

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
ARBAOUI Abdellah

Département génie de l'eau
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Option : Conception des Systèmes l'irrigation et drainage
THEME

**Étude diagnostic de la station de pompage
De Hadjout**

Présenté par :
M^{re} SAIDI HAKIM

Promoteur :
M^{re} KERID.R

Devant le jury composé de :
Président : M^r B.BENLAOUKLI
Examineurs :

- M^{me} W. AZIEZ
- M^{me} D.DJOUJAR
- M^r R.REKROUK
- M^r D.KOLIAI

Octobre 2011

Remerciements:

Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier mon promoteur monsieur KARID.R pour son aide appréciable, sa disponibilité, et ses conseils fructueux qui m'ont facilité la réalisation de ce travail.

Je remercie tous les membres de ma famille.

Je remercie également tous le corps enseignant de L'ENSH, qui m'ont encadré durant toutes les années d'études.

Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce modeste travail.

Mes remerciements aussi à tous les membres de jury.

Merci à tous.

Hakim .S

œ Dédicace œ

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

a :

 *mes parents*

 *mes soeurs*

 *toute ma famille*

Mes amis

ملخص:

دراستنا يأتي لمعالجة المشاكل من محطة الضخ المياه الموجهة لسقي , لتوفير التأهيل لهذه الأخيرة.
ثم ينتشر لتحقيق الأهداف المحددة مسبقا على ثلاث خطوات أساسية و مترابطة.
ويتمثل الجزء الأول، في دراسة الوضع الحالي للمحطة، والدراسات الاستقصائية والملاحظات، وتصميم الهياكل القاعدية.

الثاني، هو أن تعطي وسائل وأساليب إعادة التأهيل لجميع الأجهزة التالفة والتي تشمل أيضا تقنيات جديدة في التشغيل هدفه خفض استهلاك الطاقة.
في النهاية نحن مهتمون في البيئة والأمن في المحطة.

Résumé :

Notre étude à pour but de relever les problèmes que pose la station de pompage de Hadjout afin de prévoir des travaux de réhabilitation de cette dernière.

Elle s'étale donc, afin d'atteindre les objectifs tracés au préalable, sur trois étapes essentielles et indissociables.

La première partie a concerné en effet, l'étude de l'état actuel de la station, enquetes et constats, dimensionnement des ouvrages.

La deuxième, elle consiste à donner les modes et les méthodes de réhabilitation de tous ce qui détérioré, comprend le mode de fonctionnement de cette station pour la réduction de consommation d'énergie est ce là jeu sur la vitesse variable dans la circulation des fluides.

En fin nous intéressons à l'environnement de la sécurité dans cette station.

Abstract :

Our study comes up to address the problems of Hadjout pumping station to provide for the rehabilitation of the latter.

Then it spreads to achieve the objectives set in advance on three essential and interrelated steps.

The first part is concerned, in fact, the study of the current state of the station, surveys and observations, design of structures.

Second, it is to give the modes and methods of rehabilitation of all damaged which includes the operating mode of this resort to reducing energy consumption is what this game on the variable-speed fluid flow.

In the end we are interested in the security environment in the station.

SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i>	1
Chapitre I Présentation de la zone d'étude :	
<i>I.1 Introduction</i>	3
<i>I.2 situation géographique</i>	3
<i>I.3 stabilité de la région</i>	5
<i>I.3.1 du point de vue sismique</i>	5
<i>I.3.2 groupes d'usage</i>	5
<i>I.3.3 du point de vue érosion (nature de sol)</i>	5
<i>I.4 présentation du périmètre</i>	6
<i>I.4.1 L'équipement du périmètre comprend</i>	6
<i>I.4.2 Réseaux d'irrigation</i>	6
<i>I.4.2.1 Secteurs irrigues par pompage</i>	7
<i>I.4.2.2 Secteurs irrigues par gravite</i>	7
<i>I.5. climatologie</i>	9
<i>I.5.1 Température</i>	9
<i>I.5.2 Vitesse du vent</i>	9
<i>I.5.3 Evaporation</i>	9
<i>I.5.4 Humidité relative</i>	11
<i>I.5.5 Tension de vapeur</i>	11
<i>I.5.6 Ensoleillement</i>	11
<i>I.5.7 Phénomènes météorologiques</i>	12
<i>I-6- pluviométrie</i>	12

<i>I-6-1 pluviométrie moyenne mensuelle</i>	12
<i>I-6-2 Répartition annuelle moyenne de la pluviométrie</i>	12
<i>I-6-3 Nombre moyen de jours pluvieux</i>	13
<i>I-7 Ressources en eau</i>	13
<i>I-7-1 Modélisation du barrage de Boukourdane</i>	13
<i>I-7-1-1 La géométrie de la retenue</i>	13
<i>I-7-1-2 Caractéristiques de la retenue</i>	13
<i>I-7-1-3 Apports annuels des oueds au niveau du barrage en Mm³/an</i>	15
<i>I-7-1-4 Pluviométrie et évaporation sur le plan d'eau</i>	15
<i>I-7-1-5 Demande en eau de l'AEP</i>	15
<i>I-7-1-6 La demande des besoins en eau des cultures de la tranche II</i>	16
<i>I-7-2 Les eaux souterraines</i>	16
<i>I-7-3 La qualité des eaux d'irrigation</i>	16
<i>I-8- conclusion</i>	17

Chapitre II estimation des besoins en eau d'irrigation :

<i>II.1 Introduction</i>	19
<i>II.2 Les cultures existantes dans la zone d'étude</i>	19
<i>II.3. Les cultures irriguées</i>	20
<i>II.4 Surface irrigable et surface cultivées</i>	20
<i>II.5 calcul des besoins en eau du périmètre selon le modèle choisie:</i>	23
<i>II.5.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC):</i>	23
<i>II.5.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:</i>	23
<i>II.5.3 Méthode de M^R PENMAN&MOTHEIT modifiée</i>	24

<i>II.5.4 La pluie efficace:</i>	25
<i>II.5.5 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETC):</i>	26
<i>II.5.6 Efficience de l'irrigation:</i>	26
<i>II.5.7 Besoins nets et Bruts en eau d'irrigation:</i>	27
<i>II.6.CONCLUSION</i>	23

Chapitre III diagnostic de la station de pompage de Hadjout :

<i>III-1- introduction</i>	32
<i>III-2- problématique</i>	32
<i>III-3- description générale</i>	32
<i>III-3-1 équipements hydromécanique de la station</i>	33
<i>III-3-1-1 les pompes existant</i>	33
<i>III-3-1-2 les moteurs</i>	35
<i>III-3-1-3 grilles écran d'aspiration d'eau</i>	35
<i>III-3-1-4- les compresseurs</i>	35
<i>III-3-1-5- le pont-roulant</i>	35
<i>III-3-1-6 réservoir anti-bélier</i>	36
<i>III-3-1-7 les vannes</i>	36
<i>III-3-2 équipements électrique</i>	36
<i>III-3-3- matériels de sécurité</i>	38
<i>III.4.Réhabilitation de La station de pompage</i>	39
<i>III.4.1 Calcul de la hauteur manométrique totale</i>	39
<i>III.4.2.les pompes</i>	40
<i>III.4.3. les équipements en amont et en aval de la pompe</i>	43
<i>III.4.3.1. équipements en amont</i>	43
<i>III.4.3.2 équipement en aval de la pompe</i>	45

<i>III.4.4. autres équipements</i>	47
<i>III.4.5. étude de la cavitation</i>	47
<i>III.4.6. protection de conduites contre le phénomène de coups de bélier</i>	48
<i>III.4.6.1. présentation du phénomène</i>	48
<i>III.4.6. protection de conduites contre le phénomène de coups de bélier</i>	38
<i>III.4.6.1. présentation du phénomène</i>	48
<i>III.4.6.2. explication du phénomène</i>	48
<i>III.4.6.3. moyen et équipement de protection</i>	49
<i>III.4.6.4 méthode de calcul du volume d'air dans le réservoir</i>	50
<i>III.7. état actuel du bâtiment de la station de pompage</i>	51
<i>III.7.1 état extérieur du bâtiment</i>	52
<i>III.7.2 état intérieur de la station</i>	52
<i>III.7.2.1 examens pour l'évaluation de la détérioration des éléments en béton</i>	52
<i>III.7.2.2 examen pour l'évaluation de l'endommagement des éléments en acier</i>	53
<i>III.8 conclusion</i>	53

Chapitre IV recommandation pour la réhabilitation :

<i>IV-1-Introduction</i>	55
<i>IV-2- Réhabilitation fonctionnelle</i>	55
<i>IV-2-1- Grilles Ecran d'aspiration d'eau</i>	55
<i>IV-2-2- Les pompes</i>	55
<i>IV-2-3- Les vannes</i>	55
<i>IV-2-4- Le pont –roulant</i>	55
<i>IV-2-5- Les équipements électriques</i>	55
<i>IV-3- Réhabilitation architecturale</i>	56
<i>IV-4- Réhabilitation structurale</i>	57
<i>IV-4-1- Description des types de réhabilitation des éléments en béton</i>	57

<i>IV-4-1-1- Travaux de réhabilitation mineure</i>	57
<i>IV-4-1-2- Travaux de réhabilitation majeure</i>	57
<i>IV-4-1-3- Remplacement de l'élément structural</i>	57
<i>IV-4-1-4- Réhabilitation des chasses- rous en béton, des dalles reposant sur sol, des éléments en béton non- structuraux</i>	58
<i>IV-4-2- Description des méthodes de réhabilitation des éléments en acier</i>	58
<i>I-4-2-1- Nettoyage de corrosion mineure et repeinture</i>	58
<i>IV-4-2-2- Remplacement des éléments en acier</i>	58
<i>IV-4-2-3- réhabilitation des connexions en acier</i>	58
<i>IV-4-2-4- réhabilitation des revêtements métalliques et des grilles métalliques</i>	58
<i>IV-4-2-5- Réhabilitation des murs et des dalles</i>	58
<i>IV-4-2-6- protection des conduites contre la corrosion</i>	58
<i>IV-4-2-7- Importance de l'étude de la corrosion</i>	59
<i>IV-4-2-8- Protection interne</i>	59
<i>IV-4-2-9- Protection externe</i>	59
<i>IV-5- Protection contre le séisme et l'érosion</i>	59
<i>IV-6- Résolution des autres problèmes</i>	59
<i>IV.7- conclusion</i>	59

Chapitre V Variation de débit par variation de vitesse du moteur :

<i>V.1.Introduction</i>	62
<i>V.2 Pompes centrifuges</i>	62
<i>V.2.1 Variation de débit à vitesse fixe</i>	62
<i>V.2.1.1 Utilisation de vannes en aval de la pompe</i>	62
<i>V.2.1.2 Utilisation d'un circuit de dérivation (by-pass)</i>	63
<i>V.2.1.3 Fonctionnement intermittent</i>	64
<i>V.2.1.4 Couplage de pompes</i>	64
<i>V.2.1.5 Fonction supprimeur</i>	65

<i>V.2.2. Fonctionnement à vitesse variable</i>	67
<i>V.2.2. 1 Variation du débit dans un circuit donné</i>	69
<i>V.2.2. 2 Variation de la puissance pour différents types de circuits</i>	71
<i>V.3 Comparaison de différentes solutions</i>	72
<i>V.4 Conclusion</i>	73

Chapitre VI Impacte de la station de pompage sur l'environnement :

<i>VI. Introduction</i>	75
<i>VI.2. L'hygiène et sécurité dans les stations de</i>	75
<i>VI.3. les risques à considérer lors de conception des ouvrages</i>	75
<i>VI.4. Les risques provenant des matériels et machines</i>	76
<i>VI.4.1 Installation électrique</i>	76
<i>VI.4.2 Appareils de levage</i>	76
<i>VI.4.3 Appareils pression</i>	76
<i>VI.5. les risques provenant de produits dangereux</i>	76
<i>VI.6. les travaux dans les stations de pompage</i>	77
<i>VI.7. Environnement de la station de pompage</i>	79
<i>VI.7.1. Impact bruit et vibration de station de pompage:</i>	79
<i>VI.7.1.1 définition de bruits</i>	80
<i>VI.7.1.2. origine des bruits</i>	80
<i>VI.7.1.3. lutttes contre les bruits aériens</i>	80
<i>VI.8. Conclusion</i>	81

Conclusion générale

Liste des figures

Figure .I.1: Plans de situation

Figure .I.2: Mitidja ouest-tranches 2 schéma de l'ossature hydraulique

Figure .I.3: L'évaporomètre classe A

Figure .I.4: Courbes hauteur- volume- surface de la retenue Boukourdane

Figure III .1 Courbe caractéristique de la pompe existant.

Figure III.2 : Les courbes caractéristiques de la pompe choisie

Figure III.3 : point de fonctionnement des pompes choisies

Figure .V. 1: Diagramme variation de débit par utilisation d'une vanne

Figure .V. 1 Variation de débit par utilisation d'une vanne de dérivation.

Figure .V. 3 : Association de pompes en parallèle

Figure .V .4 Association de pompes identiques en parallèle

Figure .V. 2 Utilisation d'une pompe d'appoint

Figure .V. 3 Fonctionnement d'un supprimeur à débit

Figure .V. 4 Fonctionnement d'un sur presseur à débit décroissant

Figure .V. 5 Caractéristiques d'une pompe centrifuge pour deux valeurs de vitesse

Figure .V. 6 Caractéristiques $P(Q)$ d'une pompe centrifuge pour deux valeurs de vitesse

Figure .V.7 Variation de débit à vitesse constante et à vitesse variable

Figure .V.8 Variation de puissance à vitesse variable

Figure .V.9 Variation de puissance pour différents types de circuits

Figure .V.10 Caractéristiques des pompes et du circuit

Figure .V. 11 Caractéristiques des pompes et du circuit

Liste des tableaux

Tableau I.1 : secteurs d'irrigation superficielle équipé et irriguée

Tableau I.2 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.

Tableau I.3 : Vitesse du vent en Km/h

Tableau I.4 La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation

Tableau I.5 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %

Tableau I.6 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar

Tableau I.7 : Ensoleillement en heures

Tableau I.8 : Phénomènes météorologiques en jours

Tableau I.9 : Pluviométrie moyenne mensuelle

Tableau I.10 : Nombre moyen des jours pluvieux

Tableau I.11 : Les volumes – Surfaces – Hauteur de la retenue

Tableau I.12 : Apports annuels au niveau du barrage

Tableau I.13 : Pluviométrie et évaporation sur le plan d'eau

Tableau I.14 : La demande en eau potable

Tableau I.15 : La répartition mensuelle des besoins en eau des cultures

Tableau I.16 : Qualité de l'eau d'irrigation

Tableau II.1 : Occupation du sol des exploitations enquêtées par les cultures.

Tableau II.2: l'état de souscription - arrêté au 13/12/2010.

Tableau II.3 : le modèle d'assolement choisie dans le périmètre d'étude.

Tableau II.4: Représentation de l'assolement choisi.

Tableau II.5:Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman & Monteith.

Tableau II.6: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.

Tableau II.7: Besoins en eau des cultures en mm

Tableau II.8: Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau

Tableau III.1.Le choix de nombre de pompes.

Tableau VI .1: Plan de sécurité adapter aux travaux de terrassement généraux, de soutènement et de fondations profondes

Liste des planches :

Planche I : schéma d'adduction des eaux d'irrigation de périmètre C tranche II Mitidja ouest

Planche II : plan d'équipements de la station de pompage de Hadjout

Planche III : profil en long de la conduit de distribution

Liste des annexes :

Annexe I : schéma des équipements et schéma divers

Figure. I .1 : découpage des zones sismiques en Algérie

Figure III.2 Le schéma de la pompe

Figure III.3. Clapet anti- retour

Figure III.4 ventouse.

Figure III.5. Joint de raccordement.

Figure III.6 .robinet vanne

Figure III.6 .robinet vanne

Annexe II : photos prises dans la station de pompage de Hadjout

Figure .III.1. Les compresseurs d'aire installés pour le maintien de la pression d'air requise à l'intérieur des réservoirs anti-bélier.

Figure III.2 .Les boulent de fixations de pont roulant

Figure.III.3. réservoir anti-bélier

Figure III.4.les vanne porte est installée sur chacun des quatre conduites de refoulement connectant des pompes au collecteur principal

Figure.III.5.les tableaux de commende des pompes

Figure III.6. Le secteur n'est pas installé dans le réservoir

Figure III.7. Débitmètre

Figure.III.8.les pompe endommager

Figure .III8. Vanne régulatrice place dans la conduite de refoulement

Figure .III.9 conduite corrodé

Introduction générale

L'eau est l'élément naturel le plus précieux pour toutes les régions du globe, c'est pourquoi, à l'heure actuelle, il est devenu absolument impératif de planifier avec une efficacité réelle l'utilisation de l'eau pour la production végétale. Mais malheureusement, cette ressource est de plus en plus rare et coûteuse.

Dans ce contexte, l'utilisation de toutes les potentialités s'avère nécessaire, car les ressources en eau sont considérées comme un facteur décisif pour l'augmentation de la production agricole et un élément déterminant pour la croissance économique du pays et l'amélioration des conditions de vie du citoyen.

Sachant que l'hydraulique constitue le préalable à tout développement économique, la loi de finance réserve chaque année une des plus importantes enveloppes à ce secteur. Les objectifs prévus englobent la construction d'infrastructures nouvelles comme les stations de pompes ou la rénovation systématique des anciennes, en vue de l'économie de l'eau.

Pour ce faire nous avons établi un plan de travail composé de six chapitres.

Dans le premier chapitre, nous présentons la zone d'étude, dans le deuxième chapitre, nous estimons les besoins en eau d'agriculture, dans le troisième chapitre en fait un diagnostic de la station de pompage, en suite, dans le quatrième chapitre nous proposons différentes recommandations nécessaires pour la réhabilitation de cette station du point de vue fonctionnel, architecturale et structurale.

Dans le cinquième chapitre on fait varier le débit en fonction de la vitesse du moteur pour avoir un meilleur rendement avec le minimum d'énergie. Et dans le dernier chapitre on parle sur l'impact de la station de pompage sur l'environnement et la sécurité du travail d'une station de pompage doivent être une première préoccupation dans l'exploitation.

I-1- Introduction :

L'étude d'un sujet qui étroitement une station de pompage nécessite la connaissance des données naturelles de la zone, de son emplacement, sa situation et sa stabilité.

I-2-situation géographique :

La zone d'étude fait partie du périmètre de la Mitidja Ouest tranche II, qui constitue avec deux autres grands périmètres irrigués, périmètre sahel algérois et périmètre tranche I.

