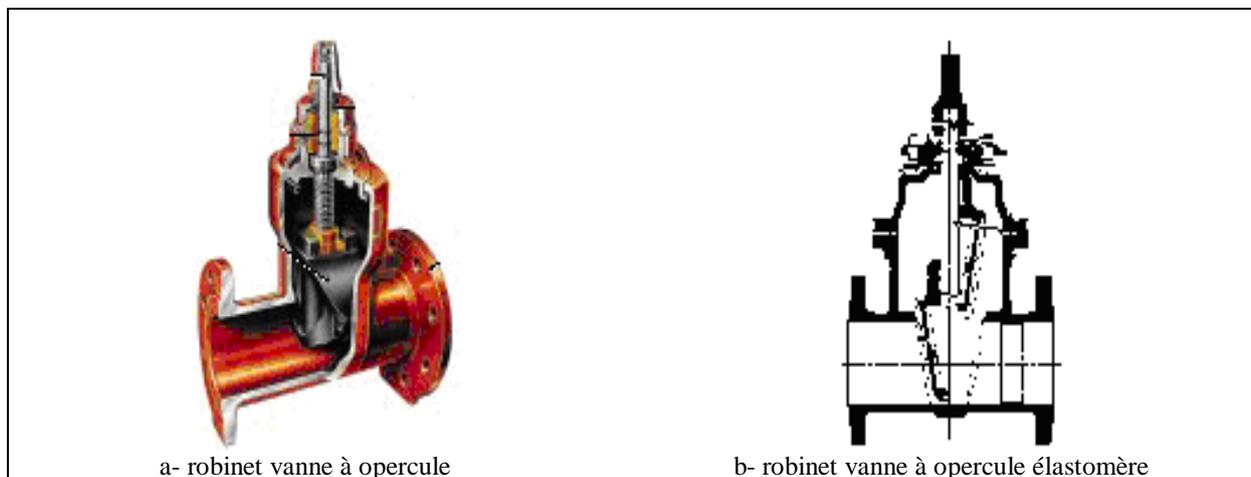
**VI-3 Accessoires :**

**VI-3-1 Robinets vannes :**

Ce sont des appareils de sectionnement utilisés pour le cas de manœuvres lentes pour les gros diamètres. L'obturation est obtenue pour une rotation de 90° de la partie tronconique. On distingue les robinets vannes à coin (à opercule) et les robinets vannes à papillon :

**a) Robinet vanne à coin (à opercule) : [10]**

Les robinets vannes à opercule sont des appareils de sectionnement qui doivent être complètement ouverts ou fermés. Leur encombrement est considérable comparé à celui des vannes papillon. L'arrêt est fait par un obturateur en forme de coin.



**Figure N° VI-9:** Robinets vanne à opercule

**b) Vannes papillons : [10]**

Les vannes papillon peuvent aussi bien servir pour le sectionnement que pour le réglage des débits. Ils sont d'un encombrement réduit, légers, le couple de manoeuvre est faible. Elle occasionne une faible perte de charge.

**VI-3-2 Clapets anti retour : [9]**

Le clapet anti retour est, en apparence, un appareil simple. Schématiquement, il fonctionne comme une porte. C'est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens.

Dans la réalité, le clapet doit s'adapter à de nombreux fluides, à des installations très variées présentant à chaque fois des contraintes mécaniques, hydrauliques, physiques ou chimiques différentes.

**VI-3-3 Ventouses : [10]**

Une accumulation d'air peut se faire aux points hauts d'une conduite. La poche d'air provoque des perturbations qu'il s'agit d'éviter : diminution de la section, arrêt complet des débits diminution de la pression, coups de bélier.

L'évacuation de l'air se fait par l'intermédiaire d'une ventouse qui peut être manuelle ou automatique

Une ventouse manuelle est un simple robinet que l'on manoeuvre périodiquement.

Les ventouses automatiques sont des pièces évacuant l'air dès qu'il se forme une poche notable (figure VI.12).

Toutes ces ventouses sont disposées dans des regards visitables et leur bon fonctionnement doit être vérifié périodiquement.

Ces ventouses automatiques, en dehors de la suppression des poches d'air en fonctionnement normal, permettent également l'évacuation de l'air lors de la mise en eau de la canalisation et, réciproquement, l'admission de l'air lors de la vidange provoquée de la canalisation, ce qui permet d'éviter la mise en dépression de cette dernière.

VI-3-4 Moyens anti-bélier : [8]

Ils existent différents moyens de protection des installations contre le coup de bélier :

- ✚ **Réservoirs d'air** : il protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, il est le meilleur remède contre le coup de bélier.

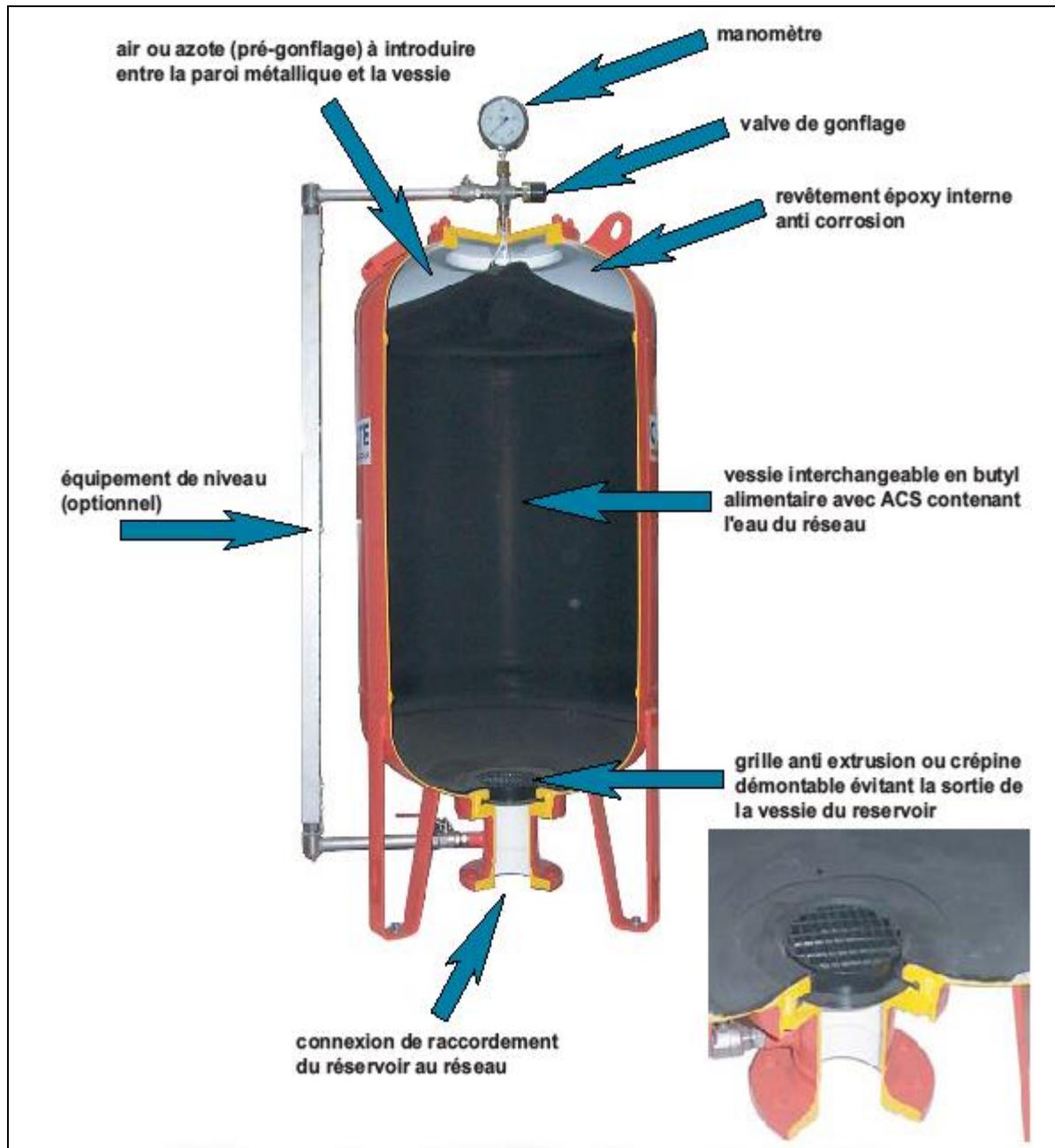


Figure N° VI-14 Réservoir anti bélier à vessie butyle

**VI-3-5 Organes de raccordement : [5]**

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

- ✚ La déviation d'une partie d'écoulement.
- ✚ L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire ou son soutirage.
- ✚ Le changement de diamètre de la conduite.
- ✚ Le montage et le démontage des accessoires.
- ✚ Le changement de direction de la conduite.