Cette dernière couvre une superficie d'environ 15600 ha, dont **1200 ha** se situent au niveau de la wilaya de Blida et **14 400 ha** dans la Wilaya de Tipaza

La station de pompage à étudier se trouve dans la commune de Hadjout de la wilaya de Tipaza elle est limitée

- Au Nord : Tipaza
- Au Sud : Bourkika
- A l'Est : Sidi Rachad
- A l'Ouest : Sidi Amar

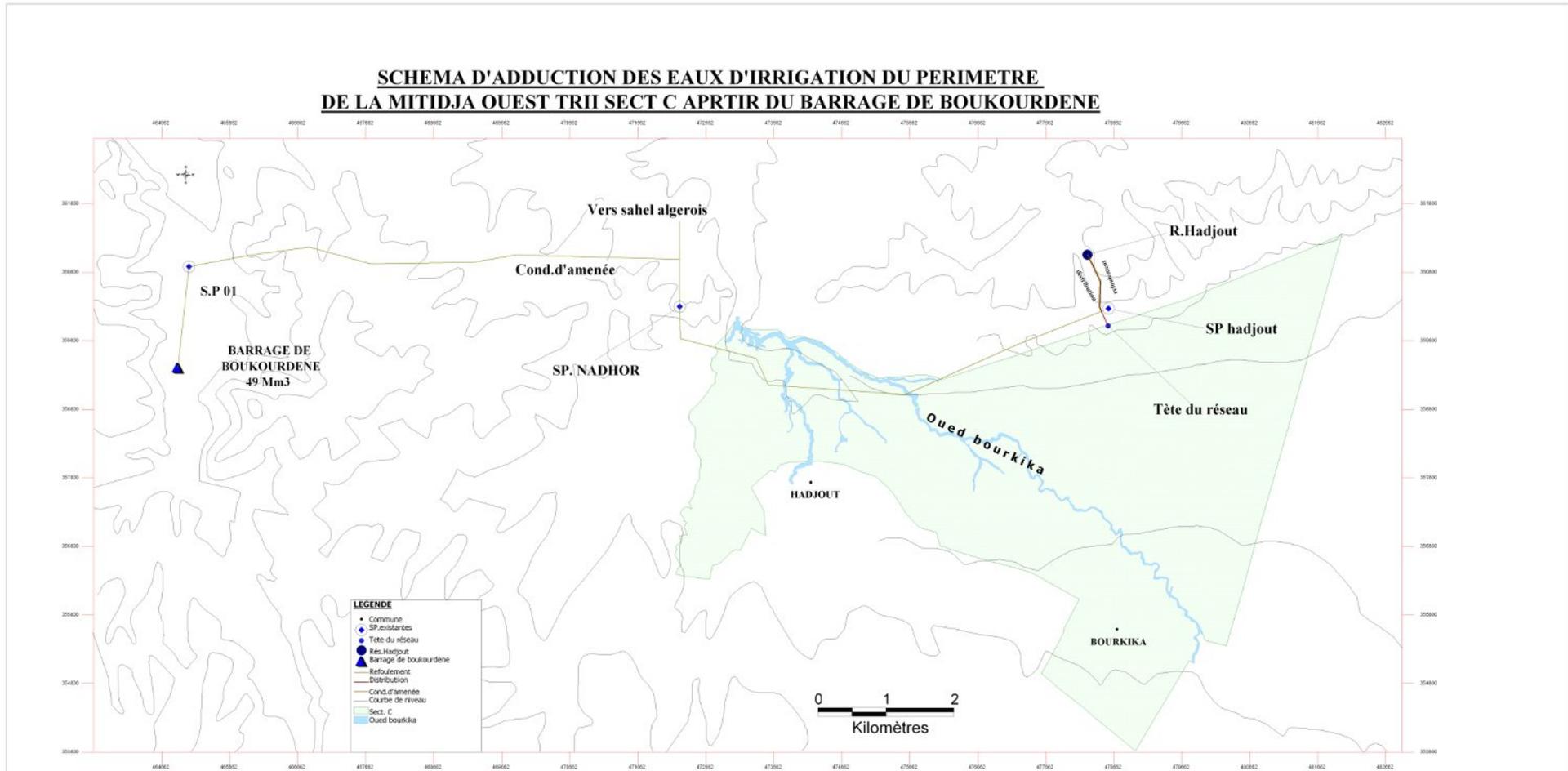


Figure I.1: Plans de situation

I-3- stabilité de la région :

Une grande partie du nord de l'Algérie est susceptible d'être soumise à l'importante secousse sismique. L'intensité de ses secousses est suffisante pour causer d'importants dommages et / ou ruines des constructions à moins que celles-ci ne soient conçues et construites de manière adéquate pour résister à ces effets. Ainsi que le phénomène d'érosion qui dépend de type de sol rentre dans l'étude de stabilité de la région.

I-3-1- du point de vue sismique :

La ville de Hadjout se trouve dans la zone territoriale où l'intensité sismique est non négligeable, car elle se situe au-dessus de la faille tectonique qui sépare le continent Africain du continent Européen. Donc les études de génie civil doivent prendre en considération cette particularité. (Voir figure I.1 annexe I)

I-3-2- groupes d'usage :

Le degré de sécurité accordé à un ouvrage dépend de son importance pour la communauté.

Trois groupes d'usage sont définis :

Groupe d'usage 1 :

Sont classés dans ce groupe les ouvrages de grande importance :

- a) construction de première nécessité (grands hôpitaux ...)
- b) ouvrages d'art devant rester fonctionnels pendant et après un séisme, certains réservoirs et châteaux d'eau, station de pompage etc.

Groupe d'usage 2 :

Sont classés dans ce groupe les ouvrages d'importance moyenne ou construction courantes.

- a) Bâtiment à usage d'habitation.
- b) Bâtiments administratifs ou à usage de bureaux.
- c) Autres bâtiments.

Groupe d'usage 3 :

Sont classées dans ce groupe les constructions relativement peu importantes, par exemple :

- a) constructions provisoires.
- b) Constructions industrielles et agricoles à un niveau qui abritent des biens de faible valeur. Alors est comme la station d'Hadjout à une grande importance ce qui implique qu'elle est appartienne au groupe d'usage 1.

I-3-3- du point de vue érosion (nature de sol) :

- Le calcul des fondations doit tenir compte des conditions du sous-sol au site.
- Dans l'évaluation des conditions de sous-sol et la conception des fondations ; une attention particulière doit être portée aux conditions de site potentiellement dangereux tels que :
 - Remblais non compactés.
 - Alluvions récentes avec une nappe aquifère peu profonde et possédant un potentiel de liquéfaction :
- Zone où il existe un potentiel élevé de glissement de terrain.

- Selon la manuel (règle parasismique algériennes), la zone d'étude ou elle est implantée la station de Hadjout à un sol meuble ce qui favorise l'érosion. [2]

I-4- présentation du périmètre :

Le périmètre de la Mitidja Ouest tranche II couvre une superficie équipée de **15600 ha** dont **1200 ha** se situe au niveau de la wilaya de Blida et **14 400 ha** dans la Wilaya de Tipaza.

Il est limité :

- A l'Est par l'Oued Buroumi
- A l'Ouest par les collines de Hadjout
- Au sud par le piedmont de l'Atlas blidéen.

I-4-1 L'équipement du périmètre comprend :

- Un réseau d'irrigation par pompage
- un réseau d'irrigation par gravité
- Deux Adducteurs
- Un réseau d'assainissement et de pistes
- Trois (03) stations de pompage, trois (03) réservoirs de régulation et une prise gravitaire.

Le périmètre est subdivisé en sept (07) secteurs d'irrigation

Tableau I.1 : secteurs d'irrigation Superficie Equipée et Irriguée

Type d'Irrigation	Secteur	Superficie Equipée (ha)	Superficie Irriguée (ha)
Pompage	A	2 450	2250
Pompage	B	2 330	1983
Pompage	C	3 020	2389
Gravitaire	D	3 620	3130
Gravitaire	E	1 750	1470
Gravitaire	F	650	547
Gravitaire	G	1 780	1632
	Total	15 600	13401

Source : office Nationale D'irrigation et de drainage (ONID) Alger

Le périmètre sera irrigué à partir des lâchers d'eau du barrage Bouroumi et par pompage du barrage Boukerdane

___Le volume d'eau affecté au périmètre est de **75 HM3** dont **62 HM3** proviennent du barrage Bouroumi et **13 HM3** du barrage Boukerdane.

I-4-2 Réseaux d'irrigation :

Le périmètre d'irrigation de la Mitidja Ouest Tranche 2 de **15 600 ha** équipés est subdivisé en trois (03) secteurs irrigués par pompage et quatre (04) secteurs par gravité.

I-4-2-1 Secteurs irrigues par pompage :

Le secteur A (2450 ha) d'El-Affroun irrigué par pompage se trouve dans les territoires des communes d'El-Affroun en grande partie et également dans les communes de Bouroumi de Mouzaia et de Ahmeur El-Ain.

Le secteur A est irrigué à partir de la station de pompage d'El-Affroun avec un débit en tête de **1428 l/s**.

Cette station se trouvant sur le canal rive gauche alimente en eau le secteur A par la branche A en béton et amiante ciment (9 774ml et diam.200mm à 1000mm) et par la sous branche AA en amiante ciment (1380ml et diam.400mm) en passant par le réservoir de régulation de capacité globale **492 m3**

Le Secteur B (2330 ha) se trouve dans les communes de Ameur El-Ain et de Bourkika.

Le secteur B est irrigué à partir de la station de Lalla-Aicha, équipée de trois pompes avec un débit en tête de **995 l/s**.

Cette station est alimentée en eau par l'adducteur haut qui à son tour dessert le réseau du secteur B par la branche B en béton et en amiante ciment (8 031ml et de diam.de 150 à 1000mm) en passant par le réservoir de régulation de capacité globale **460 m3**.

Le Secteur C (3020 ha) se trouve en totalité dans la commune de Hadjout.

Le secteur C est irrigué par pompage à partir de la station de Hadjout (**1369 l/s**) alimentée par la conduite en béton du transfert de Boukerdane en diam. 1250mm.

Cette station dessert le réseau du secteur Hadjout par la branche C en béton et amiante ciment (7 340ml et de diam. 200 à 1000mm) en passant par le réservoir de régulation de capacité globale **488 m3**

I-4-2-2 Secteurs irrigues par gravite :

Le secteur D (3620 ha) se trouve dans les communes d'Attatba en grande partie et également dans la commune d'El-Affroun.

Le réseau du secteur D est alimenté par la branche D d'un linéaire de 18 050 m conduite béton et amiante ciment de diam. Allant de 200 à 1250mm.

La branche D avec un débit en tête de **2268 l/s** prend son départ au niveau de la chambre de vannes AD1 sur l'adducteur bas (équipée d'une vanne de sectionnement de diam.1250mm et d'un by-pass de diam.200 mm).

Secteur E (1750 ha) se trouve dans la commune de Ameer El-Ain

Ce secteur est alimenté par la branche E. Cette branche E avec un débit en tête de **730 l/s** prend son départ de l'adducteur bas au niveau de la chambre de vannes AD2, équipée d'une vanne de sectionnement de diam. 800 mm et un bypass de diam. 150 mm.

Secteur F (650 ha) se trouve dans la commune d'Ameer El Ain

Le secteur F est desservi par la branche F avec un débit en tête de **245 l/s** à partir de la chambre de vanne AD3 se trouvant sur l'adducteur bas (équipée de vanne de sectionnement de diam. 400 mm et d'un by-pass de diam. de 100 mm).

Secteur G (1780 ha) se trouve en grande partie dans la commune de Sidi – Rached et également dans la commune de Bourkika.

Le secteur G est alimenté par la branche G qui prend son départ à la fin de l'adducteur bas avec un débit en tête de **619 l/s**.

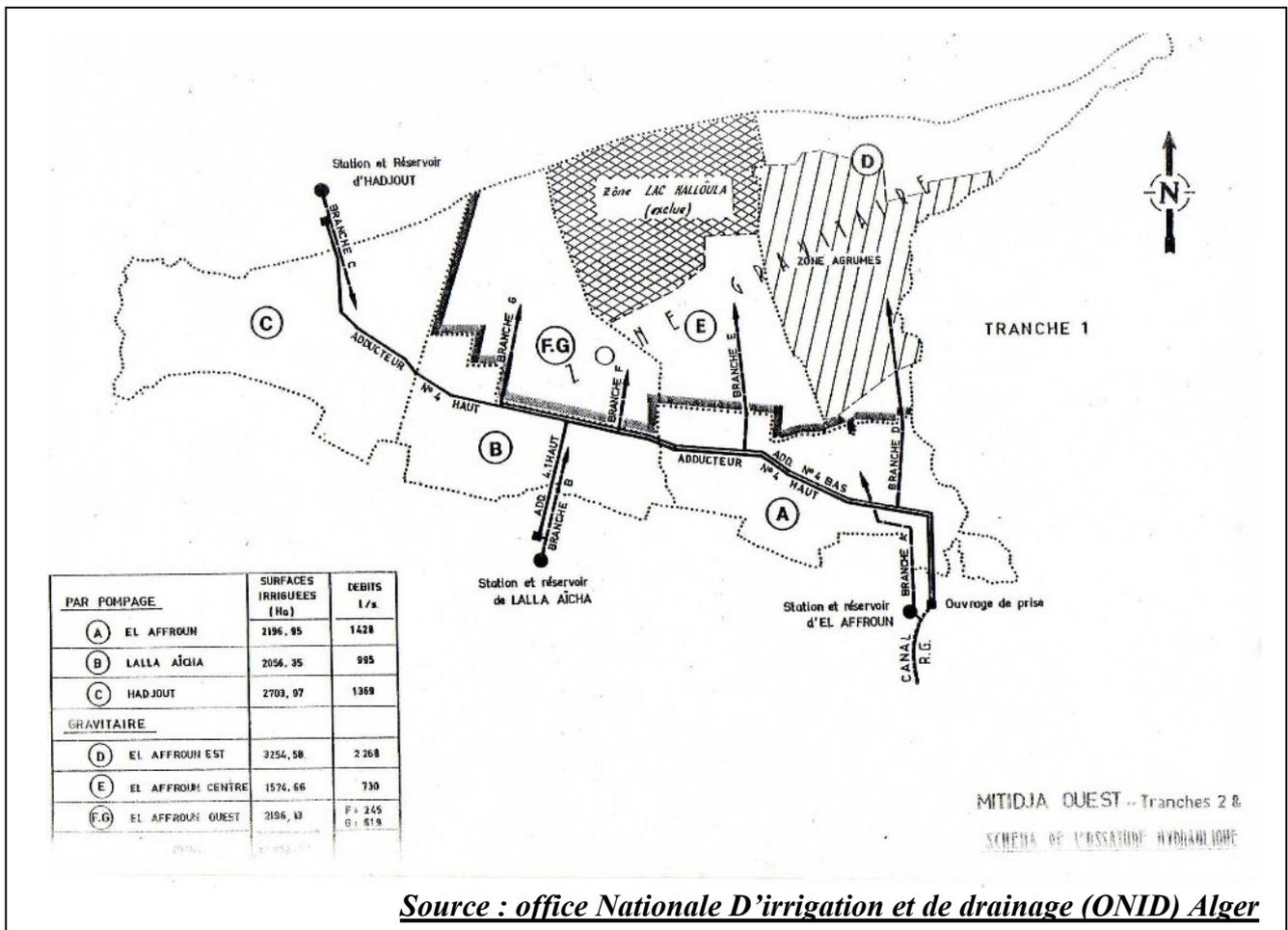


Figure I. 2: Mitidja ouest-tranches 2 schéma de l'ossature hydraulique

I-5- climatologie :

Les facteurs climatologiques sont des paramètres très importants qui rentrent dans la détermination du régime hydrologique. Ils sont utilisés dans le calcul des formules empiriques.

L'estimation des différentes caractéristiques climatiques (température, vitesse du vent, humidité et évaporation...), relative à la zone d'étude est faite sur la base des données relevées à la station climatologique du barrage de Boukourdene (X = 464,4 m; Y = 359,9 m et Z = 110 m), qui se situe assez proche de la région d'étude avec une altitude similaire.

I.5.1 Température

La distribution mensuelle de la température est donnée au tableau I.1

Tableau I.2 : Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
Température Moyenne (° C)	23,5	19,9	15,6	12,2	10,8	11,6	13,5	15,1	19,3	23,2	26,7	27,0	18,2

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

D'après le tableau ci-dessus, on enregistre une température moyenne de 18,2 °C, et une moyenne minimale pendant le mois de Janvier 10,8 °C et une moyenne maximale pendant le mois d'aout avec 27 °C.

I.5.2 Vitesse du vent :

Les valeurs moyennes de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station installée au niveau du barrage Boukourdene sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.3 : Vitesse du vent en Km/h.

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
Vitesse du vent (km/h)	3,5	3,1	3,2	3,6	3,8	3,7	3,5	3,6	6,1	3,1	3,1	3,0	3,6

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année, La moyenne annuelle est de 3,6 km/h.

Les vents dominants y sont de direction Ouest.

I.5.3 Evaporation

L'évaporation représente un paramètre essentiel dans l'analyse de la ressource en eau, c'est pourquoi une bonne estimation est nécessaire sur la base de l'évaporomètre classe A installé au niveau du barrage de Boukourdene.

La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau I. 4

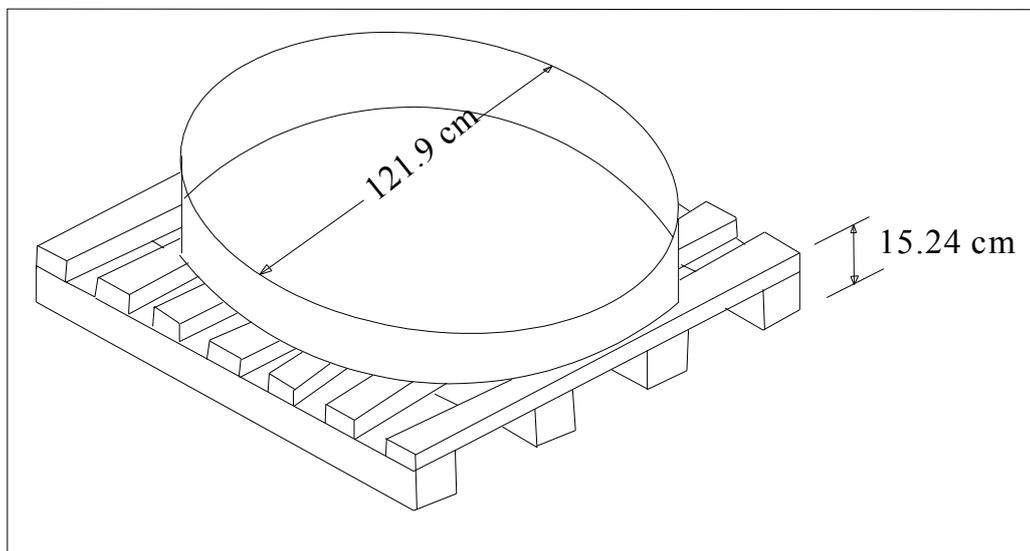
Tableau I.4 La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	totale
Evaporation moyenne (mm)	123,1	92,2	51,9	42,9	42,7	50,5	75,2	94,1	124,6	156,2	185,6	172,2	1211,2

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante pendant la période allant du mois de mai à septembre et elle est plus faible du mois de novembre à janvier.

Le cumul annuel est de 1211 mm.

**Figure I.3** : L'évaporomètre classe A

La station de Boukourdene est une station oscillaire gérée par l'ANRH pour cela elle n'enregistre pas toutes les caractéristiques climatiques. A cet effet, on a eu recours aux données enregistrées à la station de Dar El Beida qui est une station professionnelle, cette dernière se localise à 75 Km à vol d'oiseau de la région d'étude. C'est la station la plus proche, qui enregistre toutes les caractéristiques climatiques pour la période (1993 – 2010).

I.5.4 Humidité relative :

La distribution mensuelle de l'humidité de l'air est présentée dans le tableau 4.

Tableau I.5 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %.

paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
H %	77,8	79,5	75,2	73,9	73,9	68,5	67,9	68,9	67,5	74,8	77,7	76,5	73,5

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

L'examen de la répartition mensuelle, montre que l'humidité relative de l'air est généralement plus élevée en saison automnale. Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois d'automne (75 - 80%), lorsque les températures sont minimales.

Les valeurs d'humidité les plus faibles sont enregistrées en été.

I.5.5 Tension de vapeur :

La distribution moyenne mensuelle de la tension de vapeur d'eau est donnée au

Tableau I.6 : Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar.

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Tension de vapeur (mbar)	19,7	17,1	13,2	11,2	10,1	10,5	11,7	12,8	16,3	19,1	22,2	22,7

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

Les valeurs moyennes mensuelles minimales et maximales de la tension de vapeur d'eau se situent respectivement en mois de Janvier (10 mbar) et au mois d'Août (22 mbar).

I.5.6 Ensoleillement :

Nombre d'heure d'ensoleillement dans la région est assez élevée ; la moyenne annuelle est de 7,7 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 2821 heures.

Tableau I.7 : Ensoleillement en heures.

Année/Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Nbr d'heure	253	225	170	155	167	180	230	244	267	300	328	303	2821
Heure/jours	8,4	7,2	5,5	5,0	5,4	6,2	7,4	8,1	8,6	10	10,6	9,8	7,7

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

I.5.7 Phénomènes météorologiques :

Les différentes caractéristiques climatiques sont données dans le tableau suivant pour la période 1993 – 2009.

Tableau I.8 : Phénomènes météorologiques en jours.

paramètre	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	an
Géle	8	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	3	23
Siroco	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	2	18
Grêle	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2010

Le Sirocco qui est un vent saharien violent, très sec et très chaud, souffle en moyenne pendant 18 jours par an.