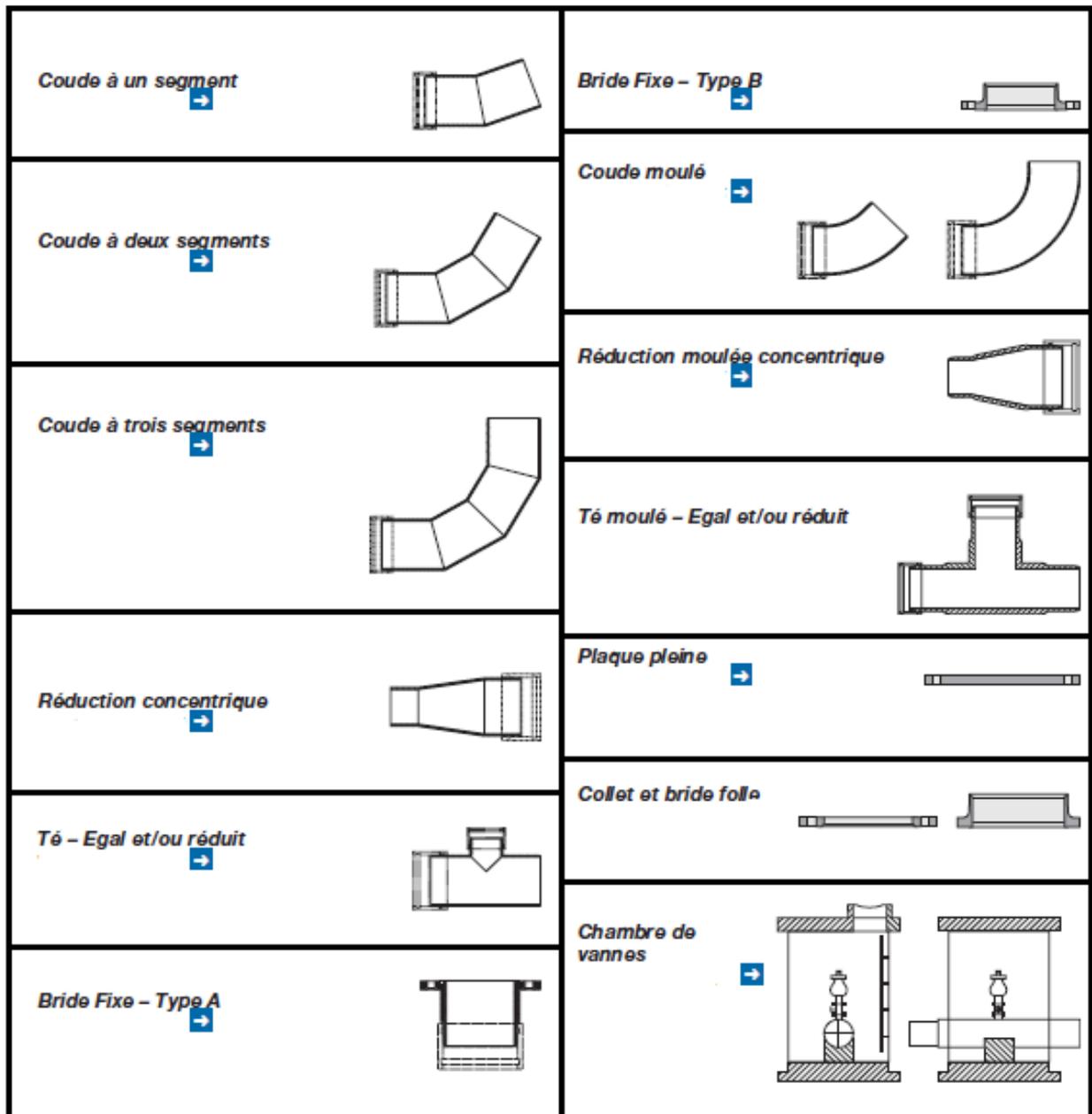


Figure N° VI-16 : Organes de raccordement.

### **Conclusion :**

Après avoir étudié soigneusement la zone d'étude, et vu la nature du terrain ordinaire, nous optons pour une pose de canalisation classique (voir figure V.1.a), étant donné que nous avons une adduction à diamètre fixe, la largeur et la profondeur de la tranchée seront variables le long du tracé.

Afin d'assurer un bon fonctionnement de l'adduction, les accessoires doivent être installés soigneusement, pour cela les raccordements seront effectués par des personnes qualifiées et compétentes. D'après les profils effectués pour chaque tronçon d'adduction, les accessoires à utilisés seront :

- ❖ Les réservoirs anti-bélier à la sortie de chaque station de pompage.
- ❖ Les ventouses sur les points hauts pour faire évacuer et laisser pénétrer l'air dans les conduites;
- ❖ Les vannes de décharge pour vidanger, nettoyer et réparer les conduites;
- ❖ Les robinets vannes pour isoler le tronçon à entretenir;
- ❖ Les vannes papillons à la sortie des réservoirs pour interrompre l'écoulement dans le cas ou les conduites éclatent.
- ❖ Les clapets anti-retour ;
- ❖ Les manchons pour le montage et le démontage des différents accessoires.

## **Introduction :**

Toute canalisation posée en terre nécessite une protection contre la corrosion. Dans notre étude nous avons opté pour des conduites en PRV.

En plus de la corrosion, les conduites d'adduction sont soumises au phénomène du coup de bélier dont la brutalité est susceptible d'entraîner les ruptures de tuyaux.

Il est donc de toute première importance d'étudier les moyens propres à limiter ses effets puisqu'il en résultera une économie dans la construction des tuyaux, lesquels sont calculés, notamment, pour résister à une pression intérieure donnée.

## **VII-1- Protection des conduites contre la corrosion :**

### **VII-1-1- Définition :**

La corrosion est le phénomène de dégradation d'un substrat métallique, sous l'action du milieu ambiant. Elle correspond au retour de la matière à son état le plus stable. Dans le cas du fer, par exemple, la forme stable dans la nature n'est pas le métal mais l'oxyde, c'est pourquoi une pièce en acier exposée sans protection à une atmosphère humide tend à se transformer en rouille (oxyde de fer hydraté).

### **VII-1-2- Résistance à la corrosion : [5]**

La résistance à la corrosion dans les environnements agressifs est l'une des préoccupations principales dans la spécification du tuyau de fibre de verre (PRV). Le tuyau de fibre de verre résiste à un éventail de produits chimiques et de températures et peut être construit pour fournir la résistance additionnelle à l'abrasion, au vieillissement climatique et au feu. Une performance réussie à long terme exige une conception, une fabrication, une installation, et une application adéquates.

### **VII-1-3- Résistance chimique : [5]**

La résistance chimique du tuyau de fibre de verre dépend principalement de la matrice (résine/verre) utilisée. D'autres facteurs peuvent affecter la résistance du stratifié comme la construction du revêtement, le traitement et les techniques de méthodologie de fabrication et l'installation. La température d'application et la tension (contrainte) du stratifié peuvent également être des facteurs à considérer. Beaucoup de types de corrosion n'affectent pas le tuyau de fibre de verre.

### **Note :**

Généralement la corrosion (galvanique et aérobie, les piqures, la délignification .la corrosion graphitique et inter-granulaire) nuisent au métal mais pas à la fibre de verre, le tuyau de fibre de verre est sujet à l'attaque chimique telle que l'hydrolyse, l'oxydation, la pyrolyse ou l'attaque de solution.

## VII-2- Protection des conduites contre le coup de bélier :

### VII-2-1 Définition :

Le coup de bélier étant un cas particulier du régime transitoire, est un phénomène oscillatoire qui se manifeste dans les conduites entre deux régimes permanents.

On entend aussi sous le terme « coup de bélier » un écoulement non permanent du liquide accompagné de variations pratiquement sensibles de la pression qui peuvent devenir dangereuses pour la tuyauterie. Ces variations résultent d'une perturbation des conditions permanentes d'écoulement.

C'est le nom que l'on donne à une onde de choc hydraulique, lorsqu'un liquide non compressible comme l'eau, est stoppé net dans une canalisation. Autrement dit, c'est l'arrêt brutal de la circulation de l'eau.

### VII-2-2- Causes du coup de bélier :

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire dont les causes les plus fréquentes sont :

- ✚ Arrêt brutal d'un ou plusieurs groupes électropompes.
- ✚ Démarrage d'un ou plusieurs groupes électropompes.
- ✚ Fermeture instantanée ou rapide d'une vanne de sectionnement.