I-6- pluviométrie :

I-6-1 pluviométrie moyenne mensuelle :

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observations de 32 ans (1970 à 2001) à la station de Hadjout

Tableau I.9 : Pluviométrie moyenne mensuelle

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
P(mm)	77,54	65,53	66,53	52,41	33,31	19,79	1,14	2,6	26,83	59	79,9	85,95

Source A.N.R.H (service hydrologie)

I-6-2 Répartition annuelle moyenne de la pluviométrie :

- Saison pluvieuse de Novembre à Mars
- Saison sèche de Juin à Septembre
- Saison moyenne d'Avril, Mai et Octobre

I-6-3 Nombre moyen de jours pluvieux

Le nombre moyen mensuel de jours pluvieux dans la région est porté dans le tableau suivant :

Tableau I.10 : Nombre moyen des jours pluvieux

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	oct	Nov	Dec
Jours	10	8	10	7	6	5	1	3	5	9	10	10

Source A.N.R.H (service hydrologie)

I-7 Ressources en eau :

Vu le site de la région ; la variété de ressource en eau se présente, en premier lieu, en eaux superficielles, particulièrement, les apports de l'oued El Hachem et les eaux transférées de l'oued Nador stockés dans le barrage de Boukourdane, puis les eaux souterraines :

I-7-1 Modélisation du barrage de Boukourdane :**I-7-1-1 La géométrie de la retenue :**

L'identité de la retenue est représentée par le tableau 20, le paragraphe des caractéristiques de la retenue ainsi que ses courbes caractéristiques.

Tableau. I. 11 : Les volumes – Surfaces – Hauteur de la retenue.

H [m NGA]	70	93	100	105	110	115	120	125	130
V[Mm ³]	0	14,8	29	41,5	58	79	102	133	172
S [Ha]	0	160	245	315	390	480	565	670	785

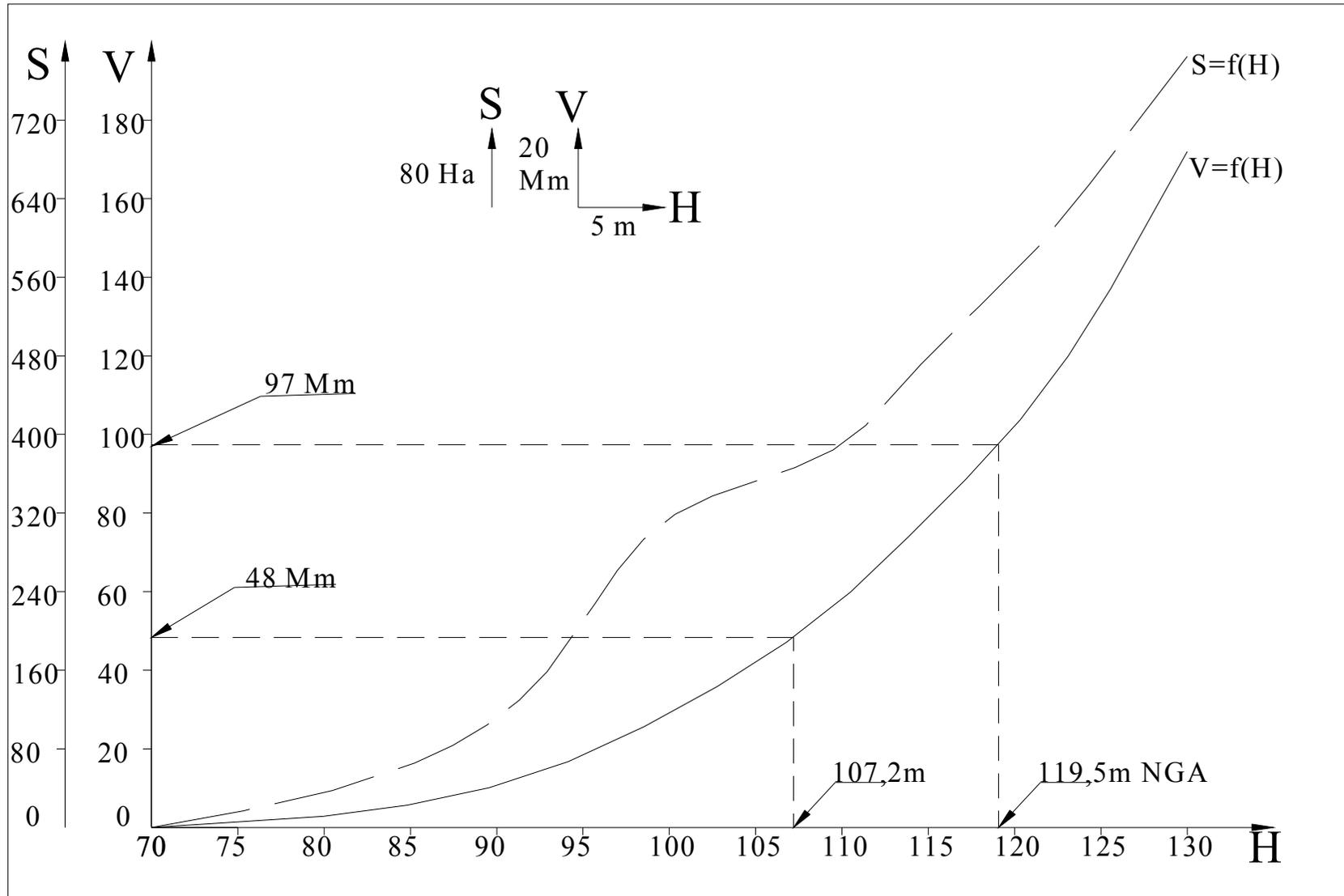
Source A.N.R.H

I-7-1-2 Caractéristiques de la retenue :

- Coordonnées.....X=464,90; Y=359,40; Z=70m NGA
- Niveau normal de la retenue119,50m NGA
- Niveau des plus hautes eaux.....123,00m NGA
- Niveau minimum avec la garde d'envasement.....107,00m NGA
- Surface du plan d'eau normal.....550,00 Ha
- Capacité total de la retenue.....97,00 Mm³
- Réserve d'envasement.....0,80 Mm³
- Volume régularisable.....49 Mm³

[5]

Figure 1.4: Courbes hauteur- volume- surface de la retenue Boukourdane



I-7-1-3 Apports annuels des oueds au niveau du barrage en Mm³/an :

Les apports annuels enregistrés aux oueds alimentant le barrage sont résumés en Mm³/an dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Apports annuels au niveau du barrage

Année	Période de retour	Oued El Hachem	Oued Nador (transfert)
Humide	10	55,2	33,7
	5	46,1	-
Moyenne		28,9	17,2
Sèche	5	11,5	9,3
	10	2,5	3,7

Source A.N.R.H

I-7-1-4 Pluviométrie et évaporation sur le plan d'eau :

Les valeurs enregistrées au niveau de la station du barrage sont les suivantes :

Tableau 13 : Pluviométrie et évaporation sur le plan d'eau.

Mois	Sept	Oct	Nov.	Déc	Jan.	Févr	Mar	Avr.	Mai.	Juin	Juill	Août	Année
Pluie (mm)	24	74	82	93	92	72	58	46	36	14	2	3	596
Evaporation (mm)	121	107	70	64	63	68	84	89	100	120	142	154	1182

Source A.N.R.H

I-7-1-5 Demande en eau de l'AEP :

Puisque le barrage alimente en eau potable une certaine population, nous avons intérêt à prendre en considération cette demande.

Tableau 14 : La demande en eau potable

Mois	Sept	Oct.	Nov	Déc	Jan.	Févr	Mar	Avr.	Mai.	Juin	Juill	Août	Année
Demande (Mm ³)	0,739	0,765	0,739	0,765	0,765	0,739	0,765	0,739	0,765	0,739	0,765	0,765	9,000
Pourcentage %	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	100

Source A.N.R.H

I-7-1-6 La demande des besoins en eau des cultures de la tranche II :**Tableau 15 :** La répartition mensuelle des besoins en eau des cultures

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Jan.	Févr	Mars	Avr.	Mai.	Juin	Juill.	Août	Année
Demande (%)	10,0	1,2	0,3	0,1	0,2	0,6	3,5	8,3	10,3	17,2	25,9	22,4	100

Source ONID

I-7-2 Les eaux souterraines :

Pour l'étude de l'aquifère, on remarque une insuffisance dans la connaissance tant de l'hydrodynamisme général. Les nappes aquifères du tranche II ouest sont situées dans la formation Plio- mio- quaternaire des vallées des oueds El Hachem et Nador.

La nappe de l'aquifère du Nador est captive dans la partie centrale de son extension, où l'alimentation se fait par le drainage, à partir de la nappe phréatique dont la puissance peut atteindre les 20m ; il n'existe pas d'échange entre la nappe et l'oued Nador. Le débit exploitable varie suivant les hauteurs, entre 5,5 et 8Mm³/an où 4Mm³ (130l/s) sont pompés pour l'AEP.

La nappe de l'aquifère El Hachem est libre dans sa partie nord, puis devient captive au sud où apparaît un dédoublement du principal horizon aquifère ; l'alimentation est, donc, par drainante à partir de la nappe phréatique, par infiltration des pluies efficaces à partir des zones d'affleurement des formations perméable dans les limites latérales et, particulièrement, par l'oued El Hachem dont la relation avec la nappe est bien établie, or la mise en eau de la retenue de Boukourdane a réduit la recharge dans un rapport de 2/3, soit de 8/12 Mm³/an.

D'après les données actuelles, les volumes prélevés de ces deux nappes sont estimés à 6Mm³, dont 0,8Mm³ pour l'irrigation.

I-7-3 La qualité des eaux d'irrigation :

L'évaluation de la qualité d'une eau, dans notre travail, se réfère aux normes de l'US Département of Agriculture (salinité Laboratoire concernant la conductivité électrique(CE)) :

- CE < 0,25 dS/m.....Risque de salinisation faible
- 0,25 < CE < 0,75 dS/mRisque de salinisation moyen
- 0,75 < CE < 2,25 dS/mRisque de salinisation élevé
- CE > 2,25 dS/mRisque de salinisation très élevé

Tableau16 : Qualité de l'eau d'irrigation.

Eau de	Date de prélèvement	Teneur (mg/l)								RAS	PH	CE dS/m 25°C
		Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	CO ₃ H	NO ₃			
Barrage	19/09/2000	105	65	85	6	153	235	315	4	1,64	7,0	1,5
L'oued	25/02/1990	75	45	70	5	105	203	222	5	1,57	8,2	1,1
El Hachem	28/01/2000	108	60	55	6	85	225	329	5	1,05	8,3	1,2
L'oued Nador	25/02/1990	158	47	173	1	380	160	390	15	3,09	8,1	2,0
	28/01/2000	175	74	163	14	330	203	567	1	2,59	7,6	2,4
Mélange : oued Nador oued El Hachem	25/02/1990	118	42	95	1	185	148	331	13	1,91	8,1	1,3
	28/01/2000	113	68	108	10	230	188	400	3	1,98	8,1	1,8

Source A.N.R.H

D'après le tableau précédant (tableau 16) nous constatons que nous avons affaire à une eau de salinisation légèrement élevée. Obligatoirement, nous devons prendre en considération la dose de lessivage.

I-8- conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présentés la zone concernée par la présente étude.

Les informations présentées avant serrant un indice facilité d'explication pour l'estimation des besoins en eau d'agriculture et de l'état actuelle de la station de pompage de Hadjout pour trouver des solutions dans le cadre de la réhabilitation de cette dernière.

II.1 Introduction:

Le présent chapitre, a pour but d'estimer les besoins en eau des cultures sur la base des informations suivant, les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

L'irrigation du périmètre a un cachet complémentaire du fait que les précipitations ne couvrent qu'une partie des besoins en eau des cultures. Ce déficit est dû essentiellement à l'évapotranspiration des cultures, nettement supérieure à la pluviométrie moyenne de la région. Cette dernière couvre relativement dans une large mesure, les besoins des plantes dans des périodes bien précises.

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et du caractère d'averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

II.2 Les cultures existantes dans la zone d'étude :

Le secteur C du périmètre de la Mitidja ouest couvre une superficie totale de 3020 ha. Les résultats de l'enquête agro-économique montrent la prédominance des grandes cultures avec 1922 Ha soit plus de 63% de la surface cultivée. Les céréales sont les plus répandues avec environ 46 % de la surface totale.

L'arboriculture avec toutes espèces confondues vient en deuxième position avec 320 Ha dominée par l'agrume suivi par la vigne.

Concernant le maraichage, malgré que la zone convient à une très large gamme d'espèces, les agriculteurs le pratique sur des faibles superficies en raison de faible ressource en eau. Les surfaces occupées par le maraichage sont en plus part des serres.

Le tableau suivant nous résume la situation actuelle des spéculations du périmètre d'étude :

Tableau II .1 : Occupation du sol des exploitations enquêtées par les cultures.

secteur C						
	Surface totale	surface cultivée	spéculations			
			céréales	ARBO	maraichages	vignes
En (ha)	3020	1922	1390	240.55	212.15	79.5
En (%)	100	63.63	46	7.97	7.03	2.63

Source ONID.

II.3. Les cultures irriguées :

Le secteur C du périmètre de la Mitidja ouest TR II est alimenté par la station de pompage de Hadjout dont l'approvisionnement en eau provient de la conduite de transfert ANBT à partir du barrage de Boukourdane. Il occupe une superficie totale équipée de 3020 ha, tant que la superficie irriguée ne dépasse pas les 75% ; une superficie irrigable de 2389 ha. (ONID 2010).

Les volumes d'eaux alloués du barrage de Boukourdane pour irriguer la superficie souscrite du secteur c du périmètre de la Mitidja ouest tr II, et cela pour l'année précédente (jusqu'au octobre 2010) sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau II. 2: l'état de souscription - arrêté au 13/12/2010.

Compagne 2010		au 13/12/2010.	
superficies souscrites (ha).	Superficies irrigués (ha)	volume lâché (M3)	volume distribué (sect. C) (M3)
174.25	170.00	2063000	1364860le reste (698138 M3) pour le S.A.

source: ONID Ahmar Alaine.

II.4 Surface irrigable et surface cultivées :

En comparant la surface irrigable dans le périmètre de la Mitidja ouest tr II secteur C, avec la surface cultivée on trouve que celle-ci est plus grande soit 2389 ha de surface irrigable et 1922 ha de surface cultivée, pour cela , l'estimation des besoin en eau selon l'assolement effectuer dans le périmètre d'étude seront sous dimensionnées , pour cette raison la , on doit propose un modèle d'assolement qui occupe toutes la surface irrigue de telle façon a respecter les cultures qui peuvent être cultivées dans la zone d'étude.

Le modèle d'assolement choisie est rappelés ci-après, en tenant compte de la surface totale irriguée dans ce secteur est de 2389 (ha).

Tableau II.3 : le modèle d'assolement choisie dans le périmètre d'étude.

culture	modèle type	
	surface (%)	surface (ha)
céréales		
blé	27.9	666.5
orge	13.9	333.3
avoine	8.1	194.5
fourragers		
maïs	4.4	105.0
sorgo	2.6	62.3
maraichères		
tomate	5.6	133.3
P.de terre	14.4	344.5
arboricultures		
Agrumes	8.5	203.5
Vignes	4.8	115.0
Pêcher	3.9	92.0
Pommier	3.9	92.0
Olivier	2.0	46.9

Tableau II.4: Représentation de l'assolement choisi.

Culture		Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Céréales	Ble			←									
	Orge		←										
	Avoine		←										
Cultures maraichères	Tomate	→						←					
	Pomme de terre			←		→		←			→		
Fourrages	Maïs fourrager												
	Sorgho fourrager								←				→
Arboriculture	Agrumes	←											→
	Vignes	←											→
	Pécher	←											→
	Pommier	←											→
	Olivier	←											→

II.5 calcul des besoins en eau du périmètre selon le modèle choisie:

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celle-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

II.5.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC):

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration de référence, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0 \dots\dots(II.1)$$

Avec :

K_C : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture " $ET_{culture}$ ", après avoir déterminé les coefficients culturaux " K_C ". Les besoins en eau des cultures nets, non négatifs " BEC ", sont déterminés par la relation suivant

$$BEC = ET_{culture} - P_{eff} + RFU \dots\dots(II.2)$$

Dans la quelle :

BEC : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

P_{eff} : Pluies efficaces en (mm).

II.5.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^r *Penman&Monteith* modifiée.

II.5.3 Méthode de MR PENMAN&MOTHEIT modifiée :

En Angleterre, précisément en 1948, M^r *Penman&Motheit* a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi-arides de faible humidité.

Pour cela, nous adaptions la nouvelle formule de M^r *Penman&Montheit* modifiée, qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de M^r *Penman&Montheit*, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)] \dots\dots(II.3)$$

Où :

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$: Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ($ea - ed$) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Dans le tableau II.5, nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée à l'aide du logiciel *CROPWAT. 8*, selon la formule de *Penman&Monteith*, modifiée [3]

Tableau II.5:Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.

Station: Boukourdene Latitude: 02°17'59''N Longitude: 36°32'18''E						
Altitude=100m						
Mois	Temp. Moy	Humidité	Vent	Insol	Radiation	ETo-penmon
	C°	%	Km/jour	heurs	MJ/m ² /jour	mm / jour
Janvier	10.8	73	91	5.4	16.9	2.38
Février	11.6	68	88	6.2	18.8	2.68
Mars	13.5	67	84	7.4	21.1	3.09
Avril	15.1	68	86	8.1	21.7	3.24
Mai	19.3	67	146	8.6	21.4	3.72
Juin	23.2	74	74	10	22.7	3.94
Juillet	26.7	77	74	10.6	23.9	4.58
Août	27	76	72	9.8	23.7	4.8
Septembre	23.5	77	84	8.4	22.3	4.31
Octobre	19.9	79	74	7.2	20.3	3.62
Novembre	15.6	75	74	5.5	17.1	2.85
décembre	12.2	73	84	5	16	2.44
MOYENNE	18.2	73	86	7.7	20.5	3.47

[6]

II.5.4 La pluie efficace:

Pour tenir compte des pertes, le programme *CROPWAT.8*, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, ...etc.

Les valeurs de précipitations de probabilité de 80% (P80%) et la pluie efficace (Peff) sont regroupées dans le tableau ci-après :

Tableau II.6: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.

Mois	P80% mm	Peff mm
Janvier	62.9	50.3
Février	51.7	41.4
Mars	46	36.8
Avril	47	37.6
Mai	28.9	23.1
Juin	4.2	3.4
Juillet	1.7	1.4
Août	2.3	1.8
Septembre	25.8	20.6
Octobre	37.6	30.1
Novembre	71.3	57
décembre	68.1	54.5
TOTAL	447.5	358

II.5.5 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETC):

L'évapotranspiration d'une culture, ET_c , se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence ET_o par un coefficient cultural, K_c .

$$ET_c = K_c \times ET_o \dots\dots(II.4)$$

Avec: K_c : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent.

II.5.6 Efficience de l'irrigation:

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u \dots\dots\dots(II.5)$$

Avec: E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_e : Efficience de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0.75

II.5.7 Besoins nets et Bruts en eau d'irrigation:

Les besoins en eau des différentes cultures ont été fait a la main, en effet l'utilisation de *CROPWAT.8* nous donne parfois des résultats erronés, car certaines données sont pas adaptées a notre climat.

Pour le calcul manuel, nous avons émis l'hypothèse suivante :

La texture du sol étant argilo limono sableuse, la valeur de la réserve utile étant d'après la littérature de 180 mm/m, donc la RFU serait de 120mm/m .en pratique dans les mois d'été la RFU n'est jamais pleine, ainsi pour notre bilan ,nous avons choisi une hypothèse" restrictive", c'est-à-dire nous avons opte que pour 30mm/m de RFU de façon a obtenir bilan de besoins en eau dans un scenario très pessimiste.