### VII-2-3- Les Remèdes :

- ❖ Dimensionnement correct de la conduite tenant compte de la valeur majorant du coup de bélier.
- ❖ Etudier et dimensionner les moyens anti-béliers pour :
- ❖ Atténuer les surpressions et les dépressions.
- ❖ Economie dans la fabrication des tuyaux.

### VII.2.4. Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier [5] [4]

Pour la protection de la conduite gravitaire contre le phénomène du coup de bélier, on se contentera de la détermination du temps de fermeture de la dernière vanne sur cette conduite.

Les ondes de surpression et de dépression sont caractérisées par une vitesse de propagation donnée par la formule habituelle suivante :

$$a = \frac{\sqrt{k/p}}{\sqrt{1 + \frac{K * D}{E * e}}} \dots\dots\dots (VII.1)$$

- a : célérité d'onde (m/s) ;
- D : diamètre de la conduite (mm) ;
- e : épaisseur de la conduite (mm) ;
- K = coefficient d'élasticité de l'eau
- P : masse volumique de l'eau

$$A.N : a = \frac{\frac{\sqrt{2.05 * 10^9}}{1000}}{\sqrt{1 + \frac{0.3274 * 2.05 * 10^9}{0.036.3 * 1.4 * 10^{10}}}} \Rightarrow a = 941.83 \text{ m/s}$$

Le temps de retour de l'onde de déformation est régi par la formule :

$$t_r = \frac{2 * L}{a} \dots\dots\dots (VII.2)$$

$t_r$  : temps de retour de l'onde de déformation (s) ;  
L : longueur de la conduite (m).

A.N :  $t_r = \frac{2 * 21540.09}{941.83} \Rightarrow t_r = 45.74 \text{ s.}$

Conclusion :

Afin de protéger la conduite gravitaire contre le coup de bélier, on prévoit des vannes à fermeture lentes ayant un temps de fermeture supérieur à **45.74 s**.

### VII-2-5- Protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier :

Ils existent différents moyens de protection des installations contre le coup de bélier :

a) **Réservoirs d'air** : L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité contient de l'eau et de l'air.

Ce dispositif est le plus simple et protégera les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions.

Dans ce contexte, nous allons étudier le phénomène de **Coup de Bélier**, et dimensionner le réservoir anti-bélier si nécessaire.

Le calcul sera effectué suivant la méthode de **PEUTCH ET MEUNIER**.

Donnée par la formule habituelle suivante :

$$a = \frac{\sqrt{k/p}}{\sqrt{1 + \frac{K * D}{E * e}}}$$

Avec :

- a : célérité d'onde (m/s) ;
- D : diamètre de la conduite (mm) ;
- e : épaisseur de la conduite (mm) ;
- K = coefficient d'élasticité de l'eau
- P : masse volumique de l'eau

Cette méthode consiste à déterminer le volume d'air comprimé  $U_0$  pour la protection de la conduite contre la dépressions, et pour sa protection contre la surpression on calcul le diamètre de diaphragme **d**, qu'est déterminée comme le montre l'annexe ci-joint (Figure N° VII-4).

- ✓ Déterminer **K** (Caractéristique des pertes de charge)/  $K = (H_{abs} - H_0) / H_0$
- ✓ Déterminer **A** (Caractéristique de la conduite)/  $A = (C * V_0) / (g * H_0)$ .
- ✓ Déterminer **B** (Caractéristique du réservoir anti-bélier)

Pour cela, on trace le profil en long de la conduite et la valeur de B sera déterminée comme le montre l'annexe ci-joint (**Abaque a**).

❖ Tronçon N°01 : ST-SP01

Tableau N°VII-1 : Calcul de profil en long absolu

Z(m)	X(m)	$(\Delta Z+10)/(H_g+10)$	X/L
913,35	0	0,08	0,00
928,83	979,5	0,19	0,18
939,63	1174	0,28	0,22
942,04	1580	0,30	0,30
950,31	1993	0,36	0,38
974,74	3001,2	0,54	0,57
1006,29	3439,5	0,79	0,65
1014,68	4975,5	0,85	0,94
1017,67	4999,9	0,87	0,94
1032,82	5302,8	0,99	1,00

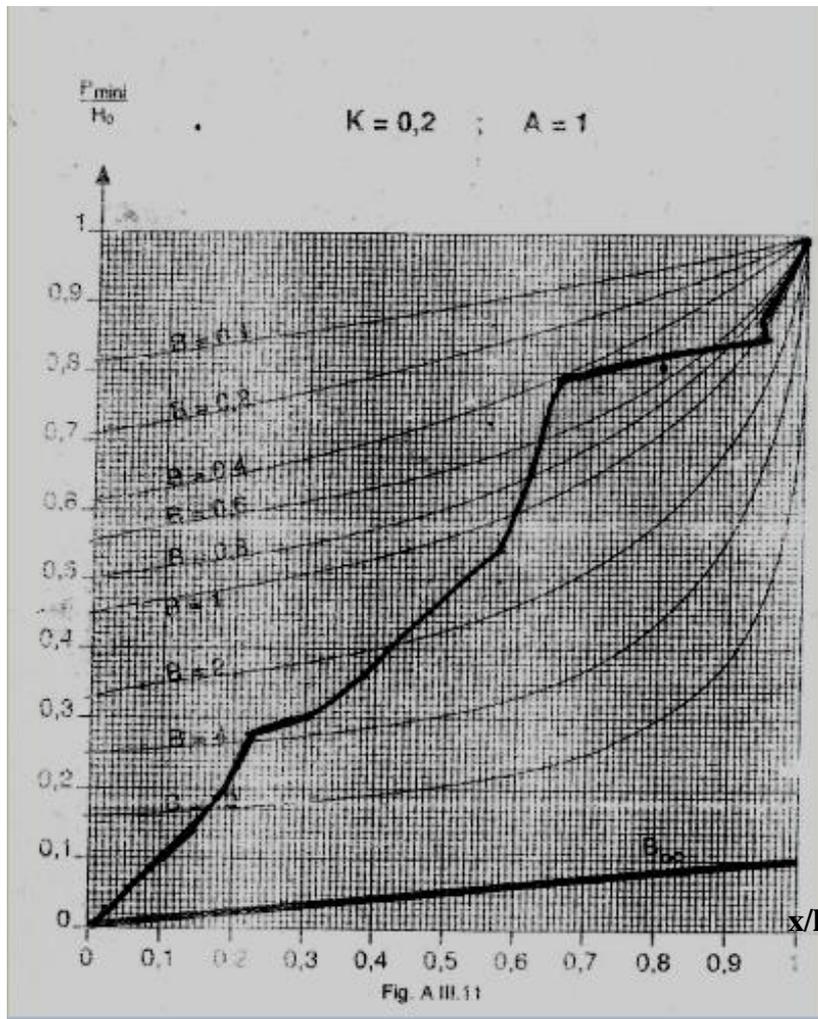


Figure N° VII-1 : détermination de la valeur de B en fonction de A et K. [4]

**Tableau N°VII-2 : Résultat de calcul de coup de Bélier par la méthode de « PEUTCH ET MEUNIER »**

<b>Méthode de PEUTCH ET MEUNIER</b>			
<b>Cas de dépression</b>			
<b>Données</b>			
<b>P (kg/m3)</b>	<b>1000</b>	<b>Régime permanent</b>	
<b>Q (m3/j)</b>	<b>13769,568</b>	<b>S (m2)</b>	<b>0,13</b>
<b>Q (m3/s)</b>	<b>0,159</b>	<b>V0 (m/s)</b>	<b>1,27</b>
<b>D (mm)</b>	<b>400</b>	<b>Perte de charge</b>	<b>20,03</b>
<b>t (mm)</b>	<b>8</b>	<b>Hg (m)</b>	<b>121</b>
<b>K(Pa)</b>	<b>1.96*10<sup>9</sup></b>	<b>H0(m)</b>	<b>131</b>
<b>Longueur (m)</b>	<b>5302,8</b>	<b>Habs (m)</b>	<b>151,03</b>
<b>E(Pa)</b>	<b>2*10<sup>10</sup></b>		
<b>Calcul</b>			
<b>C (m/s)</b>	<b>576,42</b>	On Prend $\begin{cases} A=1 \\ K=0.2 \end{cases}$	
<b>A</b>	<b>0,57</b>		
<b>K</b>	<b>0,153</b>		
<b>Introduire B</b>	<b>0,2</b>		
<b>U0 (m3)</b>	<b>3,619</b>		
<b>Introduire Pmin/H</b>	<b>0,87</b>		
<b>Pmin</b>	<b>113,97</b>		
<b>Umax (m3)</b>	<b>4,571</b>		
<b>Volume (m3)</b>	<b>5,486</b>		
<b>Cas de surpression</b>			
<b>Introduire (<math>\alpha \cdot V_0^2/H_0</math>)</b>	<b>1,7</b>		
<b><math>\alpha</math></b>	<b>138,32</b>		
<b>d (m)</b>	<b>0,07</b>		
<b>Introduire Pmax/H</b>	<b>1,06</b>		
<b>Pmax(m)</b>	<b>138,86</b>		

❖ Tronçon N°02 : SP01-SP02

Tableau N°VII-3 : Calcul de profil en long absolu

Z(m)	X(m)	$(\Delta Z+10)/(H_g+10)$	X/L
1032,82	0	0,08	0,00
1044,33	704,2	0,16	0,19
1052,21	1368,3	0,22	0,36
1056,79	1697,1	0,26	0,45
1070,91	1914,5	0,37	0,50
1091,14	2491	0,52	0,65
1097,95	2687,6	0,57	0,71
1130,53	3351,2	0,82	0,88
1145,77	3565,3	0,94	0,94
1155,89	3804,3	1,02	1,00

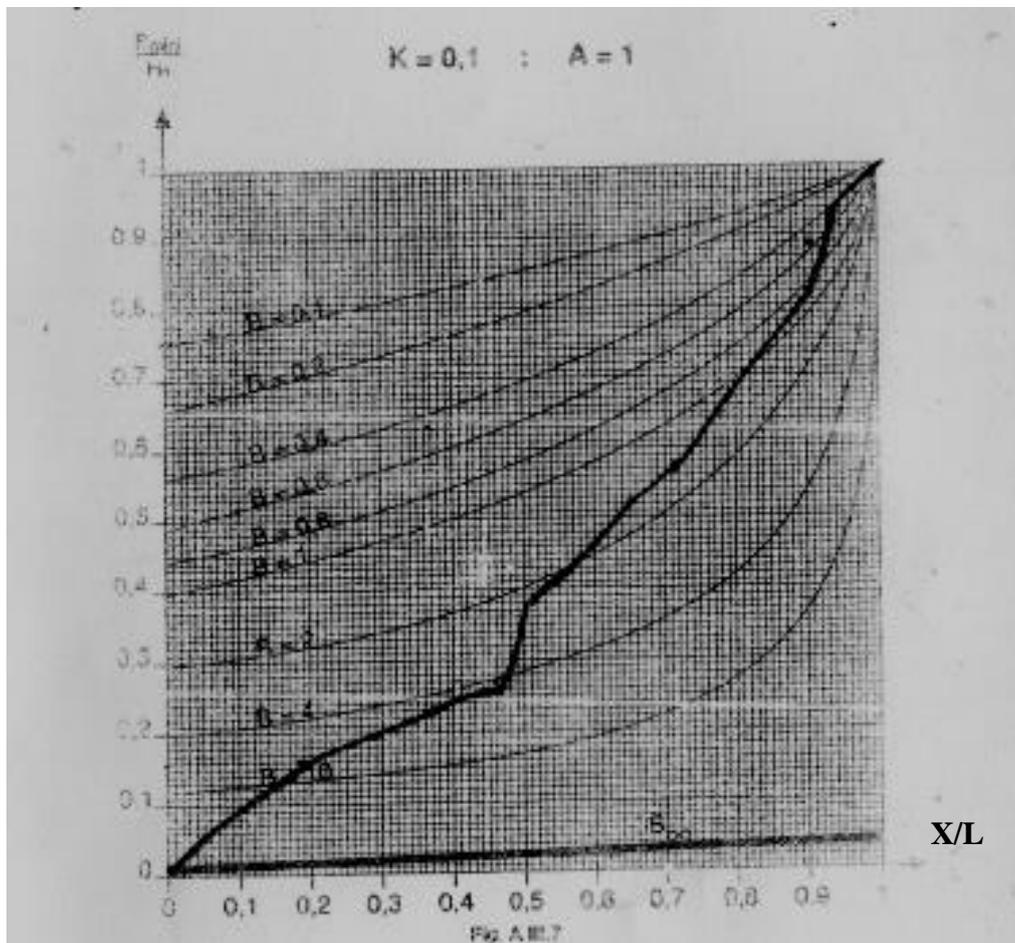


Figure N° VII-2 : détermination de la valeur de B en fonction de A et K. [4]

**Tableau N°VII-4 :** Résultat de calcul de coup de Bélier par la méthode de « PEUTCH ET MEUNIER »

<b>Méthode de PEUTCH ET MEUNIER</b>			
<b>Cas de dépression</b>			
<b>Données</b>			
<b>P (kg/m3)</b>	<b>1000</b>	<b>Régime permanent</b>	
<b>Q (m3/j)</b>	<b>13769,568</b>	<b>S (m2)</b>	<b>0,13</b>
<b>Q (m3/s)</b>	<b>0,159</b>	<b>V0 (m/s)</b>	<b>1,27</b>
<b>D (mm)</b>	<b>400</b>	<b>Perte de charge</b>	<b>13,06</b>
<b>t (mm)</b>	<b>8</b>	<b>Hg (m)</b>	<b>121</b>
<b>K(Pa)</b>	<b>1.96*10<sup>9</sup></b>	<b>H0(m)</b>	<b>131</b>
<b>Longueur (m)</b>	<b>3804,3</b>	<b>Habs (m)</b>	<b>144,06</b>
<b>E(Pa)</b>	<b>2*10<sup>10</sup></b>		
<b>Calcul</b>			
<b>C (m/s)</b>	<b>576,42</b>	On Prend $\begin{cases} A=1 \\ K=0.1 \end{cases}$	
<b>A</b>	<b>0,57</b>		
<b>K</b>	<b>0,100</b>		
<b>Introduire B</b>	<b>0,2</b>		
<b>U0 (m3)</b>	<b>2,722</b>		
<b>Introduire Pmin/H</b>	<b>0,97</b>		
<b>Pmin</b>	<b>127,07</b>		
<b>Umax (m3)</b>	<b>3,021</b>		
<b>Volume (m3)</b>	<b>3,625</b>		
<b>Cas de surpression</b>			
<b>Introduire <math>(\alpha.v_0^2/H_0)</math></b>	<b>1,7</b>		
<b><math>\alpha</math></b>	<b>138,32</b>		
<b>d (m)</b>	<b>0,07</b>		
<b>Introduire Pmax/H</b>	<b>1,06</b>		
<b>Pmax(m)</b>	<b>138,86</b>		

❖ Tronçon N°03 : SP02-Réservoir

Tableau N°VII-5 : Calcul de profil en long absolu

Z(m)	X(m)	$(\Delta Z+10)/(H_g+10)$	X/L
1155,89	0	0,06	0,00
1171,93	299,9	0,17	0,13
1192,29	901,6	0,30	0,39
1200,97	1002,7	0,36	0,44
1209,37	1064	0,41	0,47
1227,04	1454,2	0,53	0,64
1256,4	1664	0,72	0,73
1270,53	1909,4	0,81	0,84
1290,84	2150,8	0,94	0,94
1301,11	2282,9	1,01	1,00