Ainsi le bilan se calcule suivant la formule classique:

$$\text{Besoins d'eau d'irrigation} = \text{pluie efficace} + \text{RFU} - \text{ETM} \quad \dots(\text{II.6})$$

Le résultat de calcul des différents cultures est résumé dans le tableau qui suivant:

Tableau II.7: Besoins en eau des cultures en mm

Désignation	Surface occupée en (Ha)	Besoins mensuel Mois											Total	
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt		A
Blé	666.5							43.3585	74.18	46.092	67.52			454.7
Orge	333.3							43.3585	74.18	46.092	32.06			352.9
Avoine	194.5						17.978	73.3585	20.72	46.092				300.8
Tomate	105.0	21.325							0.44	57.624	97.07	176.075	142.2	454.7
P. terre	62.3									73.752	52.745			352.9
Maïs fourrager	133.3									27.624	120.71	140.58	66.6	300.8
Sorgho fourrager	344.5										84.8	105.085	34.2	311.8
Agrumes	203.5	89.305	26.01							4.56	67.52	97.986	113.4	359.9
Vignes	115.0	82.84	59.676	11.4	2.23	5.035	13.004	30.253	30.44	57.624	85.25	105.085	106.2	323.5
Pêcher	92.0	37.585	20.399						19.88	80.688	120.71	154.778	127.8	145.5
Pommier	92.0	76.375	54.065	7.125						4.56	73.43	90.887	106.2	569.4
Olivier	46.9	37.585	20.399						19.88	80.688	120.71	154.778	127.8	456.1
somme	2388.8	345015	180.549	18.525	2.23	5.035	30.982	190/328	239.72	525.396	922.525	1025.254	824.4	

Les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le périmètre qui irrigué à partir de la station de pompage de Hadjout sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau II.8: Tableau récapitulatif des besoins totaux en eau

CULTURES	Superficie en (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m3/ha)	Efficiencie (%)	Besoins bruts totaux (m ³ /ha)	Besoins bruts totaux (m ³)
Céréales				0,75		
Blé	666,5	454,5	4545		6060	4038990
orge	333,3	352,9	3529		4705,33333	1568099,39
avoine	194,5	300,8	3008		4010,66667	779914,24
Fourrages					0	
mais fourrager	105,0	300,8	3008		4010,66667	421280,427
Sorgho fourrager	62,3	311,8	3118		4157,33333	258960,293
maraichères					0	
tomate	133,3	454,7	4547		6062,66667	808214,093
P.de terre	344,5	352,9	3529		4705,33333	1620940,28
Arboriculture					0	
Agrumes	203,5	359,9	3599		4798,66667	976528,667
Vignes	115,0	323,5	3235		4313,33333	495990,2
pécher	92,0	145,5	1455		1940	178441,2
Pommier	92,0	569,4	5694		7592	698312,16
olivier	46,9	456,1	4561		6081,33333	285336,16
Total						12131007,1

D'après le tableau les besoins bruts en eau pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs **12.13Mm³**.

II.6.CONCLUSION :

Le secteur C est caractérisé par une moyenne superficie cultivée soit de 63% de la surface totale, dont la céréaliculture est considérée comme l'espèce la plus adaptée dans ce secteur, et cela du aux raisons de manque des ressources en eaux destinés a l'irrigation, cette situation hydrique ; exige aux agricultures de la région a ne pas cultiver que dans les périodes hivernales pour garantir l'irrigation de la pluie.

Une estimation des besoins en eaux totaux du périmètre nous renseigne que ces derniers sont en valeur assez importante en les comparant avec le volume d'eau alloué par le barrage de Boukourdane pour irriguer ce secteur, soit d'un volume déficitaire de **12.13 Mm³**.

III-1- introduction :

Dans ce chapitre, nous donnons une description de l'état actuel de la station de pompage de Hadjout, enquêtes et constats, dimensionnement des ouvrages.

III-2- problématique :

En vue de la grande importance de la station de pompage de Hadjout, pour l'irrigation du périmètre tranche II secteur C (Mitidja Ouest), et du fait que cette station soit construite en 1992 et qu'elle se trouve à proximité de la ville de Hadjout d'environ de 5km sur un terrain meuble, cela implique une intention particulière pour la connaissance de l'état actuel de cette station, afin de prévoir les dispositions nécessaires qui doivent être considérées par les autorités concernées.

Toujours dans le cadre d'amélioration de satisfaction des demandes en eau d'irrigation, et aussi pour le fonctionnement de cette station, il a été jugé utile d'enquêter sur l'état actuel de la station et de proposer les moyens, les modes et les méthodes nécessaires à sa réhabilitation qui est plus favorable du point de vue économique que de projeter une autre qui demande un investissement nettement plus important.

Ainsi la considération de cette station, est nécessaire pour le bon fonctionnement de tout le réseau d'irrigation du périmètre du Mitidja ouest, ce qui implique une enquête sérieuse sur l'état actuel de cette fonction.

III-3- description générale

- La station de pompage de Hadjout est située à 5 km au NORD –EST de la ville de HADJOUT, à proximité de la route (RN 67) Hadjout-Sidi Rached, elle assure l'écoulement du pompage dans une direction perpendiculaire à l'axe de la conduite d'adduction vers le secteur C.

- La station est réalisée en béton armé de longueur 24,18 m et de largeur 9,80 m.

- La profondeur maximale d'eau à l'intérieur de la station est de 4,96 m et de débit nominal est de 1,536m³ /s.

- La station est équipée de grilles fines, d'obturateur à disque, d'une vanne papillon Φ 1000 et de 04 pompes.

* Indépendamment du corps de cet ouvrage sont associés les éléments suivants :

- Un massif de butée en gros béton au départ du refoulement.

- Un ouvrage supportant le ballon anti-bélier réalisé en béton armé formé de longrines, voiles et dalle collée au niveau du plan de pose de la station sur lesquels sont ancrées 3 poteaux supportant le ballon .

- Un local électrique logeant les installations électriques, les organes de commandes, Un bureau et des sanitaires.

- Un logement pour le chef d'exploitation

- Un logement pour gardien

- Un logement pour chef de station

- Une clôture en dure avec 04 guérites.

- Une loge pour poste de police.

- Un terrain expérimental équipé (3 ha) de matériel d'aspersion de surface, conduites et bornes d'a et clôturé avec du grillage en Zimmermann.

III.3.1. Equipements hydromécanique de la station :

III.3.1.1 les pompes existant :

La station est équipée de quatre pompes d'une capacité de 384 l/s contre une hauteur manométrique de 80 m.



Figure III .1 les Courbes caractéristique de la pompe. [7]

Type de pompe :

Les pompes sont à axe verticale commande par un moteur en surface.

L'implantation se fait verticalement (à axe verticale), Le corps de la pompe, le conduit ascendant, le mobile et le support d'entraînement forment les groupes principaux de construction.

Le rouet plongeant normalement dans l'eau intérieur.

Le rouet fermé peut être pourvu de bagues rotatives remplaçables sur cote aspiration au refoulement.

Le rouet est supportée par un logement double, la ligne d'arbre est subdivisée et appuyée par des étoiles de palier vers le corps extérieur.

Les tronçons d'arbres individuels sont alors reliés entre eux au moyen d'accouplement, l'eau véhiculée et puis transvasée par le rouet et la roue directrice vers la tubulure de refoulement du coude de sortie.

Avec la lanterne d'entraînement, la pompe est logée sur une fondation encastrée en béton qui se trouve dans un plan de sol d'entraînement.

Le schéma de la pompe est représenté sur la figure III.2 en annexe I.

(Voir aussi la figure des pompes annexe II.8)

Information de construction :

- la roue est une roue fermée semi axial.
- Palier guide à l'arbre à l'intérieur de la pompe : 6 paliers lisses, résidé.
- Roulement à billes à disposition oblique, 733 4BUA.
- Palier de butée : lubrifié à la graisse.
- Etanchéité au passage de l'arbre : palier résidé.
- L'accouplement entre pompe et le moteur électrique : EUpex A400 ; accouplement élastique.

Information du fonctionnement :

- fluide pompé : eau de barrage.
- Température de fluide : 20°C.
- Densité : 1000 Kg/m³.
- Débit : 384 l/s.
- Hauteur d'élévation de la pompe vue à partir de l'entraînement : à droite.
- .entraînement par : moteur électrique. 1500 tr/min
- Puissance de la machine d'entraînement 450KW

Matériaux de construction à la pompe :

Le corps de la pompe est en fonte, les roue sont en bronze d'aluminium ou en métal donnant de garanties au moins équivalentes à la corrosion.

Les bagues d'étanchéité sont en métal de dureté suffisante résistent à l'abrasion et à la corrosion, les arbres sont protégés contre la corrosion dans les parties en contact avec l'eau et comportant une chemise rapportée en métal d'une dureté suffisante résistant mieux à la corrosion et au frottement dans la traversée des presses étoupe et des paliers intermédiaires, l'arrosage des presses étoupe est fait par eau propre.

Fonctionnement de la pompe :

Il faut prendre en considération des recommandations avant la mise en service

1. l'ouverture complète de la vanne de refoulement en suite le clapet de non retour sert d'élément d'arrêt.
2. s'il n'y a pas de clapet de non retour installé, il faut ouvrir la vanne au même temps que la pompe est démarrée et ce n'est pas le cas dans notre station.
3. s'il y a un by-pass ou une sortie auxiliaire, nous ouvrons le pendant le procédé de démarrage.
4. démarrage d'entraînement en observant la consommation de courant.
5. l'ouverture de robinet vanne d'arrêt au manomètre.

Bien qu'elles soient opérationnelles, ces pompes requièrent une réfection des composantes suivantes : colonnes et arbres (incluant les roulements des arbres), l'assemblage entre la conduite de refoulement et les pompes (incluant la jonction entre le moteur et l'arbre) ainsi que tout les accessoires connexe tel que les colles de support, les tuyaux de lubrification d'eau et de refroidissement (pour des roulements et garniture mécanique). [4]

III.3.1.2. les moteurs :**Caractéristiques :**

L'alimentation est faite en 400 volts, la puissance nominale des moteurs est au moins est égale à la puissance maximum effectivement observée par la pompe (450kw), pour les hauteurs géométriques d'utilisation et le cas le plus défavorable (température ambiante de 48°C)

Vu la température ambiante élevée, les moteurs légèrement surdimensionnés.

Isolation :

Tous les enroulements recouvrent une double imprégnation sous vide et sous pression de protection contre l'humidité.

Les moteurs étant utilisés dans les conditions particulièrement sévères, l'isolement des enroulements est de (classe F) (d'après le catalogue des pompes)

Fonctionnement :

Dans tous les cas, les moteurs et leur appareillage de démarrage sont prévus pour pouvoir supporter en permanence le régime intermittent le plus défavorable (coupure du courant électrique, variation de son intensité...), c'est le cas dans la station de Hadjout .

Refroidissement :

Les moteurs sont raccordés aux buses de soufflerie d'air frais pour que la ventilation propres aux moteurs.

En fin, nous pouvons dire que tous les moteurs sont en mauvaise état.

III .3.1.3 grilles écran d'aspiration d'eau :

Ces dispositifs sont utilisés pour évite l'entrée des corps solides dans les pompes, la station de Hadjout comprend deux type de grilles :

- les grilles fixes à barreaux dont le nettoyage se fait soit manuellement, soit automatiquement par des râtaux métalliques.
- Les grilles tournantes à toiles métalliques disposées en bandes ou en tambour.

Nous avons remarqué que les grilles de la station de pompage de Hadjout sont détériorées et sa peinture est en mauvais état

III.3.1.4 les compresseurs :

Trois compresseurs sont installés pour le maintien de la pression d'air requise à l'intérieur des réservoirs anti-bélier. (Voir figure III.1 en annexe II).

Les équipements de la tuyauterie desservent les compresseurs sont en mauvais état du point de vue peinture et détérioration

III.3.1.5. le pont-roulant :

Nous avons trouvé un pont roulant à caractéristiques suivantes :

- force : 5 tonnes.

- Portée : 13.30 m.
- Service intérieur.
- Hauteur de levée sans crochet : 7 m.

Il à aussi les vitesses suivantes :

- vitesse de le levage (0.6 à 5) m/min.
- vitesse de direction (5 à 20) m/min.
- vitesse de translation : 10 m/ min.

La commande du mouvement est reliée par boite à boutons pendante, mobile le long du pont et indépendante du palan électrique, et la fixation des rails est prévus pour permettre le passage de anti-déraillement du pont.

Le pont roulant de la station de pompage de Hadjout est en mauvaise état.

- Les boulent de fixations sont mal dimensionne. (voir figure III.2 en annexe II).
- Le soudage des différent pièces qui forme le pont est mal fais, (voir la même figure III 2 annexe II) :

III.3.1.6 réservoir anti-bélier :

La station de pompes de Hadjout contient deux réservoirs d'anti-bélier de 60.000 m³ de volume, les derniers sont en bon état que se soit à l'extérieur ou à l'intérieur (voir figure III.3 en annexe II)

III.3.1.7 les vanne :

En a trouvé un clapet anti- retour ainsi qu'une vanne porte est installée sur chacun des quatre conduites de refoulement connectant des pompes au collecteur principal

Les vannes sont de type papillon à corps en fonte, la bague d'étanchéité sur le corps et sur le coin ainsi que la tige intérieur en laiton, et le volant à main en fonte.

Les clapets anti-retour sont à corps en fonte, siège en bronze, obturateur en plastique, ressorts en acier inoxydable, et l'axe de guidage en acier mi-dur revêtu de téflon.

Nous avons remarqué que les clapets anti-retour ainsi que quatre vannes portes sont en bon état. . (Voir figure III.4 en annexe II).

III.3.2 équipements électrique :

La station de pompage de Hadjout est alimentée par deux lignes aériennes sous une tension de 400 V entre phases, elle contient essentiellement :

Poste haute tension :

Ces postes du type métallique ouvert préfabriqué, tension d'alimentation 400 V, tension de service 30 KV, équipée de deux cellules arrivés.

Châssis basse tension :

Les châssis basse tension sont regroupés dans un locale sépare et répartis sur deux travées raccordées chacune à un transformateur.

L'ossature, en profilés rectangulaire soudés, supporte le jeu de barres cuivre à la partie supérieur, ainsi que les résistances de démarrage.

Tableau de commande :

Le tableau de commande est réalisé en tôle palier 20/10 peintures grain cuir, sur ossature en profilés soudés à des dimensions suivantes :

- hauteur : 2100 compris soubassement 100 et fronton 150.
- Profondeur : 300.
- Longueur : 4x800.
- Le tableau de commande est en bon état.

(Voir la figure .III.5.annexe II.)

Télétransmission :

Les informations nécessaires au fonctionnement automatique de la station de pompage, détectées dans le réservoir de reprise sont transmises à la station au moyen du câble multi conducteurs enterrés.

Par ailleurs, une ligne enterrée transmet une alarme au gardien des qu'un défaut peut apparaître dans l'ensemble de l'installation.

Mais malheureusement limiteur de la transmission automatique est posé sur terre au lieu de le place dans le réservoir c'est le cas dans la station de Hadjout. (Voir figure III.6 en annexe II).

Automaticité :

Le fonctionnement de l'installation est entièrement automatique, la marche des groupes est liée aux niveau dans le réservoir de régulation, chaque groupe peut être indifféremment affecté à l'une quelconque des tranches de fonctionnement matérialisées par 2 au 4 paires de contacts du secteur placé sur le réservoir de régulation au moyen d'un commutateur à 2 au 4 positions, mais dans notre cas le secteur n'est pas installé dans le réservoir, du fait que il n'y a pas de source d'alimentation, donc le fonctionnement est manuelle.

Répondeur téléphonique :

Un répondeur téléphonique à trois pistes est installé à la station de pompage, il est mis en service par un commutateur de renvoi (téléphone répondeur).

- câblage :**Câble de puissance et de signalisation :**

Les câbles de puissance, à âme cuivre isolés au polyéthylène réticulé, le tension d'isolement est de 100 volts, ils ont une section minimum telle que la chute de tension, du jeu de barres à l'appareil alimenté soit inférieur à 3% en courant monophasé et 5% en courant triphasé.

- fileriez :

La fileriez est exécutée en fils cuivre isolés au polychlorure de vinyle, tension d'isolement 500 volts, section 1.5 cm².

- éclairage :

L'éclairage de la station de pompage de Hadjout est réalisé à partir de deux sources distinctes :

- 220 volts 50 Hz pour l'éclairage normal.
- 48 volts courant contenu pour le secours.

Les circuits sont réalisés en câble cuivre, isolement polychlorure de vinyle, tension d'isolement 500 volts, section minimum 1.5 cm² posés sur colliers, tous circuits sont protégés individuellement par des coupe-circuit calibres non rechargeables placés dans le châssis correspondant des services auxiliaires.

Chauffage :

Un chauffage automatique commandé par thermostat placé dans la locale basse tension, maintient dans les locaux électriques une ambiance compatible avec la bonne marche des appareils, il est destiné à éviter la formation de buées et l'oxydation.

Nous avons trouvé quatre radiateurs muraux électrique triphasés de 380 volts, 2 KW (deux dans le poste 30 Kv, deux dans la locale basse tension)

Prise de courant :

Quatre circuits issus du châssis des services auxiliaires alimentant des prises de courant munies de leurs fiches dans chacun des locaux suivants :

380 volts – 32 A : une prise salle des machines.

380 volts – 16 A : une prise salle des machines.

Une prise poste 30 KV.

Une prise locale basse tension.

Circuit de terre :

L'installation à masse reliée est réalisée conformément aux prescriptions des normes en vigueur, elle comporte deux prises de terre :

-terre des éclateurs :

Les éclateurs de ligne sont raccordés à une prise de terre constituée par plusieurs piquets cuivre (résistance maximum 10 ohm) placés dans un regard avec tampon de visite fonte, ce puits est distant d'au moins 15 m de la station de pompage

- terre des masses métalliques :

Les tableaux et châssis, ferrures du poste 30kv, moteurs supports de câbles, appareils d'éclairage sont raccordés à la terre dite masse métalliques, cette terre est constituée par un réseau maillé en câble cuivre nu de 75 mm² en foui sous les fondations de la station et relié aux ferraillements du génie civil.

III.3.3. matériels de sécurité :

Le matériel suivant est mis en place :

- deux extincteurs à poudre de 9 litres, l'un dans le local de 40 KV, l'autre dans le local de basse tension.
- Les affiches et pan castes métallique réglementaire pour les locaux électrique.

- Cinq disques métallique d'interdiction ou de signalisation : appareil condamné – défoncé de manœuvre, défoncé de manœuvre travaux en cours, limite de zone de travail, danger de mort.
- Deux rubans de délimitation en tissu plastifié rouge, monte sur bobine dévidoir métallique mais nous avons fait les remarques suivantes : il y a deux transformateurs 30/0.38K-630 KVAV sont en mauvais état, le facteur de puissance est inférieur à 0.92 à cause de manque des démarreurs
- Manque des paties de condensateur.
- certaine câbles de signalisation et de transmission entre les différents organes et l'automatisme sont en mauvais état.
- L'installation d'éclairage intérieur et extérieur sont aussi en mauvais état
- L'absence d'éclairage de sécurité pour l'ensemble des locaux.
- L'absence de protection contre la foudre.
- L'absence des armoires (variation de fréquence) et moteur 400 KW.

III.4. Réhabilitation de La station de pompage :

III.4.1 Calcul de la hauteur manométrique totale :

La hauteur géométrique est la différence de niveau entre le niveau min du puisard et la cote du point le plus élevé de cette conduite de refoulement.

La cote de niveau min du puisard = 91 m (cote du terrain naturel)

La CTN du point le plus élevé = 168 m

Donc la hauteur géométrique

$$H_g = 168 - 91 = 77m$$

$$H_g = 77 \text{ m}$$

$$HMT = H_g + \sum h_p \quad \dots \text{ (III.1)}$$

HMT : hauteur manométrique totale en (m)

$\sum h_p$: les pertes de charge totales

$$\sum h_p = \sum h_{pL} + \sum h_{pS} \quad \sum h_{pL} : \text{pertes de charge linéaires}$$

$$\sum h_{pS} : \text{pertes de charge singulières}$$

Calcul de perte de charge :

$\sum h_{pS}$: pertes de charge singulière elles représentent 15% des pertes de charge linéaire.

$$\sum h_{pL} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \quad \dots \text{ (III.2)}$$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad \dots \text{ (III.3)} \quad \text{(Formule de Nikuradzé)}$$

ε : Rugosité absolue de la conduite

$$L_{ref} = 700 \text{ m}$$

$$Q = 1.28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\varepsilon = 0.0002 \text{ m}$$

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de BONIN :

$$D = \sqrt{Q} \dots\dots(III.4)$$

Q : Débit moyen en (m³/s)

Alors on trouve $D = 1.01 \text{ m}$

On opte pour un diamètre $D = 1000 \text{ mm}$

$\lambda = 0.025$

$$\Delta H_{\text{linéaire}} = \frac{8 \times L_{\text{ref}} \times \lambda \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5} = 2.33 \text{ m}$$

$$\Leftrightarrow \Sigma \Delta H_{\text{ref}} = 1.15 \times \Delta H_{\text{linéaire}} = 1.15 \times 2.33 = 2.68 \text{ m}$$

Donc la HMT = $77 + 2.68 = 79.68 \text{ m}$

On admet une HMT = 80 m

III.4.2.les pompes :

Choix des pompes :

Les hauteurs manométriques en fonctions de débits sont données les graphes (courbes caractéristiques) de divers groupes centrifuges semi axiale, ces caractéristiques permettent de choisir les types des pompes en évitant le phénomène de cavitation.