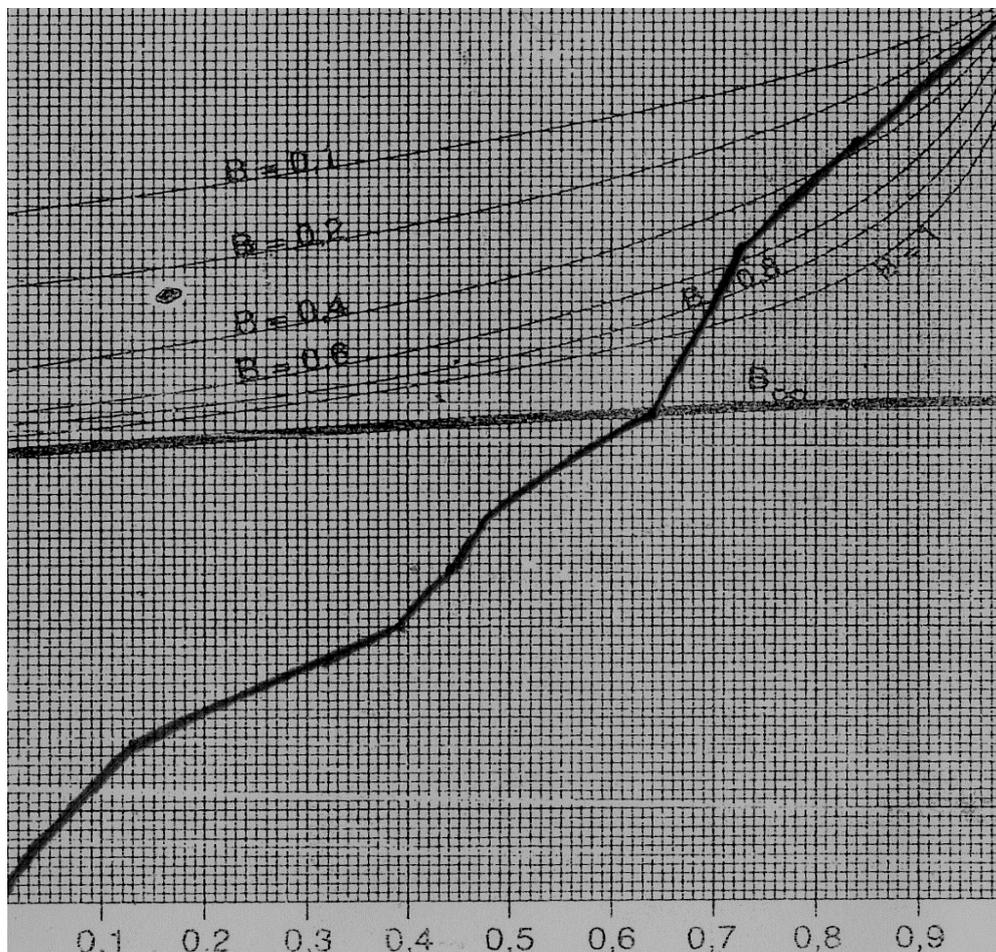


Figure N° VII-3 : détermination de la valeur de B en fonction du A et K. [4]

**Tableau N°VII-6 :** Résultat de calcul de coup de Bélier par la méthode de « PEUTCH ET MEUNIER »

<b>Méthode de PEUTCH ET MEUNIER</b>			
<b>Cas de dépression</b>			
<b>Données</b>			
<b>P (kg/m3)</b>	<b>1000</b>	<b>Régime permanent</b>	
<b>Q (m3/j)</b>	<b>13769,568</b>	<b>S (m2)</b>	<b>0,13</b>
<b>Q (m3/s)</b>	<b>0,159</b>	<b>V0 (m/s)</b>	<b>1,27</b>
<b>D (mm)</b>	<b>400</b>	<b>Perte de charge</b>	<b>7,84</b>
<b>t (mm)</b>	<b>8</b>	<b>Hg (m)</b>	<b>144</b>
<b>K(Pa)</b>	<b>1.96*10<sup>9</sup></b>	<b>H0(m)</b>	<b>154</b>
<b>Longueur (m)</b>	<b>2282,9</b>	<b>Habs (m)</b>	<b>161,84</b>
<b>E(Pa)</b>	<b>2*10<sup>10</sup></b>		
<b>Calcul</b>			
<b>C (m/s)</b>	<b>576,42</b>	On Prend { $A=0.5$ $K=0.1$	
<b>A</b>	<b>0,48</b>		
<b>K</b>	<b>0,051</b>		
<b>Introduire B</b>	<b>0,4</b>		
<b>U0 (m3)</b>	<b>0,727</b>		
<b>Introduire Pmin/H</b>	<b>0,78</b>		
<b>Pmin</b>	<b>120,12</b>		
<b>Umax (m3)</b>	<b>0,931</b>		
<b>Volume (m3)</b>	<b>1,117</b>		
<b>Cas de surpression</b>			
<b>Introduire (<math>\alpha \cdot v_0^2/H_0</math>)</b>	<b>1,5</b>		
<b><math>\alpha</math></b>	<b>143,48</b>		
<b>d (m)</b>	<b>0,07</b>		
<b>Introduire Pmax/H</b>	<b>1,225</b>		
<b>Pmax(m)</b>	<b>188,65</b>		

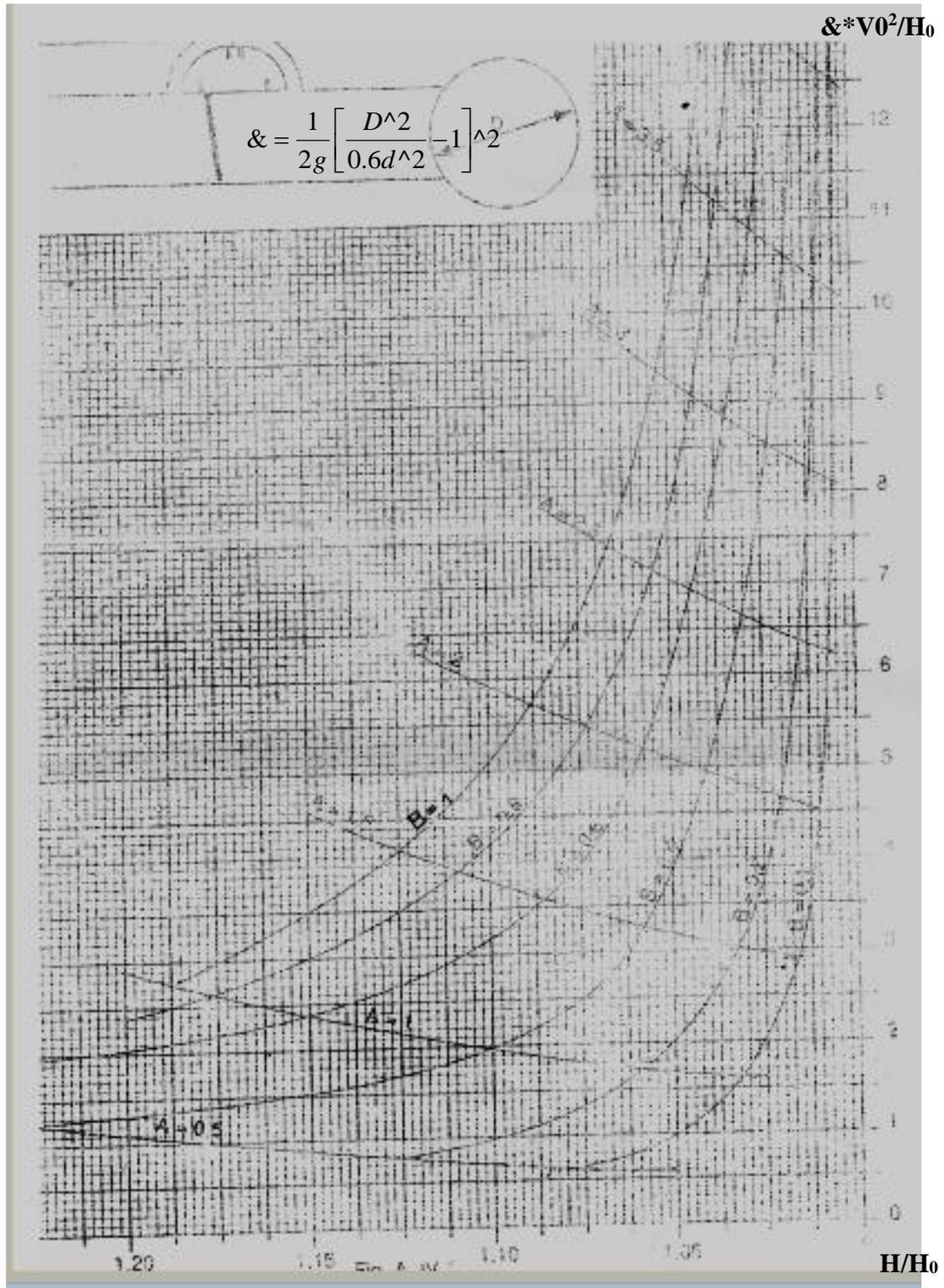
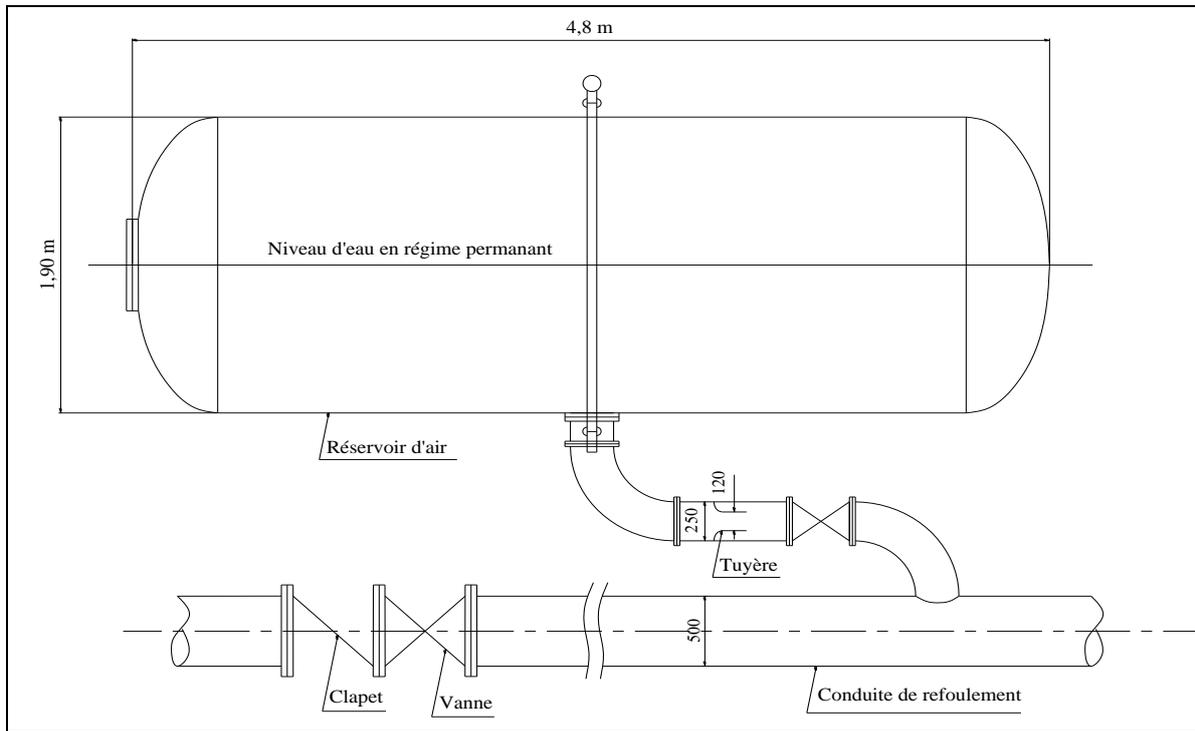


Figure N° VII-4 : détermination de diamètre diaphragme (d) en fonction du A et B. [4]

**VII-3- Installation du réservoir d'air :**

Vu les dimensions du réservoir d'air, ce dernier sera installé à l'extérieur du bâtiment de la station de pompage afin de réduire l'encombrement à l'intérieur de la salle des machines et de gagner sur son génie civil.



**Figure N° VII-5 : Schéma d'installation du réservoir d'air**

**Conclusion :**

Afin de protéger la conduite de refoulement contre le phénomène du coup de bélier, on prévoit l'installation, juste à la sortie de la station de reprise, d'un réservoir d'air avec potence ayant les caractéristiques principales suivantes :

Tronçon	ST-SP01	SP01-SP02	SP02-Réservoir
Volume(L)	6000	4000	2000

## **Introduction :**

Une reconnaissance meilleure du lieu de chantier aide énormément à dresser un planning technologique des engins et leur utilisation rationnelle dans les diverses opérations, afin de pouvoir répondre aux conditions d'espace et temps dictés par le marché.

Donc une bonne organisation de chantier intervient grossièrement dans la diminution du prix de l'ouvrage pour qu'il ne soit onéreux.

Ces constructions présentent des difficultés énormes, mais quelques que soient les problèmes rencontrés, une bonne organisation du chantier est impératif.

## **VIII-1- Organisation technique de préparation :**

Les opérations essentielles dans l'organisation technique pour la construction hydrotechnique commencent par la préparation des documents qui donnent droit à l'organisme l'exécution des travaux de construction.

Cette organisation technique de préparation passe par les étapes suivantes :

- ☞ La période de préparation ou l'établissement de l'ordre chronologique et la démarche dans la réalisation des travaux en qualités et en quantités.
- ☞ La mesure des matériaux de construction sur chantier concernant le lieu et la qualité.

## **VIII-2-Rôles et responsabilités des intervenants sur chantier :**

### **VIII-2-1- Le maître de l'ouvrage :**

C'est une personne morale qu'est la D.H.W pour laquelle ont exécutés les travaux. Son rôle est de définir le but à atteindre, d'organiser le financement et de régler l'avancement des travaux.

### **VIII-2-2- Le maître d'œuvre :**

C'est une personne physique ou morale, chargée par le maître de l'ouvrage pour recevoir le projet, d'établir le dossier de consultation des entreprises, d'assister le maître d'ouvrage dans le dépouillement des offres, de contrôler l'exécution des travaux et de proposer leur réception et leur règlement, après en avoir établi le décompte.

### **VIII-2-3- L'entrepreneur :**

Personne physique ou morale, titulaire d'un marché de travaux conclu avec le maître d'ouvrage, chargée de l'exécution des travaux et. L'entrepreneur est responsable du chantier et de l'ouvrage en cours de construction tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

## **VIII -3-Travaux préparatoires et installation de l'entreprise :**

### **VIII-3-1- Installations destinées au personnel :**

- ☞ Les installations des bureaux et des cités du personnel.
- ☞ des installations communes telles que cantine, infirmerie, ....
- ☞ l'hébergement proprement.

### **VIII-3-2- Installations destinées au stockage des matériaux :**

#### **\*Agrégats :**

Les agrégats destinés à la fabrication du béton (sable, graviers) doivent être stockés dans des réceptions ; il convient de séparer entre les agrégats par un mur de cloisonnement.

Si les agrégats sont sales ou enrobés d'une couche d'argile ou autres, il serait préférable de les laver avec une eau douce avant leur utilisation.

#### **\*Le Ciment :**

Il est essentiel que ces sacs soient à l'abri de l'humidité et loin du sol par un caillebotis. Par ailleurs, il faut organiser l'entrée et la sortie des sacs de façon que certains d'entre eux ne risquent pas de trop vieillir dans la couche inférieure, donc, il est préféré de les stocker dans les silos.

#### **\*Le Béton :**

Le béton employé devra avoir une résistance à la compression à 28 jours de 180 bars, il se compose de sable, graviers de différente granulométrie, d'un liant hydraulique (ciment ou autres) et d'eau.

#### **\*L'eau de gâchage :**

L'eau destiné au gâchage du béton doit satisfaire les normes internationales en :

- Matières organiques : 0.1 (g/l) ;
- Matières en suspension : 0.2 (g/l) ;
- Sels dissout : 1.5 (g/l) ;
- Sulfates : 1.0 (g/l) ;
- Acide humique : 0.05 (g/l) ;
- Acide sulfhydrique : 0.05 (g/l) ;
- Chlorures : 0.1 (g/l).

### **VIII -4- Travaux de réalisation :**

#### **VIII-4-1- Travaux d'excavations :**

Les différentes opérations d'excavation devront être faites selon les données avancées dans le dossier des plans et le programme général des travaux, ces derniers comprennent le décapage, excavation et mise en dépôt des déblais.

#### **VIII-4-2- Travaux secondaires :**

- Aménagement de la zone d'emprunt.
- Reboisement des zones à risque d'érosion au alentour du barrage.
- Protection des décharges contre l'érosion.

### **VIII -5- Les engins de terrassement :**

- Le bulldozer.
- Pelle mécanique.
- Décapeuse.
- Les niveleuses et les camions.
- Les compacteurs à pneus.
- Les compacteurs à rouleaux vibrant.
- Les compacteurs à pied dameurs (à pied de mouton).

**VIII -6- Le devis estimatif :**

**Tableau N° VIII-1 :** devis estimatif de la partie de refoulement

Conduite en PRV D400 PN 16				
désignation	unité	quantité	Prix unitaire(DA)	Montant(DA)
quantité des déblais	M <sup>3</sup>	23 919,00	600.00	14351400.00
quantité des remblais	M <sup>3</sup>	20 321,48	350.00	7112518.00
quantité des sables	M3	2 050,20	1800.00	3690360.00
linaire de conduite	ml	11390	8100.00	92259000.00
Total				117413278.00

**Tableau N° VIII-2:** devis estimatif de la partie de gravitaire

Conduite en PEHD D400 PN 16				
désignation	unité	quantité	Prix unitaire(DA)	Montant(DA)
quantité des déblais	M <sup>3</sup>	37 695,16	600.00	22617094,5
quantité des remblais	M <sup>3</sup>	31758,7087	350.00	11115548,04
quantité des sables	M3	3231,0135	1800.00	5815824,3
linaire de conduite	ml	21540,09	12473.71	268684836
Total				308233302,9

### VIII -7- Planification :

Elle consiste à chercher la meilleure façon économique pour la mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre.