Un grand intérêt est porté à une pompe pouvant fonctionner dans une zone à rendement maximal, ce qui entraîne réduction de l'énergie à fournir.

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.

On opte pour les pompes Italie (pompes à hautes pressions) de marque CAPRARI qui sont fabriquées en série.

En plus de ses avantages technique et mécanique, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelés avec une vitesse de rotation élevée à savoir $n=2900\text{tr/min}$.

Choix du nombre de pompe:

Le choix du nombre de pompe repose sur les critères suivants :

- Recherche de l'investissement minimal par limitation du nombre de pompe de groupe sans perdre de point de vue la sécurité de fonctionnement ;
- Assure la hauteur et le débit calculer ;
- Assurer le rendement maximal de pompe ;

- Présenter le minimum d'encombrement ;
- La disponibilité, surtout sur le marché national.

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.

Le 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 en fonction de la puissance du moteur et de l'investissement.

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

Dimensionnement des pompes selon le choix :

Dans notre projet, la station de pompage doit refouler un débit total journalier de 121651.2 m³/j pendant 22 heures, soit d'un débit de 1400 l/s. rappelons que la hauteur manométrique H_{mt}= 80 m.

Nombre de pompe :

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes choisie par le logiciel CAPRARI PUMP TUTOR dans le tableau suivant :

Tableau III.1.le choix de nombre de pompes :

n	Q appelé (l/s)	HMT (m)	Type de pompe	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)
1	1400	80	-	-	-	-	-	-
2	700	80	-	-	-	-	-	-
3	400	80	MEC-AZ3/100A	80.6	2900	1	75	5,79
4	352	80	MEC.AZRBH2 /125	79.2	2920	1	110	4,11
5	281	80	PM 100/2E	75.5	2900	1	45	3,56

A partir de ce tableau, on remarque que la 3eme variante (03 pompes en parallèle) est le choix le plus convenable du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle. Elles ont les caractéristiques suivantes :

Courbes caractéristiques des pompes :

Pour chaque pompe dont la vitesse de rotation et le diamètre de la roue sont connus, on peut l'associer les courbes caractéristiques suivantes :

$[H-Q]$, $[P_{abs} - Q]$, $[\eta_p - Q]$, $[(NPSH)_r - Q]$.

Les courbes caractéristiques des pompes choisies Sont représentées dans la figure suivante :

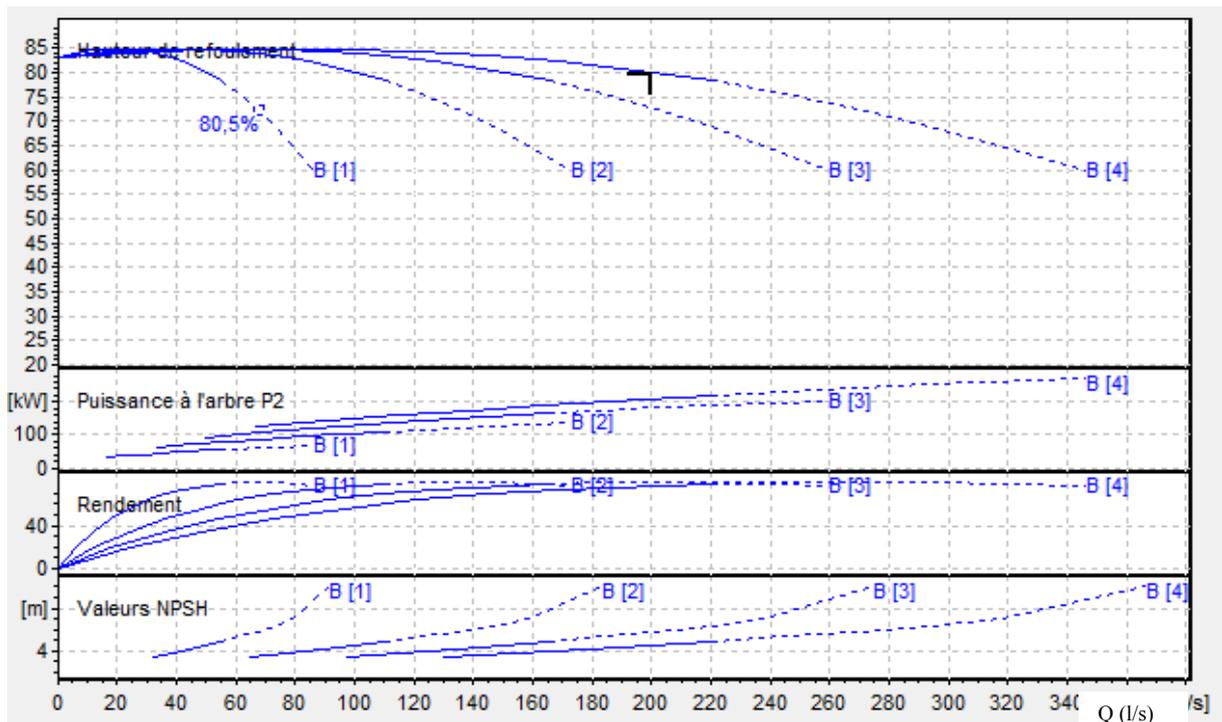


Figure III.2 : Les courbes caractéristiques de la pompe choisie.[7]

Point de fonctionnement:

Portant les courbes caractéristiques de la pompe $H=f(Q)$; de la conduite $H_c=f(Q)$ sur le même graphe (H-Q).

Le point d'intersection de ces deux courbes est le point de fonctionnement du système. C'est-à-dire la pompe va pouvoir refouler un débit Q à une hauteur H lorsque ce point se trouve sur la plage du rendement maximal.

La pompe fonctionne alors dans les conditions optimales. Cette condition dans la plupart des cas n'est pas généralement satisfaite, c'est pourquoi on sera contraint d'introduire des modifications dans le fonctionnement ou dans le dimensionnement de la pompe. Afin de l'adapter à des conditions de marche données.

Le point de fonctionnement des quartes pompes après une optimisation faite par le logiciel «Caprari» qui sert a attribué un mode de réglage de débit de la pompe, si ce dernier serai différent a celui demander ($Q_{pompe} \neq Q_{demandé}$) dont:

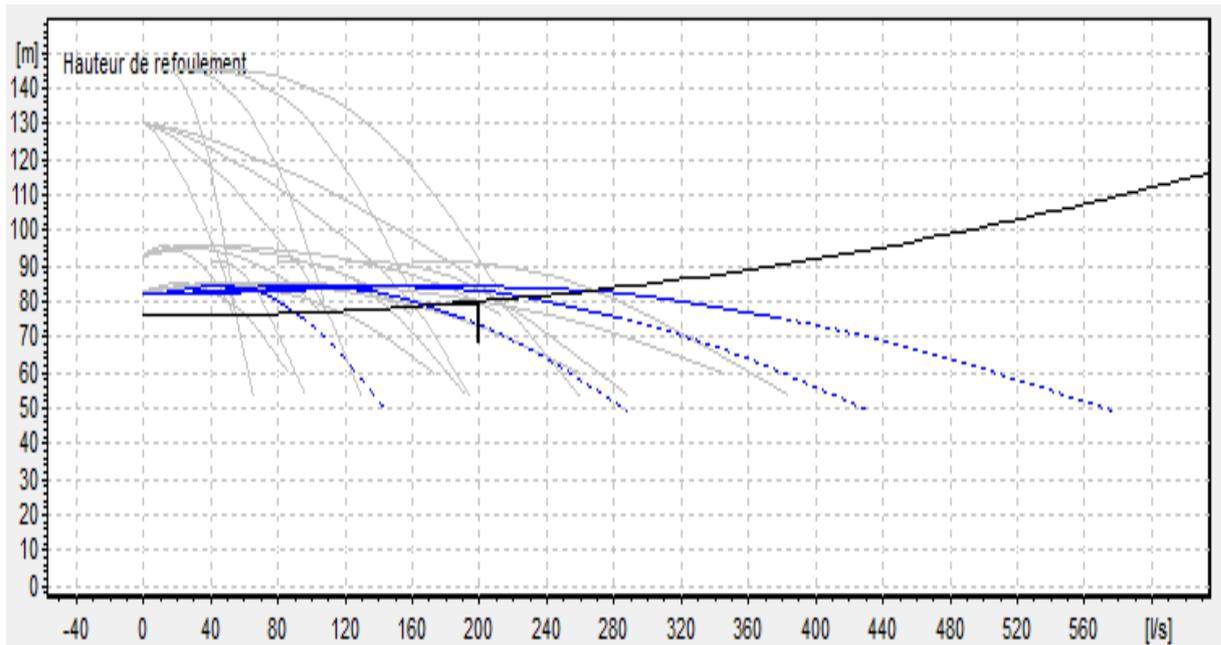


Figure III.3 : point de fonctionnement des pompes choisies.[7]

III.4.3. les équipements en amont et en aval de la pompe :

Les équipements hydraulique de la station de Hadjout comprennent en de hors des pompes elle-même :

Les équipements d'aspiration : grille, tulipe d'aspiration, crépine, joint, vanne, convergent, dispositif anti-vortex.

Les équipements de refoulement : joint, dévergent, clapet anti-retour, vanne, appareils divers.

III.4.3.1. équipements en amont :

L'aspiration des pompes dans la station est faite dans une bache d'aspiration dans notre cas, dont l'eau à élever est stockée dans un bassin destine pour l'irrigation gravitaire, donc l'aspiration se fait par des pompes immergées dans la bache l'eau.

La crépine :

Tout comme la grille, la crépine évitée l'entrée accentuelle de corps solides dans la pompe.

Elle est constituée par un cylindre perforé qui refuse le passage à des objets nettement plus petits que la grille.

En eau brute, la crépine peut s'obture rapidement créant ainsi une perte de charge additionnelle à l'aspiration de la pompe, ce qui engendrer une cavitation dangereuse pour la pompe.

Clapet anti- retour :

Un clapet anti-retour placé sur la canalisation d'aspiration évité à l'arrêt de la pompe un retour d'eau.

De plus, le clapet placé à l'aspiration permet de maintenir la colonne d'eau dans la conduite d'aspiration et le corps de la pompe, évitant ainsi de recommencer trop souvent l'amorçage (voir la figure III.3 en annexe I).

Joint :

Vu que la conduite d'aspiration est en dépression, cela nécessite l'installation de joint soudés dont le but d'éviter toute entrée d'air et éventuellement l'entrée d'agents polluants, et se prêter facilement la protection cathodique.

Pour les joints de raccordement (clapet, pompe) dans la station de Hadjout, nous avons remarqué que l'utilisation des joints à brides.

Coudes dispositifs anti-vortex :

Nous avons remarqué que les coudes sont le moins nombreux que possible et à grand rayon de courbure, ils ont été évités juste en amont de la bride d'aspiration.

Vannes d'aspiration :

Une vanne montée à l'aspiration de la pompe permet d'isoler la pompe pour les travaux d'entretien ou de démontage sans pour autant arrêter la station.

Les vannes utilisées sont de type papillon avec presse-étoupe hydraulique

Convergent d'aspiration :

Afin de délimiter les pertes de charges à l'aspiration de la pompe, la conduite d'aspiration a fréquemment un diamètre élevé donnant une vitesse de circulation de 0.8 à 1.0 m/s, cette vitesse est inférieure à la vitesse d'entrée de la bride de la pompe (de l'ordre de 2 à 5 m/s), la conduite est raccordée à la pompe par un convergent, ce qui permet d'avoir une accélération progressive de l'écoulement, favorisant la bonne répartition des vitesses juste à l'amont de la pompe.

Le convergent peut avoir soit la forme d'une tulipe, soit celle d'un cône droit de 10 à 30° d'angle au sommet et c'est le cas dans la station de Hadjout.

Si le convergent à son axe horizontal, il est rendu dissymétrique par excentration des brides d'extrémité afin que sa génératrice supérieure soit horizontale dont le but évite toute possibilité de formation de poches d'air.

La longueur de convergent est donnée comme suit :

$$L_c = (3 \div 4)(D_a - d_a) \quad \dots\dots(III.5)$$

Tels que :

L_c : longueur du convergent.

D_a : diamètre de la conduite d'aspiration.

d_a : diamètre du collecteur d'aspiration.

Donc : $L_C = 4(600-450) = 600 \text{ mm}$

$L_C = 600 \text{ mm}$
--

Nous remarquons que cette longueur est convenable pour un convergent.

La ventouse :

La ventouse est un moyen d'évacuation de l'air (voir figure III.4 en annexe I).

le tronçon :

C'est la conduite reliant la pompe avec le convergent, il à une longueur donnée comme suit :

$$L_{tr} \geq 2 D_a = 2.600 = 1200 \text{ mm}$$

III .4.3.2 équipement en aval de la pompe :**Joint de raccordement :**

La conduite de refoulement est raccordée à la pompe de manière à ne transmettre aucun effort parasite sur la pompe.

La conduite est auto butée, donc ils ont utilisé un dispositif rétablissant la continuité mécanique de la conduite.

Des tirants placés autour du joint rependant aux efforts dus à l'effet de fond.

En fin, le joint facilite le démontage de la pompe ou des appareillages aval (voir figure III.5 en annexe I

Le divergent :

A la sortie de le pompe, la vitesse de l'eau est de

$$v_{sp} = \frac{4.Q_r}{\pi.D_r^2} \dots\dots\dots (III.6)$$

V_{sp} : la vitesse à la sortie de la pompe (m/s).

Q_r : débit refoulé par les pompes (m^3/s).

D_r : diamètre de la conduite de refoulement.

Dans les conduites de refoulement, il est nécessaire de ralentir cette vitesse par la maintenir dans une plage de (1.2 à 1.5) m/s.

Le divergent est interposé à la sortie de la pompe à un cône droite d'angle au sommet de 8°

C'est pour des considérations d'encombrement, nous voulons limiter la longueur de divergent à une valeur déterminée à partir de la formule suivante.

$$L_d = (3.5 \div 4)(D_R - d_r) \dots\dots\dots(III.7)$$

D_r : diamètre de la conduite de refoulement.

D_r : diamètre de la tubulure de refoulement.

Donc : $L_d = 4 (1000 - 600) = 1600 \text{ mm}$

$$L_d = 1600 \text{ mm}$$

Nous remarquons que cette longueur est la même que celle du divergent existant

Clapet de refoulement :

A la sortie de la pompe, un clapet de retenue est placé, son rôle est d'empêcher l'inversion du débit d'eau lors de l'arrêt de la pompe.

Et comme dans notre cas, la pompe est immergée, l'installation du clapet est à l'extrémité de la remonte de refoulement hors d'eau, le matériel utilisé est choisi parmi les dispositifs classique, cependant à l'arrêt de la pompe, une partie du refoulement se trouve hors d'eau.

Vanne de refoulement :

La vanne de refoulement est placée après la pompe et le clapet anti-retour, peut avoir plusieurs rôles, cette vanne permet d'abord d'isoler la pompe lors des entretiens et de démontages.

La vanne peut intervenir également lors de la mise en marche et de l'arrêt de la pompe dans le cas des pompes centrifuges.

La manœuvre progressive de la vanne de refoulement permet par ailleurs, lors du démontage et de l'arrêt du groupe de limiter les coups de bélier dus à la variation brusque de la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement ainsi elle a les intérêts suivantes :

- lors de l'arrêt du groupe, à démarrer (en barbotage) puis à ouvrir lentement la vanne de refoulement.
- Lors de l'arrêt du groupe à fermer lentement la vanne de refoulement puis à couper l'alimentation du moteur.
- Enfin, la vanne de refoulement peut avoir éventuellement un rôle de réglage du débit.

(Voir figure III.6. annexe I)

Conduite de vidange :

Son diamètre est de

$$d_v = \frac{1}{4} D_r \quad \dots\dots(III.8)$$

d_v : diamètre de la conduite de vidange.

D_r : diamètre de la conduite de refoulement.

Donc : $d_v = \frac{1}{4} 1000 = 250 \text{ mm}$

$d_v = 250 \text{ mm}$
--

Nous remarquons que ce diamètre est convenable, et il est confondu avec le diamètre existant dans la station de Hadjout.

Conduite de refoulement :

Lors de la projection du tracé de cheminement des conduites de refoulement à la station de Hadjout, nous avons fait les remarques suivantes :

- pour le tracé du profil en long, ils ont été établis avec une rampe (supérieure à 0.001) vers le réservoir d'irrigation tout en suivant la pente naturelle dont le but est d'éviter d'importants travaux d'excavation. (le tracé du profil en long est fait à l'aide de logiciel Covadis en le trouvant dans les listes des planches) [8]
- la longueur qui est de 700 m, ils ont fait le choix des matériaux, et

Donc la vitesse de refoulement est répond aux conditions citées ci-dessus.

La conduite de refoulement, transporte de l'eau sous pression de la station de pompage de la cote de 91m, vers le bassin du stockage à la cote de 168 m.

III.4.4. autres équipements :**Circuits auxiliaires :**

Dans la station de pompage il y a des divers circuits auxiliaires d'eau sous pression et qui ont les usages suivants :

- l'arrosage des garnitures d'étanchéité des pompes notamment si l'eau à pomper est chargée, cet arrosage est effectué à l'eau claire.
- Refroidissement des paliers des pompes.
- Refroidissement des moteurs électriques d'entretien des groupes.
- Alimentation en eau de lavages des grilles rotation filtration.
- Refroidissement des compresseurs d'air pour l'alimentation des réservoirs anti-bélier.
- Alimentation des sanitaires de la station.

Ces circuits sont en bon état dans la station de Hadjout.

Débitmètre :

Dans la station de Hadjout, les mesures de débit à l'aval des pompes sont obtenues à l'aide d'appareils (débitmètres) ils sont en bon état.

Nous avons remarqué un débitmètre tout neuf abandonner dans la station de Hadjout.

(Voir figure III.7 annexe II).

Manomètre :

Ces appareils permettent le contrôle du fonctionnement de la pompe, dans la station de Hadjout, nous avons trouvé :

Un manomètre à l'aspiration, il est placé sur la bride d'aspiration de la pompe.

Un manomètre au refoulement placé de façon identique.

Les manomètres sont montés sur une tubulure munie d'un robinet à trois voies permettent la purge de la tubulure.

Nous avons remarqué que les manomètres sont en bon état.

III.4.5. étude de la cavitation :

La cavitation provoque une diminution très considérable de la hauteur et du rendement de la pompe.

A début, on entend un bruit dans la pompe et l'apparition des bulles d'air provoquant éventuellement l'endommagement de la pompe.

Afin d'éviter ce phénomène il faut avoir :

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r$$

$(NPSH)_d$: charge nette absolue d'aspiration disponible.

$(NPSH)_r$: charge nette absolue d'aspiration requise, c'est une donnée par le constructeur sous forme d'une courbe

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - \left(h_a + \sum h_{p_{asp}} + \frac{v^2}{2g} \right) \dots \dots (III.9)$$

$\frac{P_{at}}{\rho}$: La hauteur de pression atmosphérique qui est égale à 10 m.

$\frac{P_v}{\varpi}$: Tension de vapeur qui est égale à 0.1 m.

H_a : hauteur d'aspiration qui est égale à 2.4 m.

V_a : la vitesse d'aspiration qui est égale à 1.36 m/s.

$\sum hp_{asp}$: Les pertes de charge d'aspiration.

$$\sum hp_{asp}^{total} = 1.15 \sum hp_{asp}^{lin}$$

$$\sum hp_{asp}^{lin} = \frac{4.L_{asp}}{1000} = 0.044m$$

$$\sum hp_{asp}^{total} = 1.15.0.044 = 0.051m$$

$$(NPSH)_d = 10 - 0.1 - (2.4 + 0.051 + \frac{1.36^2}{2.9.81}) = 7.35m$$

$$(NPSH)_r = 5.7m$$

Donc la condition est vérifiée.