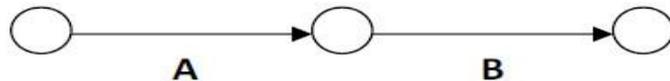
#### VIII -7-1-Techniques de la planification :

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

#### VIII -7-2-Méthodes basées sur le réseau :

##### A. Réseau à flèches :

L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération A précède l'opération B.

##### B. Réseau à nœuds :

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



L'opération (B) ne peut commencer que si l'opération (A) est complètement achevée

- ✓ Construction du réseau.
- ✓ Etablissement d'une liste des tâches.
- ✓ Détermination des tâches antérieures.

### VIII -8- Méthode C.P.M (méthode du chemin critique) :

L'objectif de cette méthode est de réduire le temps de réalisation de l'ouvrage.

#### VIII -8-1-Les étapes de la planification :

- 1) Collection des informations.
- 2) Décomposition du projet.
- 3) Relations entre les tâches.

## Chapitre-VIII-

### VIII -8-2-Les paramètres de la méthode C.P.M :

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	DCP
DFP	<b>DCPP</b>
DFPP	<b>DCPP</b>

Avec :

**TR** : temps de réalisation.

**DCP** : date de commencement au plus tôt.

**DCPP** : date de commencement au plus tard.

**DFP** : date de finition au plus tôt.

**DFPP** : date de finition au plus tard.

**MT** : marge totale.

Et on a :

$$\begin{cases} \mathbf{DFP = DCP + TR} \\ \mathbf{DCPP = DFPP - TR} \end{cases}$$

### VIII -8-3-Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

$$\text{C.C} \iff \begin{cases} \mathbf{MT = 0} \\ \mathbf{\sum TR_{C.C} = D.T.P} \end{cases}$$

#### \*Attribution des durées de chaque opération

$$\mathbf{T = (Q.N)/n} \quad \text{Avec : } Q : \text{Quantité de travail}$$

N : Rendement

n : Nombre d'équipes.

Chapitre-VIII-

VIII -8-4-Symboles des différentes opérations

Tableau N° VIII-3:symboles des opérations et leurs durées

Travaux	Opérations	Durée (mois)
Installation du chantier	A	1
Exécution des tranchées	B	10
Pose du lit de sable	C	2
Pose de canalisation (refoulement)	D	6
Pose de canalisation (gravitaire)	E	10
Remblayage des tranchées	F	10
Réalisation de la Station de traitement	G	18
Réalisation des deux stations de pompages	H	12
Maçonnerie et finition générale.	I	6
Réalisation du réservoir 5000m3	J	12
Evacuation des débris et nettoyage	K	4

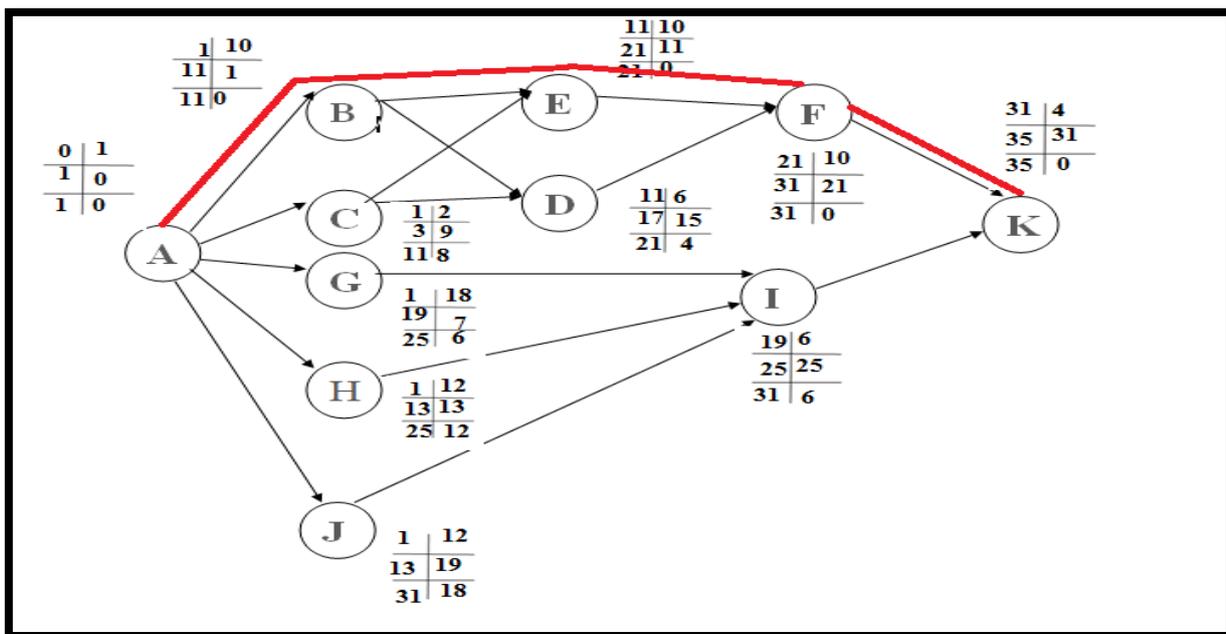


Figure N° VIII-1: Réseau à nœuds.

## Chapitre-VIII-

---

Le chemin critique est : **A---B---E-----F-----K.**

Le temps nécessaire pour la réalisation du transfert est environs **35 mois.**

### **VIII -9- Engins :**

Le matériel utilisé pour les chantiers est le matériel classique des chantiers de travaux publics. L'utilisation de gros engins mécaniques a réduit considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée.

Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une pelle hydraulique.
- Un bulldozer.
- Un chargeur.
- Un vibreur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.

#### **VIII-9-1- Pelle hydraulique :**

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains même durs : marnes compactes, conglomérats, pour le chargement des roches débitées, exploitation des carrières notamment.

La pelle peut porter divers équipement qui en font un engin de travail à plusieurs fins :

- Godet normal pour travail en butée.
- Godet rétro pour travail en fouille et en tranché.
- Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage.
- Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...).
- Dragline pour travail en fouille.

Pour une pelle équipée en rétro ou pelle hydraulique le godet est porté par un bras simplement articulé et actionner par des vérins hydraulique. (Voir schéma ci-après)

La capacité normale de retro-fouilleur est de 300 à 1300 litres. Ce sont des engins à capacité relativement faible car il est rare d'avoir à exécuter à la pelle fouilleuse de très gros terrassement.

#### **VIII-9-2Bulldozer :**

Les tracteurs niveleurs à chenilles (Bulldozer) se sont répandus dans tous les pays du monde depuis les années 1940-45. Leur silhouette est devenue familière sur de très nombreux chantiers et de nombreux conducteurs se sont exercés à la conduite de ces engins. Ainsi tout terrassement doit commencer par le décapage de la terre végétale ou couche supérieure du sol qui contient des débris végétaux; ce résultat est pratiquement obtenu au cours de la déforestation.

Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou à pneus.

L'outil de terrassement est une lame profilée portée par deux bras articulés qu'un mécanisme hydraulique permet d'abaisser ou de lever.

## Chapitre-VIII-

---

Si la lame est en position basse l'engin fait des terrassements par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30cm.

En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régaler des tas de déblais en couche d'épaisseur de 20 à 30cm également.

La position haute est une position de transport (hauteur de la lame au-dessus du sol de 75cm à 1m).

### **VIII-9-3-Chargeur :**

C'est un tracteur à pneus muni de godet de chargement et de déchargement à l'avant, on l'utilisera pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée après pose de la conduite.

### **Conclusion :**

La construction du projet devrait durer environ 3 années d'après la Figure N° VIII-1 (Le chemin critique).

## Introduction :

L'esprit négatif des accédants et maladies professionnelles se répercute sur la production et sur le plan financier et humain qui n'est autre que le capital le plus précieux de ce pays.

Notre objectif essentiel est de réduire au maximum la gravité des accidents. Pour cela, il y a une élaboration de certain nombre des consignes et de règlements appelés :

« *sécurité du travail* ».

## IX-1 Causes des accidents de travail :

Des différents facteurs donnent naissance accédants de travail et se se subdivisent en deux catégories :

- Les facteurs humains.
- Les facteurs matériels.

### IX-1-1 facteur humain :

Englobe les actions dangereuses dans le travail dues au comportement de la nature humain qui nécessite dans certains cas l'intervention d'un médecin et d'un psychologue citant :

- ✚ Le manque de concentration.
- ✚ La fatigue des travailleurs
- ✚ La négligence des travailleurs.
- ✚ Le manque de compétence.

### IX-1-2 facteurs matériels :

Les causes d'accédants d'origine matérielle passent généralement pendant l'exécution des travaux. Elles proviennent :

- ▣ Des outils et engins utilisés.
- ▣ Des conditions d'hygiène et de sécurité (ventilation, production).
- ▣ Des conditions présentes au lieu de travail (éclairage, conditions climatiques).

## IX-2 Autres causes des maladies professionnelles :

### a. La poussière

C'est l'un des facteurs qui cause des maladies graves. Parmi ces maladies nous citons : **la silicose** due aux poussières de silicium qui est l'une des plus grave et des plus fréquentes des maladies professionnelles, notons également **l'asbestose** due aux poussières d'amiante, ainsi que **la sidérose** due aux poussières d'oxyde de fer.

### b. Le bruit

Du au travaille des engins et du matériel utilisant sur chantier. Ce bruit provoque un traumatisme sonore à l'oreille interne, surtout les bruits impulsifs.

### **IX -3 Conditions dangereuses dans le chantier :**

- ❑ Installation non protégée ou mal protégée.
- ❑ Outillages, engins et équipements en mauvais état.
- ❑ Matière défectueuse, stockage irrationnel.
- ❑ Protection individuelle inexistante.
- ❑ Défauts dans la construction.
- ❑ Eclairage défectueux.
- ❑ Facteur d'ambiance impropre.
- ❑ Conditions climatiques défavorables.

#### **IX-3-1 Actions dangereuses :**

- ☞ Intervenir sans précaution sur des installations sous tension, sous pression ou contenant des substances toxiques ou inflammables.
- ☞ Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- ☞ Imprudence durant le travail.
- ☞ Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- ☞ Suivre un rythme de travail inadapté.
- ☞ Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.

### **IX-4 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :**

#### **IX-4-1 protection collective :**

##### **a-Engin de levage :**

La grue, Pipeleers et d'autres engins par leurs précisions et possibilités de manutention variées constituent le poste de travail où la sécurité n'admet pas moindre négligence alors le technicien responsable veillera à :

- ❖ affecter des personnels compétents.
- ❖ Remblayer le plus rapidement possible les pentes de talus, des fouilles longeant la voie, dès que l'ouvrage sort de la terre.
- ❖ Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- ❖ Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

##### **b- Equipement de mise en œuvre du béton :**

Pour cet équipement vu son rôle important, le responsable en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- ❖ Orientation rationnelle de la bétonnière.
- ❖ Implantation sérieuse et précise de tous équipements (silo, goulettes...etc.)
- ❖ Affectation rigoureuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.
- ❖ Application stricte des règlements de sécurité.

### **c- Appareillages électriques :**

Pour limiter, si non éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doivent être que par des électriciens qualifiés.

#### **IX-4-2 Autres protections :**

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sur route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chutes de personnes et d'engins).

- ❖ Eliminer les surcharges en bordures des fouilles.
- ❖ Les travailleurs œuvrent à la pioche ou à la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

#### **IX-4-3 Protection individuelle :**

Les dispositifs de protection individuelle (casque, gant, chaussures, lunettes protectrices,...etc.) sont indispensables pour la protection contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions.

### **Conclusion :**

Des milliers d'accident graves ont leurs origines dans de simples blessures qu'on aurait pu éviter par l'emploi de dispositifs de sécurité (casque, gants masques, lunette...).

Tous ces accidents ainsi que les détériorations du matériel qui les accompagnent fréquemment sont d'autant plus regrettables qu'ils sont presque exclusivement dus à la négligence et à l'inobservation des règles les plus élémentaires de sécurité.

## Conclusion générale :

Dans notre travail, nous avons étudié les installations, les ouvrages de stockage et les équipements hydromécaniques nécessaires pour diriger l'eau de la station de traitement de Babar vers le Réservoir projeté 5000 m<sup>3</sup> (partie refoulement), et de Réservoir projeté 5000 m<sup>3</sup> vers Réservoir existant 2000 m<sup>3</sup> de Chechar (partie gravitaire).

Après l'étude de ce projet on a projeté conduite d'adduction qui nécessitera la projection des ouvrages suivants :

- ❖ Une conduite gravitaire véhiculant le débit de 60l/s du réservoir projeté de 5000 m<sup>3</sup> vers le réservoir existant de 2000 m<sup>3</sup>

- ❖ Une station de traitement et deux stations de pompage refoulent un débit de

159.37 l/s.

- ❖ conduite de refoulement vers un réservoir de 5000 m<sup>3</sup> de mise en charge.

- ❖ Un réservoir anti-bélier a la sortie de chaque station de reprise.

Tout en espérant que cette étude permettra de résoudre le maximum des problèmes rencontrés que ce soit a moyen et a long terme de la ville de Chechar.

En fin la mise en œuvre d'une organisation performante de gestion permet également l'amélioration de la sécurité et du contrôle du fonctionnement du système, la réduction des pertes, la prolongation de la durée de vie des équipements et installations et la réduction des risques de contamination.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] « Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement », Tome I  
P.205, 206, 207.

[2] **C.GOMELL et H.GUERREE** « La distribution d'eau dans les agglomérations de petite et moyenne importance », Edition EYROLLES, 2004, université LAVAL.

[3] **B.SALAH** « polycopie d'Alimentation en Eau Potable », p.30a, 63, 64,72, 73,74, 75,76)

[4] **A. DUPONT** Paris 1979 « Hydraulique urbaine », Tome II, édition Eyrolles, p.237, 350, 351, 260, 267, 268,287.

[5] **A.LENCASTRE** «HYDRAULIQUE GENERALE». Cepadu es-Editions,2000.

[6] **ABRAMOV.N** "Alimentation en eau potable" Moscou, 1982.

[7] MICHEL A MOREL. Exercice mécanique de fluide Tome II, Page  
186.187.188.189.203.204.205

### Mémoires de fin d'étude

AIT AHCENE Mohand Ouamar « Alimentation en eau potable du flan nord de la Wilaya de Tizi Ouzou à partir du barrage de Taksebt (Adduction : station de traitement -réservoir tampon). ENSH, promotion 2008

### Catalogues

[5] **PRV** « Tuyaux et raccords en fibre de verre ».

[6] **Caprari** « pompes multicellulaires à haute pression ».

[7] **LEROY SOMER** « Moteurs asynchrones triphasés »

[8] **CHARLATTE** « Réservoirs hydraulique ».

[9] **Danfoss Socla** « Clapets de non retour ».

[10] **Pont-à-Mousson** « document d'accessoire (robinet vannes) ».

**Tableau N°II-16 : réparation des débits horaires en fonction du nombre d'habitants**

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	5.9	4.9	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

( Source : cours d'A.E.P de Salah Boualem).

**Tableau N°II -6 :  $\beta$  max en fonction du nombre d'habitants**

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
<b>Bmax</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,15</b>

(Source : cours d'A.E.P de Salah Boualem).

**Tableau N°II -9 :  $\beta$  min en fonction du nombre d'habitants**

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
<b><math>\beta</math>min</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,25</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>

(Source : cours d'A.E.P de Salah Boualem).

**Tableau N°I-1 : Températures moyennes mensuelles (c°) à Khenchela**

Année	Jan	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc.	Moyenne
<b>T°moy<sub>max</sub></b>	10.7	12.4	16.3	19.6	25.3	31.3	34.5	33.5	27.2	23.9	15.7	11.7	21.8
<b>T°moy<sub>min</sub></b>	2.4	2.5	5.1	7.6	11.9	16.0	18.8	18.8	15.2	12.0	6.6	3.4	10
<b>T°moy</b>	16.6	7.4	10.7	13.6	18.6	23.4	26.6	25.9	21.5	17.5	11.1	7.6	18.0

(Source : D.H.W Khenchela).

**Tableau N°I-2 : Précipitation Moyennes Mensuelle (mm)**

Année	Jan	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc.
<b>Moyenne (mm)</b>	42.25	32.92	29.17	42.08	59.83	35.25	16.42	41.00	47.83	39.00	45.33	42.33

(Source : D.H.W Khenchela).

**Tableau N°I-3 : vitesse du vent moyenne mensuelle (m/s)**

Année	Jan	Fe	Ma	Av	Ma	Jui	Ju	Aou	Se	Oct	No	Déc	Moyenn
	n	r	r	r	i	n	i	t	p	.	v	.	e
<b>Vent (m/s)</b>	3.8	4.1	4.1	4.6	3.8	3.6	3.5	3.4	3.2	3.0	3.9	3.9	3.8

(Source : D.H.W Khenchela).