Ce qui mènera à dire que la cavitation n'apparaît plus et la pompe fonctionne dans la zone de non cavitation.

Détermination de la cote de l'axe de la pompe

$$\nabla_{axe} = \nabla_{min} + h_a^{adm} + (-r) \dots\dots\dots (III.10)$$

Avec $r = (0.1 \text{ à } 0.3) \text{ m}$

$$\nabla_{axe} = 91 + 2.4 - 0.1$$

$\nabla_{axe} = 93.31m$

III.4.6. protection de conduites contre le phénomène de coups de bélier :

III.4.6.1.présentation du phénomène :

Les coups de bélier est un phénomène oscillatoire qui se traduit par un train d'onde des surpressions et des dépressions importantes susceptibles d'entraîner des ruptures des tuyaux, et des équipements accessoires (robinetteries, joint, ...).

Les causes les plus fréquentes qui peuvent crier ce phénomène sont :

- arrêt brutal par disjonction inopinée d'un ou plusieurs groupes électropompes alimentant une conduite de refoulement.
- Démarrage des pompes.
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement ou d'un robinet d'obturation.
- Donc, le coup de bélier résulte d'un changement du régime d'écoulement.

III.4.6.2. explication du phénomène :

Lors d'un arrêt brutal du groupe électropompe, la masse liquide poursuit sa direction grâce à son inertie, mais sans alimentation ce qui produit une onde de pression qui se propage jusqu'au réservoir.

Dès que cette onde atteint le réservoir, une onde élastique de pression statique commence à se déplacer du réservoir vers la pompe (réflexion) ; alors il se produit un accroissement de la pression de la portion du liquide la plus proche du clapet de la pompe en suite une onde de surpression se propage depuis la pompe jusqu'au réservoir (deuxième réflexion), une dépression se manifeste au niveau du clapet de la pompe.

Ce phénomène continu jusqu'à ce qu'il soit amorti par les pertes de charges dans la conduite (effet du frottement).

Si la pression au niveau de la conduite dépasse la pression maximale qu'elles doivent supporter, il résulte la destruction et l'éclatement de celles-ci.

III.4.6.3. moyen et équipement de protection :

Il est impossible de supprimer totalement l'effet de coup de bélier mais il convient de rechercher leur limitation compatible avec la résistance des installations, citons ainsi, les appareils anti-béliers les plus utilisés :

La soupape de décharge :

Elle intervient dans la protection contre les surpressions et ne doit s'ouvrir que sous une pression déterminée, légèrement supérieure à 5% de la pression maximale de fonctionnement normale; son installation est souvent plus économique du point de vue investissement, mais elle entraîne des pertes de volumes d'eau.

Le volant d'inertie :

Il est incorporé au moteur, il intervient dans la protection contre les dépressions et permet d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble, ce qui provoque une certaine continuité de la veine liquide par la suite une diminution de l'intensité du phénomène.

c) la cheminée d'équilibre :

Elle sert à limiter les surpressions et les dépressions, utilisée uniquement dans le cas des hauteurs géométriques très faibles.

Le réservoir d'air :

C'est le moyen le plus utilisé pour la protection anti-bélier car il protège les installations aussi bien contre les surpressions, que contre les dépressions, son installation est simple, pour notre cas nous avons deux réservoirs d'air de volume de 60.000 m³.

Le réservoir anti-bélier est toujours placé à proximité de la pompe.

Lors de l'arrêt de cette dernière, le débit dans la conduite diminue brusquement, et il est remplacé partiellement ou progressivement par celui du ballon d'air ; et pendant la surpression, le surplus d'eau rejoint le ballon d'air et diminuera ainsi l'augmentation de pression.

III.4.6.4 méthode de calcul du volume d'air dans le réservoir :

Plusieurs chercheurs (COMBESET BOROT, PEUCH ET MEUNIER, GAULET ET VIBERT) ont établi des abaques permettant une approche concernant le dimensionnement d'un réservoir d'air, on utilise la méthode de VIBERT.

Cette méthode a pour base l'utilisation d'un abaque simple qui à l'origine de la formule suivante :

$$U_0 = \frac{V_0}{2.g.H_0} \cdot \frac{L.S}{f\left(\frac{H}{H_0}\right)} \dots\dots(\text{III.11})$$

(Voir l'abaque de VIBERT figure III.7. en annexe I).

U_0 : volume d'air initial en m^3 .

V_0 : vitesse initiale de l'écoulement en m/s.

H_0 : hauteur de pression absolue dans le réservoir en régime permanent.

H : hauteur de la pression dans le réservoir après formation du coup de bélier.

L'utilisation de l'abaque résume les étapes suivantes :

1. calcul de $\frac{V_0}{2g}$ et $\frac{h_0}{H_0}$.

2. calcul de $\frac{H_{\max}}{H_0}$.

3. le fixation des points $\frac{H_{\max}}{H_0}$ et $\frac{h_0}{H_0}$ sur l'abaque, puis en relie ces deux points par une

droite et on lit la valeur correspondante de $\frac{U_0}{L.S}$ qui est l'intersection de cette droite et

l'axe $\frac{U_0}{L.S}$.

4. détermination de U_0 .

5. détermination de la valeur de $\frac{H_{\max}}{H_0}$ en suite H_{\min} .

6. calcul de U_{\max} qui est le volume maximum du réservoir. $U_{\max} = \frac{U_0.H_0}{H_{\min}} \dots(\text{III.12})$

7. calcul du volume réel du réservoir d'air. $U_R = K.U_{\max} \dots (\text{III.13})$

8. $K = (1.1 \text{ à } 1.3) \dots\dots(\text{III.14}) \quad [4]$

Partie de calcul :

$H_g = 77 \text{ m}$

$D = 1000 \text{ mm}$.

$Q = 4 \times 0.2 = 0.80 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$v_0 = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = 0,25 \text{ m/s}$$

$P_N = 10 \text{ bars} = 100 \text{ m}$.

$H_0 = H_g + 3 = 80 \text{ m}$.

Calcul de h_0 :

$$h_0 = \frac{V_0}{2g} = \frac{3.63^2}{2.9.81} = 0.672m$$

$$\frac{h_0}{H_0} = 1.156.10^{-2}$$

Calcul de $\frac{H_{\max}}{H_0}$:

$$\frac{H_{\max}}{H_0} = \frac{110}{58.15} = 1.89$$

On relie les des points $\frac{H_{\max}}{H_0}$ et $\frac{h_0}{H_0}$ sur l'abaque on trouve,

$$\frac{U_0}{L.S} = 2.4.10^{-2} \Rightarrow U_0 = L.S.2,4.10^{-2} = 1800. \frac{3,14.1^2}{4} .2,4.10^{-2} = 33.92m^3$$

Détermination de H_{\min} :

$$\frac{H_{\max}}{H_0} = 0.61 \Rightarrow H_{\min} = H_0.0.61 = 35.47m^3$$

Calcul de U_{\max} :

$$U_{\max} = \frac{U_0.H_0}{H_{\min}} = 54.74m^3$$

$U_{\max} = 54.74 m^3$

Donc

Calcul de $U_{\text{réel}}$:

$$U_R = K.U_{\max} = 1.1 \times 54.74 = 60 m^3$$

$U_{\text{réel}} = 60 m^3$

Nous remarquons que le résultat est le même que pour les deux réservoirs qui se trouvent dans la station.

III.7. état actuel du bâtiment de la station de pompage :

Le bâtiment de la station de Hadjout est destiné à abriter les équipements hydrauliques et hydromécanique (principaux et auxiliaires), l'appareillage électrique, les locaux du personnel, etc....

Le type de ce bâtiment est de surface et qui est choisi d'après les conditions suivantes :

1. type de raccordement du bâtiment à la prise d'eau qui est assemblé.
2. type de pompes et moteurs utilisés.
3. destination de la station de pompage (irrigation).
4. matériaux de construction.
5. débit et hauteur de refoulement désirés.
6. conditions naturelles (climat, relief, géologie, hydrogéologie).

Le type surface du bâtiment présente des avantages :

- évité toute inondation de la station de pompage.
- Sa construction ne nécessite pas des travaux de fondation importants.

- Il permet une exploitation simple des équipements.

III.7.1 état extérieur du bâtiment :

Nous avons fait les remarques suivantes :

- la couche d'asphalte qui se trouve les routes de service desservant le site est complétement érodé.
- La majorité des travaux on béton tels que les trottoirs, les bordures en béton, les tampons de visite sont endommagés.
- La présence des débris de tuyauteries et d'équipement (voir figure III.9 en annexe II).
- Tous les éléments métalliques extérieurs (colonnes, poutres, trames, tampons de visite, échelles, grilles de filtration, structures métalliques du support, caniveaux de drainage des eaux de pluie) sont en mauvais état.
- Les portes d'accès ainsi que les écrans d'oiseaux de la station de pompage et de la station électrique secondaire sont aussi en mauvais état.
- La peinture des murs des chambres est absolument négligeable et invisible.
- De plus, les revêtements métalliques des toits sont aussi endommagés et rouillés.
- Le système de drainage des eaux de pluie au niveau des toits de station de pompage, du compresseur et de la sous station électrique est endommagé.
- La tuyauterie cabinet d'aisance de la toilette dans la station, lavabo, urinoir sont en mauvais état et aussi le carrelage et la peinture.
- En fin, la tuyauterie du circuit d'alimentation en eau domestique (eau froide) est endommagée.

III.7.2 état intérieur de la station :

Dans le cadre de l'étude de cette station, notre diagnostic des différente structures de génie civile a élevé que la quasi-totalité des ouvrages existants sont dans un état de détérioration tels que la corrosion, l'humidité, les fissures dans le béton.

Pour évacuer la détérioration des éléments intérieurs, nous sommes basés sur des examens.

III.7.2.1 examens pour l'évaluation de la détérioration des éléments en béton :

Examen visuel :

Après l'examen visuel des éléments structuraux, nous avons remarqué :

1. des taches de corrosion sur la surface du béton et notamment la dalle du premier niveau au (20 cm d'épaisseur) qui est souffre de corrosion mineur de l'armature ;
2. des taches d'eau ou l'humidité sur la surface du béton ;
3. dégradation de l'enrobage du béton et des armatures visibles ;
4. les murs de palplanches montrent des signes de bouclement léger des plaques métalliques causés par l'infiltration d'eau derrière les murs.
5. les murs du rez-de-chaussée montrent des signes de détérioration causée par l'infiltration d'eau des tuyaux d'entrée.
6. des fissures profondes et endommagement du béton dans des endroits locaux par exemple la dalle de rez-de-chaussée (10 cm d'épaisseur) ; est sévèrement détériorée à cause des fissures majeure et les armatures corrodées.

Marteau Schmidt pour l'examen du béton :

L'exécution de l'épreuve au marteau Schmidt est menée dans des endroits différents pour vérifier la résistance du béton et sa qualité et sa variation entre les endroits investigués, et les résultats obtenus sont comparés avec ceux obtenus à partir de l'écrasement des carottes extraites des mêmes endroits

Carottage du béton :

Il s'agit de procéder à l'extraction des carottes de béton des éléments structuraux (fondation, colonnes, poutres, dalles en béton) à la compression.

Les résultats obtenus de ces deux examens montrent que le béton de la station est bon qualité et résiste bien à la corrosion.

III.7.2.2 examen pour l'évaluation de l'endommagement des éléments en acier :

Nous avons fait un examen visuel pour les poutres structurales et secondaires en acier, les colonnes en acier, les connexions, le revêtement métallique, les grilles métalliques et les abaques ondulés qui nous a conduit à faire les remarques suivantes :

1. il y a des éléments en acier montrent des signes mineurs de corrosion comme les poutres secondaires et les conduites d'aspiration.
2. il y a des éléments en acier montrent des signes majeurs de détérioration due à la corrosion comme les arbres de transmission.
3. l'apparition de la corrosion sur le revêtement métallique et les plaques ondulées comme les panneaux.
4. il y a des panneaux dans les grilles métalliques qui sont légèrement corrodés et autres détériorés.
5. les poutres principales en acier sont gravement corrodées à cause de l'infiltration d'eau et de l'humidité.

III.8 conclusion :

Nous avons fait une étude globale sur l'état actuelle de la station de pompage de Hadjout enquête et constat, puis le dimensionnement des ouvrages de point de vue équipements et bâtiment, ce qui nous a permis d'évaluer de détérioration qui nécessite des travaux de réhabilitation.

IV-1- Introduction :

Nous essayons dans ce chapitre de recommander les moyens et les modes de réhabilitations de la stations de pompage de Hadjout , suivant les équipements , le bâtiment et le terrain et leur remise en état pour assurer le bon fonctionnement et la gestion du système d'irrigation .

IV-2- Réhabilitation fonctionnelle :

Dans cette partie, il s'agit de remettre en état les équipements nécessaires au refoulement des eaux d'irrigation par la station de pompage de Hadjout.

IV-2-1- Grilles Ecran d'aspiration d'eau :

Le nettoyage et la peinture des grilles écran.

Le remplacement des supports mécaniques qui le tient.

IV-2-2- Les pompes :

Le remplacement des quatre groupes électropompes noyés est obligatoire.

IV-2-3- Les vannes :

Une simple réhabilitation inclue le nettoyage et la peinture des quatre vannes –porte et les clapets non retours.

Remplacement des trois autres vannes par d'autres nouvelles car ces vannes sont défectueuses.

Une simple réhabilitation inclue la peinture, le remplacement de la garniture mécanique, siège ...etc., pour les vannes –portes secondaires installées sur les conduites de dérivation, les tuyaux de décharge des pompes de drainage, désembuage ; ainsi que les conduites, Connectant le réservoir anti-bélier aux collecteurs refoulement principaux.

Les vannes remplaçantes sont de type :

-vanne méplat un refoulement DN 500 PN 16 avec collante tige et volant de manœuvre (manuel) y compris joint de démontage et manchette de modification.

-recommandation d'une vanne régulatrice du débit placé dans la conduite de refoulement (voir la figure N°III.1annexeII)

IV-2-4- Le pont –roulant :

Réhabilitation générale inclue le nettoyage, pour le pont roulant.

Le renforcement des boulent de fixation.

La jointure du soudeur entre les différentes poutres qui forme le pont.

IV-2-5- Les équipements électriques:

La réhabilitation pour les équipements électrique incluse.

Le remplacement des deux transformateurs 30/0,38 KV – 630 KVA par deux autres nouveaux.

Prévoir des batteries de condensateurs pour les services auxiliaires, afin de relever le facteur de puissance à une valeur supérieure ou égale à 0,92.

Remplacer les câbles électriques de la station y compris les câbles alimentant les démarreurs à partir des transformateurs, ceci devra faire l'objet d'une relevé et d'une étude détaillée pour toutes les charges et câbles de la station.

Remplacer les câbles de signification et de transmission entre les différents organes et l'automatisme.

Remplace tout l'installation d'éclairages (l'intérieur et extérieur) et de pries de courant du type et calibres adéquats pour les divers bâtiments de la station (bâtiment livraison -30KV, divers étage de la station de pompage, locaux transformations, etc).

Prévoir un éclairage de sécurité pour l'ensemble des locaux.

Prévoir une protection contre la foudre.

Réhabiliter toutes les structures relatives aux équipements électriques tels que : locaux, rails des transformateurs, caniveaux de câbles, etc.

Prévoir armoire < variation de fréquence > et moteur 400KV y compris mesure de débit.

IV-3- Réhabilitation architecturale :

Cette réhabilitation touche l'esthétique du bâtiment, contient les travaux suivant :

Le remplacement des portes d'accès ainsi que les écrans d'oiseaux de la station de pompage et de la station électrique secondaire.

Le repeint ou le remplacement des revêtements métalliques des toits.

Le montage d'une nouvelle tuyauterie cabinet d'aisance, lavabo, urinoir et une nouvelle finition comprenant le carrelage et la peinture dans la toilette de la station de pompage.

Le remplacement du système de drainage des eaux de pluie au niveau des toits de station de pompage, du compresseur et de la sous station électrique.

L'installation d'une nouvelle tuyauterie, du réservoir de stockage, de robinetteries pour la remise en état du circuit d'alimentation en eau domestique (eau froid).

La réparation de la couche d'asphalte qui recouvrait les routes de service désossemements le site.

Le remplacement ou la réparation des travaux en béton tels que les trottoirs, les bordures en béton, les tampons de visite.

Le dégagement des débits de tuyauteries et d'équipement qui y sont présents dans le site.

Le nettoyage et le repeint de la chambre souterraine ; à partir de laquelle le débit des pompes est mesuré et aussi l'installation d'une nouvelle échelle permettant son accès.

La repeintes de tous les éléments métalliques extérieurs (colonnes, poutres, trames, tampons de visite, échelles, grilles de filtration, structures métalliques de support, caniveaux de drainage des eaux de pluie, balustrades, etc).

Repeint les murs intérieurs du bâtiment de la station.

IV-4- Réhabilitation structurale :

IV-4-1- Description des types de réhabilitation des éléments en béton :

IV-4-1-1- Travaux de réhabilitation mineure :

Les travaux concernant les endroits corrodés superficiellement ou pour le nettoyage des armatures corrodés légèrement.

Ils incluent les opérations suivantes :

Nettoyage écroutement du béton détériore ; généralement cette détérioration ne dépasse pas l'enrobage du béton.

Autrement , il faut utiliser d'autres méthodes de réhabilitation.

Ecroutement de l'enrobage du béton aux endroits des armatures corrodées.

Nettoyage des armatures corrodées par décapage au jet de sable.

L'application d'un agent adhésif à la surface du béton.

L'application du ciment portland, en utilisant la truelle ou du béton sec empaqueté ou tout autre matériel spécial empaqueté à base de ciment et approuvé.

IV-4-1-2- Travaux de réhabilitation majeure :

Ces travaux de réhabilitation majeure du béton sans démolir l'élément structural en béton incluent les opérations suivantes :

Nettoyage des éléments structuraux comme prévu.

Nettoyage et écroutement du béton dans les endroits détériorés.

Nettoyage des armatures de la rouille par décapage au jet de sable.

L'application d'un agent adhésif à la surface du béton.

L'écoulement du nouveau béton en utilisant ; soit des coffrages ou du béton projeté ou autre moyen convenable et approuvé.

L'injection du mortier époxy pour les larges fissures.

IV-4-1-3- Remplacement de l'élément structural :

Le remplacement de l'élément structural en béton inclue l'opération suivante :
Nettoyage des éléments structuraux comme prévu.

Démolition des éléments structuraux détériorés ainsi que l'enlèvement de leurs armatures.

Piquetage des surfaces du béton à l'interface entre les nouveaux éléments à écouler et les éléments existants de 6mm de profondeur.

En suite, il faut appliquer un agent adhésif à la surface du béton comme mentionné ci-dessus :

Forcer et implanter des chevilles à la surface d'interface entre les éléments nouveaux et existants.

Coffrage et placement des armatures nouvelles.

Écoulement du béton frais.

IV-4-1-4- Réhabilitation des chasses- Rous en béton, des dalles reposant sur sol, des éléments en béton non- structuraux :

Cette réhabilitation inclue les opérations suivantes :

Inspecter les endroits défectueux et valeur l'endommagement.

Démolir et remplacer les parties détériorées.

IV-4-2- Description des méthodes de réhabilitation des éléments en acier :**IV-4-2-1- Nettoyage de corrosion mineure et repeint :**

Nettoyage par décapage au jet du sable.

Application des couches de peintures suivantes :

Première couche de fond, couche intermédiaire et couche finale.

IV-4-2-2- Remplacement des éléments en acier :

Il faut procéder au remplacement des éléments en acier marqués par une corrosion substantielle.

Examen de tous les constituants des éléments structuraux.

Remplacement des éléments en acier corrodés remarquablement.

Peindre les nouveaux éléments l'installation à l'atelier et fixer la peinture endommagée après l'installation surplace.

IV-4-2-3- réhabilitation des connexions en acier :

Les connexions sondées qui sont corrodées, elles sont sujettes à une réhabilitation complète.

Examiner les connexions pour localiser les boulons manquant, rouillés ou desserrés et le remplacer par d'autre équivalents et approuvés

IV-4-2-4- réhabilitation des revêtements métalliques et des grilles métalliques :

Inspecter tout signe de corrosion sur le revêtement métallique ou les grilles métalliques.

Si des signes de corrosion mineure se trouvent sur les grilles métalliques, Il faut procéder au nettoyage des endroits corrodés par décapage au jet de sable.

Dans le cas ou le revêtement est corrodé, Il faut remplacer ses plaques au niveau de la zone affectée.

IV-4-2-5- Réhabilitation des murs et des dalles :

Le remplacement des dalles détériorées.

Et pour les murs détériorés, l'inspection indique le type de réhabilitation.

IV-4-2-6- protection des conduites contre la corrosion :

La corrosion est l'action des éléments naturels dans leurs tendance à défaire ce que l'homme à élaboré par sont travail à partir des matériaux qui lui offre la terre.

Cette attaque du métal dû aux phénomènes extérieurs ou intérieurs est traduite par le retour à l'état plus stable et original des matériaux métalliques utilisés.

Nous examinons brièvement et d'une manière générale les effets de ce problème sur les conduites en acier et les moyens de protection.

IV-4-2-7- Importance de l'étude de la corrosion :

Du point de vue économique la corrosion pose un problème très important, d'où il est estimé que chaque année le quart de la production mondiale d'acier est détruit par la corrosion.

L'organigramme suivant montre le but de cette étude.

IV-4-2-8- Protection interne :

Dans un milieu humide, la corrosion est caractérisée par une attaque de l'oxygène sur le métal. De plus les eaux contenant des éléments chimiques (minéralisées) ayant une faible vitesse d'écoulement provoquent dans les canalisations des dépôts se fixant sur les parois et qui constituent des petites piles qui favorisent l'attaque du métal.

Pour lutter contre cet inconvénient, il est nécessaire de procéder à la protection intérieure, d'où on prévoit un revêtement à base de bitume.

IV-4-2-9- Protection externe :

Le principe de protection consiste à placer la conduite dans un isolant, c'est le revêtement

Cette isolation doit pouvoir en effet s'opposer à toute circulation de courant qu'en soit l'origine de façon à éviter l'oxydation du métal par voie de conséquence la dégradation rapide de la conduite.

Une protection passive de la conduite d'adduction nécessite donc une attention particulière l'ore de son application qui se traduit en pratique ; par le respect rigoureux des règles de l'art en matière de revêtement et de spécification propres au cours de réalisation et ceci notamment par :

- Un nettoyage soigneux de la surface extérieure de la conduite.
- L'application d'une couche de peinture spéciale < primer >.
- L'application de revêtement renforcé par une armature en laine de verre et protégée en papier kraft.

IV-5- Protection contre le séisme et l'érosion :

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et les éléments en dessous du niveau de base (poteaux, voiles, planches). Elle doit constituer un ensemble capable de remplir les fonctions suivantes :

- Réaliser l'encastrement de la structure dans le train (planéité de la section, compatibilité des déformations).
- Transmettre au sol de fondation la totalité des efforts apportés par structure ; limiter les tassements différentiels et / ou les déplacements horizontaux relatifs des fondations qui pourraient réduire la résistance et /ou rigidité du système structural.
- Assurer la redistribution des efforts entre la structure et le sol de fondation dans le cas des déformations plastiques provoquées par les sollicitations.
- Outre le radier, peuvent être considérées comme un ensemble rigide vis-à-vis du mouvement séismique les systèmes suivants :
 - Semelles filtrantes croisées.

- Semelles filtrantes dans un sens, liées dans l'autre sens par des longrines.
- Semelles isolées sur sol meuble liées dans deux sens par les longrines.
- Semelles isolées, sur sol ferme, avec longrines dans un sens et un chaînage périphérique.
- Dans la pratique générale, pour assurer la condition de stabilité de sol d'un part et obtenir une bonne rigidité de l'infrastructure, d'autre part, il y a lieu d'assurer convenable de l'ouvrage dans le sol de fondation.
- En zone II, les ouvrages construits en panneaux de béton armé préfabriqués doivent avoir une infrastructure en béton armé coulé en place, le but de cette disposition est de réaliser une infrastructure rigide pour éviter les risques de déplacement relatif des panneaux et de tassements différentiels susceptibles de se produire ainsi, tous les efforts des panneaux des murs sont transmis à l'infrastructure sans désordre au niveau des panneaux.
- De même, une attention particulière doit être portée aux raccordements des panneaux avec l'infrastructure au niveau du plancher rez-de-chaussée de façon à ce que ces raccordements soit protégés contre la corrosion, surtout s'ils sont à proximité du niveau du sol. Dans le cas où ces conditions ne peuvent être remplies, il doit être exigé que même le rez-de-chaussée soit en béton coulé en place.

IV-6- Résolution des autres problèmes :

Pour les coupures de courants nous proposons d'ériger l'information avant cette coupure. Il faut choisir des personnes spécialisées dans le fonctionnement des appareils et des équipements pour ne pas tomber dans des défauts de fonctionnement de ces appareils.

IV-7- conclusion :

Nous avons proposé la réhabilitation fonctionnelle, architectural ou l'emplacement si c'est possible de tout partie endommagée de la station de pompage de Hadjout et structurelle en se basant sur des calculs techno-économiques pour éviter la construction d'une autre station de pompage.

V.1.Introduction:

L'énergie électrique consommée par les pompes représente une part importante de l'énergie électrique consommée dans le monde. On estime que dans les processus industriels et les utilités du bâtiment, 72 % de l'électricité est consommée par les moteurs, 63 % de cette énergie étant utilisée pour la circulation de fluides.

Les besoins de pompage sont présents dans de nombreux secteurs industriels.

Par exemple : dans le secteur de l'Eau, pour le prélèvement, l'irrigation, la distribution, le traitement, ... Pour ajuster un débit ou une pression, les méthodes traditionnelles consistent à faire varier la section utile de la canalisation où circule le fluide. Vannes, robinets, ... sont les dispositifs les plus couramment utilisés. Des économies d'énergie substantielles peuvent être réalisées dans ces applications par l'entraînement des pompes à vitesse variable, par rapport à des solutions où la régulation des débits ou pressions est réalisée par des moyens mécaniques. Dans le domaine du pompage, les gains les plus significatifs sont obtenus avec des pompes centrifuges. L'objectif de ce document est de décrire le fonctionnement des dispositifs, pompes centrifuges. Dans différents modes de marche, et de quantifier les gains possibles en consommation d'énergie apportés par la vitesse variable.

V.2 Pompes centrifuges :

V.2.1 Variation de débit à vitesse fixe :

Dans la plupart des applications, le débit de fluide à transporter est variable dans le temps, selon les besoins des utilisateurs.

En utilisant la pompe à vitesse fixe, différentes méthodes sont employées.

V.2.1.1 Utilisation de vannes en aval de la pompe :

Le principe consiste à réduire la section utile de la canalisation en aval de la pompe. Il en résulte une augmentation des pertes en charge dans le circuit, ce qui se traduit par une augmentation de la pression en sortie de pompe, et une dissipation d'énergie dans le fluide. Sur la **figure V.1**, le point A est le point de fonctionnement correspondant au débit nominal Q_n . Le point B est le point de fonctionnement correspondant au débit réduit Q_r . Le point optimal de fonctionnement du circuit pour ce débit Q_r serait le point C. La surface colorée représente donc la puissance perdue avec ce mode de fonctionnement

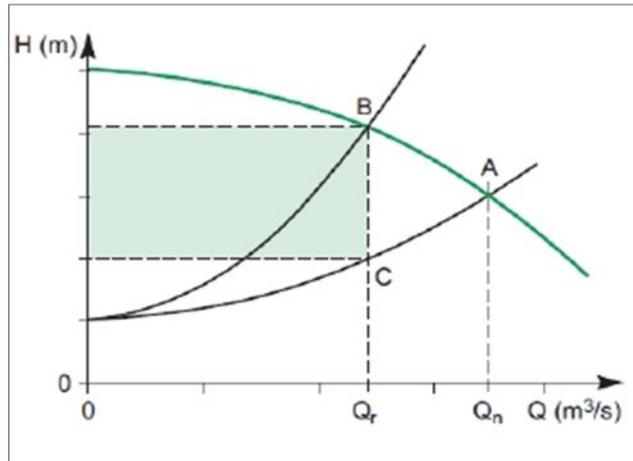


Figure V. 1: Variation de débit par utilisation d'une vanne

V.2.1.2 Utilisation d'un circuit de dérivation (by-pass) :

Le principe consiste à renvoyer une partie du fluide pompé vers la source, par une vanne de dérivation.

Ce dispositif permet un contrôle précis du débit mais présente l'inconvénient d'une faible efficacité énergétique.

Sur la **figure V.2**, le point A est le point de fonctionnement correspondant au débit nominal Q_n . Le point optimal de fonctionnement de ce circuit pour un débit réduit Q_r serait le point C.

La vanne de dérivation située en aval de la pompe ne modifie pratiquement pas le point de fonctionnement de celle-ci. La surface colorée représente donc la puissance perdue avec ce mode de fonctionnement. Ce mode de fonctionnement permet d'obtenir une faible valeur de débit utile sans risquer une augmentation excessive de la pression à la sortie de la pompe.

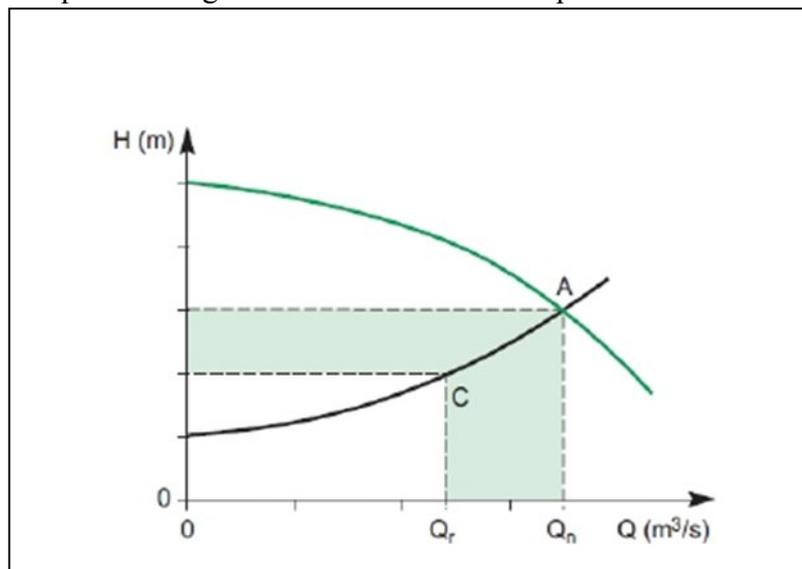


Figure .V. 1 Variation de débit par utilisation d'une vanne de dérivation.

V.2.1.3 Fonctionnement intermittent :

Ce mode de fonctionnement est couramment utilisé pour le remplissage d'un réservoir d'accumulation, comme un château d'eau..

La pompe est choisie pour fonctionner à son rendement optimal pour la hauteur d'eau dans le circuit considéré, et le débit maximal nécessaire.

La pompe est mise en fonctionnement pendant les périodes où l'électricité est la moins chère.

L'inconvénient de cette méthode est de faire fonctionner la pompe à son débit maximal et donc d'avoir des pertes en charge maximales dans le circuit.

V.2.1.4 Couplage de pompes :

Lorsque le débit dans un circuit doit varier dans de grandes proportions, il est intéressant de mettre en œuvre plusieurs pompes en parallèle.

Cette configuration illustrée sur la **figure V.3** permet de faire fonctionner les pompes au plus près de leur meilleur rendement.

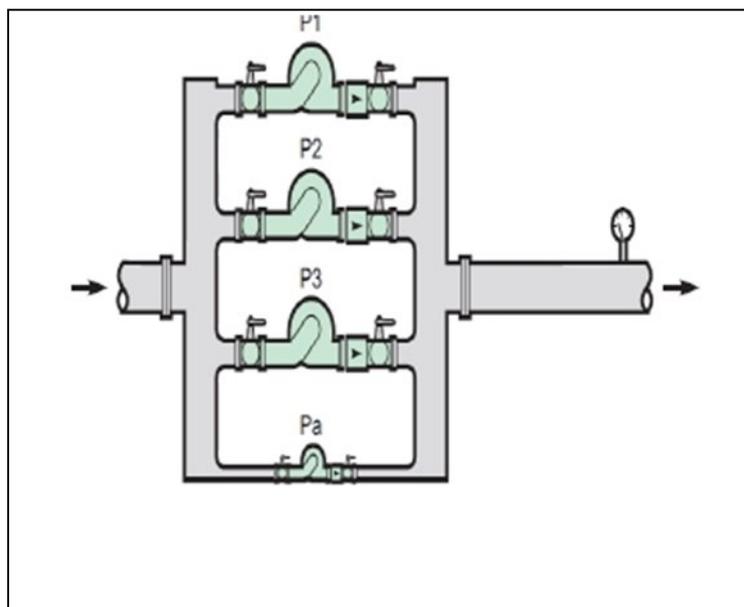


Figure V. 3 : Association de pompes en parallèle

Si par exemple trois pompes identiques sont installées en parallèle, la courbe de HMT résultante est obtenue point par point en additionnant les débits correspondant à une hauteur manométrique donnée.

Sur un circuit donné, il existe donc trois points de fonctionnement possibles, en fonction du nombre de pompes en service, comme représenté sur la **figure V.4**.

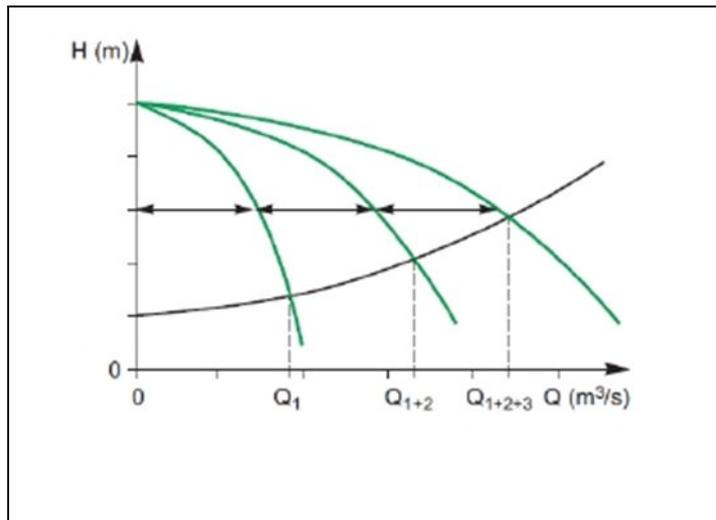


Figure V. 2 Association de pompes identiques en parallèle

Des points de fonctionnement intermédiaires peuvent être obtenus par la mise en œuvre d'une pompe d'appoint de plus faible puissance, comme illustré sur la **figure V. 5**.

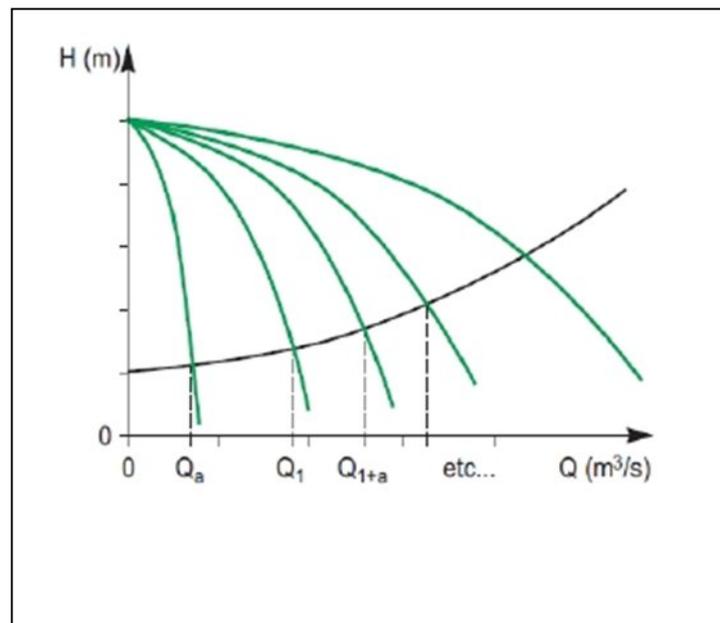


Figure V. 3 Utilisation d'une pompe d'appoint.

Suivant le même principe, il est courant de mettre en œuvre une pompe de faible puissance, dite "pompe jockey", qui permet de maintenir le circuit sous une pression minimale lorsque les pompes principales sont à l'arrêt.

V.2.1.5 Fonction supprimeur :

Les ensembles de pompes couplées en parallèle sont en général associées à une régulation manométrique, afin de maintenir la pression dans le circuit entre deux valeurs, minimale et maximale.

Une demande croissante se traduit par une diminution des pertes en charge, résultant de l'ouverture des robinets en aval, et une diminution de la pression.

Lorsque la pression minimale est atteinte, la mise en service d'une pompe supplémentaire est nécessaire.

Ce fonctionnement est illustré sur la figure V.6.

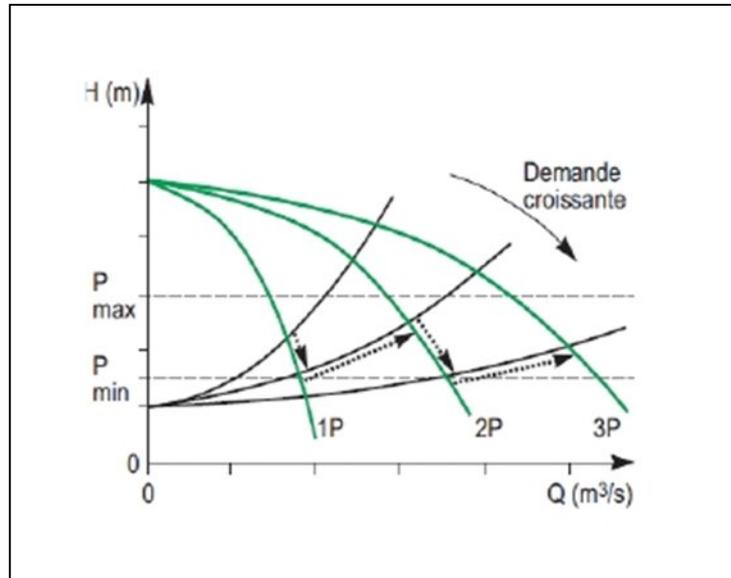


Figure V. 4. Fonctionnement d'un surpresseur à débit

Inversement, une demande décroissante se traduit par une augmentation des pertes en charge, résultant de la fermeture des robinets en aval, et une augmentation de la pression.

Lorsque la pression maximale est atteinte, la mise hors service d'une pompe est nécessaire. Ce fonctionnement est illustré sur la figure .V. 7

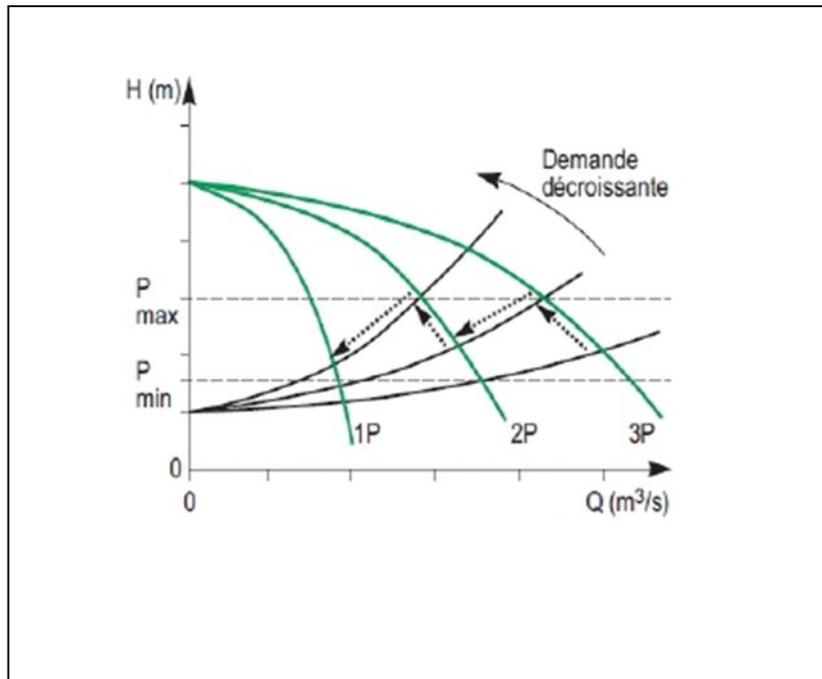


Figure V. 5 Fonctionnement d'un surpresseur à débit décroissant

V.2.2. Fonctionnement à vitesse variable:

Les caractéristiques fondamentales d'une pompe centrifuge sont directement liées à sa vitesse de rotation.

En considérant la pompe isolément (sans tenir compte de hauteur de colonne d'eau), pour une vitesse de rotation N autre que la vitesse nominale N_n : Le débit Q est proportionnel à (N/N_n) , La HMT H est proportionnelle à $(N/N_n)^2$, La puissance P est proportionnelle à $(N/N_n)^3$

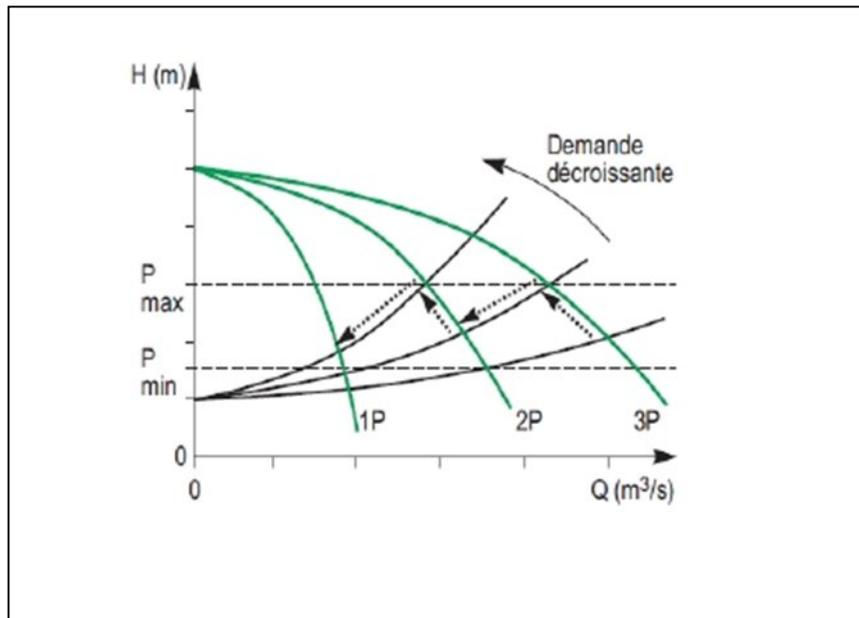


Figure V. 6 Caractéristiques d'une pompe centrifuge pour deux valeurs de vitesse

A partir de la caractéristique à vitesse nominale, la caractéristique HMT(Q) pour une vitesse différente peut être tracée point par point, les points homologues étant situés sur une parabole, comme illustré sur un exemple en figure V.9.

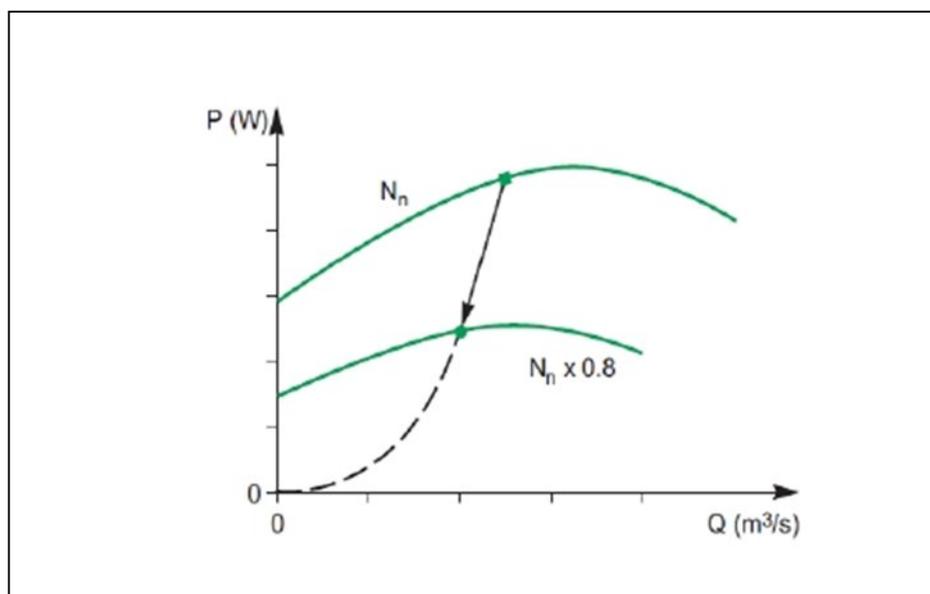


Figure V. 7 Caractéristiques P(Q) d'une pompe centrifuge pour deux valeurs de vitesse.

De même, la caractéristique P(Q) peut être tracée point par point, les points homologues étant situés sur une courbe cubique, comme illustré sur un exemple en figure V.9.

V.2.2. 1 Variation du débit dans un circuit donné :

Nous avons vu plus haut qu'il était possible de faire varier le débit d'une pompe fonctionnant à vitesse fixe, en utilisant une vanne placée en aval.

Ce mode de fonctionnement est illustré sur la figure V.9.

La figure. V.10 permet d'illustrer le gain de puissance réalisé lorsque la variation de débit est obtenue en faisant varier la vitesse de rotation de la pompe.

La puissance utile fournie par la pompe étant proportionnelle aux surfaces rectangulaires colorées, on observe une nette réduction de la puissance lors du fonctionnement à vitesse variable.

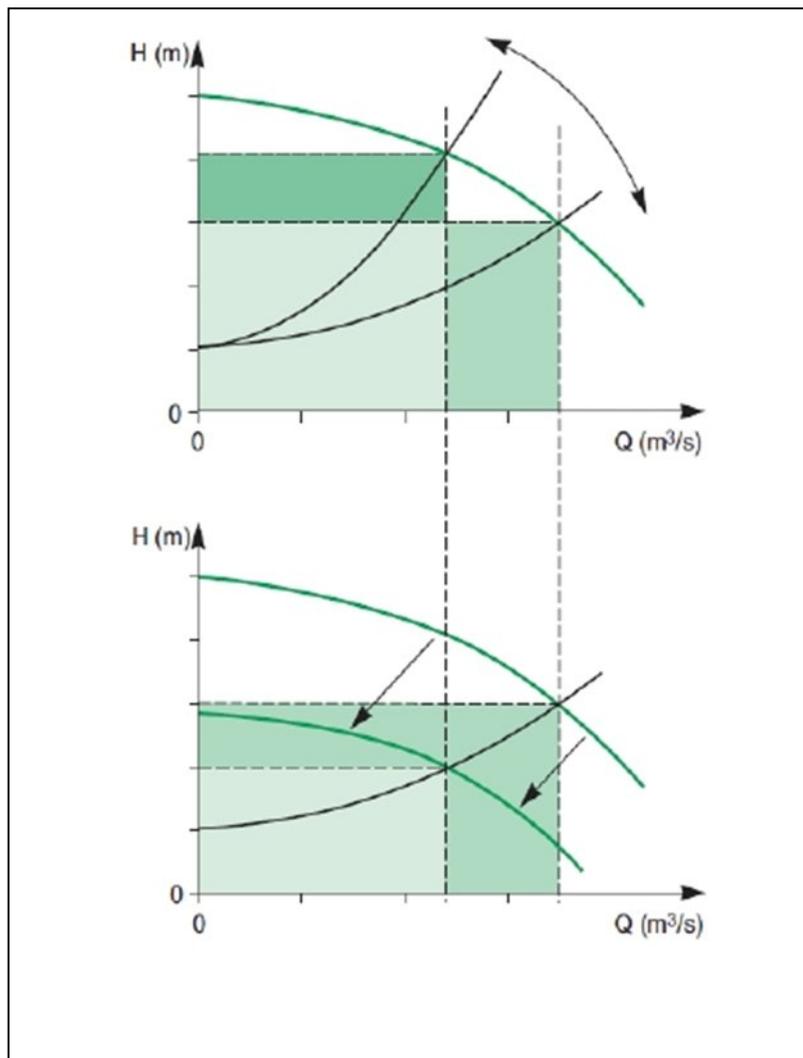


Figure V.8 Variation de débit à vitesse constante et à vitesse variable.

La variation de vitesse de rotation permet d'utiliser la pompe constamment à son meilleur rendement.

Les surfaces rectangulaires colorées sont donc dans ce cas directement proportionnelles à la puissance absorbée par la pompe.

La variation de la puissance absorbée dans cet exemple est illustrée sur la figure V.11.

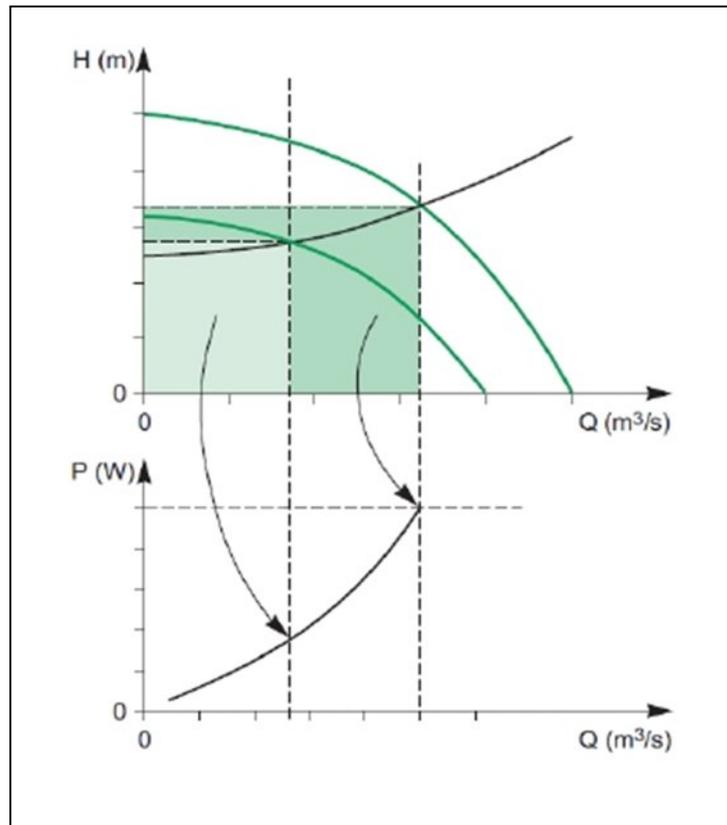


Figure V.9 Variation de puissance à vitesse variable

En notant H_n la HMT au point de fonctionnement nominal de la pompe, on considère par exemple différents types de circuit tels que:

$Z = 0$: circuit n'ayant que des pertes de charge

$Z = 0,85 \cdot H_n$: circuit d'adduction d'eau typique (la hauteur géométrique est prépondérante)

$Z = 0,5 \cdot H_n$: valeur intermédiaire

Suivant le type de circuit, on observe sur la partie supérieure de la figure V. 12 que pour une même réduction de débit de Q_n à Q_r , la diminution de vitesse de la pompe ne sera pas la même.

Il en résulte différentes courbes de puissance en fonction du débit, représenté sur la partie inférieure de la figure.

Plus la diminution de vitesse est importante, plus la réduction de puissance est significative.

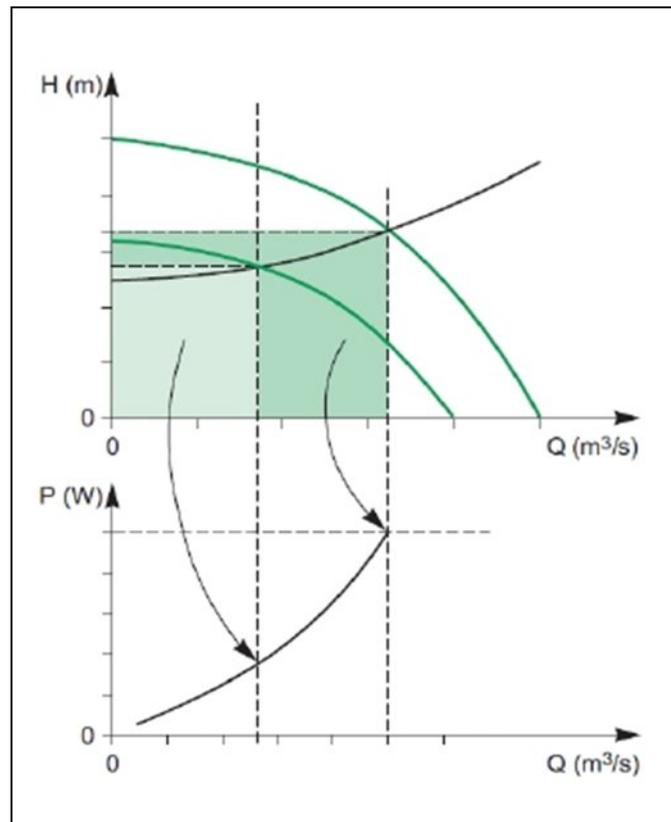


Figure .V . 10 Variation de puissance pour différents types de circuits.

V.2.2. 2 Variation de la puissance pour différents types de circuits

La variation de puissance absorbée par la pompe en fonction du débit va dépendre de la caractéristique du circuit dans lequel elle est insérée.

Le paramètre à prendre en compte est le rapport entre la hauteur manométrique au point de fonctionnement nominal de la pompe et la hauteur manométrique à débit nul Z (voir figure V. 7).

$$Z=0$$

$$Z = 0.5 H_n$$

$$Z = 0.85 H_n \quad [15]$$

Pour un débit égal à 80 % du débit nominal, la puissance absorbée à la vitesse nominale est égale à 94 % de la puissance nominale.

Pour ce même débit, la puissance absorbée à vitesse réduite est égale à 66 % de la puissance nominale.

Puissance électrique à la vitesse nominale :

$$P_f = P_n \cdot \frac{1}{\eta_{\text{mot}}} \cdot P(Q) = 100 \cdot \frac{1}{0,95} \cdot 0,94 = 98,9 \text{ kW} \quad \dots(V.1)$$

Puissance à vitesse réduite :

$$P_r = P_n \cdot \frac{1}{\eta_{\text{mot}}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{var}}} \cdot P(Q) = 100 \cdot \frac{1}{0,93} \cdot \frac{1}{0,97} \cdot 0,66 = 73,1 \text{ kW}$$

La différence de puissance s'élève à 25,8 kW, ce qui représente une énergie économisée de

226 MWh par an en supposant un fonctionnement permanent, et donc un gain de 11 300 € par an en supposant un coût de 0,05 €/kWh. [10]

V.3 Comparaison de différentes solutions:

Dans l'exemple suivant, différentes possibilités de réduction de débit sont comparées:

- Utilisation de vannes,
- Une pompe fonctionnant à vitesse variable, les autres à vitesse fixe,
- Toutes les pompes fonctionnant à vitesse variable.

On considère une configuration de 3 moto-pompes identiques fonctionnant en parallèle, chacune absorbant une puissance de 100 kW à 100% du débit.

La hauteur de colonne d'eau Z est égale à la moitié de la HMT ($Z = 0.5 H_n$) La comparaison des différentes possibilités est effectuée pour un débit égal à 70% de la capacité totale, soit 210% du débit nominal d'une seule pompe.

Les caractéristiques des pompes sont représentées sur la figure V.12, pour différentes valeurs de la vitesse de rotation. [10]

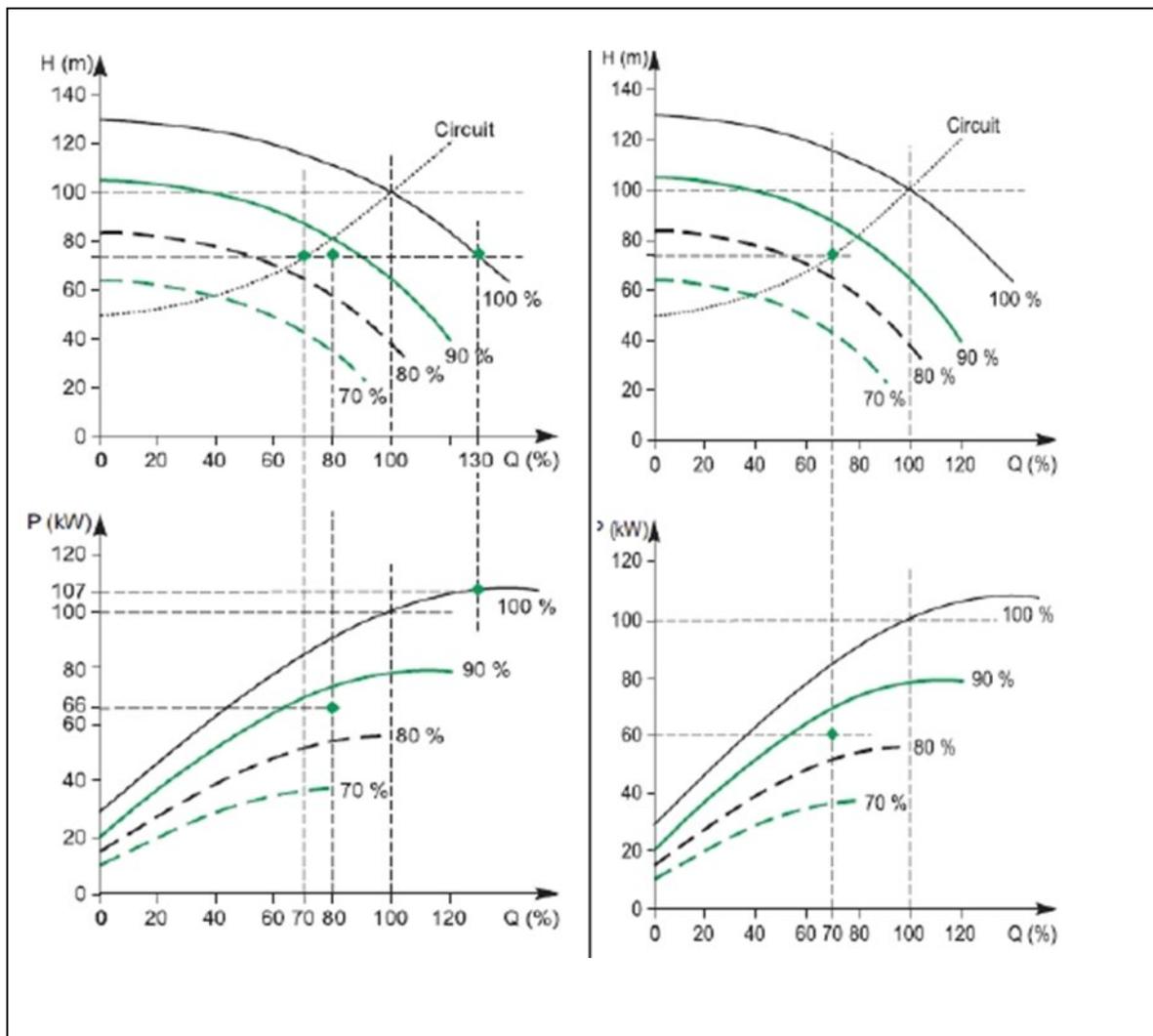


Figure .V.11Caractéristiques des pompes et du circuit.

Figure .V. 12 .Caractéristiques des pompes et du circuit.

Par l'utilisation de vannes, la puissance de chaque pompe fonctionnant à pleine vitesse est est

réduite à 85 kW. La puissance totale est donc égale à 255 kW.

Le fonctionnement avec une seule pompe à vitesse variable est illustré sur la figure. V.14

Le débit total étant réduit, la HMT est donc également réduite.

Par conséquent, le débit d'une pompe fonctionnant à pleine vitesse est augmenté jusqu'à 130%, avec augmentation de puissance de 7% environ. Le débit total requis étant de 210% du débit nominal d'une pompe, une seule pompe à vitesse fixe est nécessaire.

Le débit de la pompe à vitesse variable est alors égal à $210 - 130 = 80\%$ du débit nominal.

Pour ce débit et cette HMT, la pompe fonctionne approximativement à 87% de sa vitesse nominale, et la puissance absorbée est d'environ 66 kW.

Pour cette configuration, la puissance totale est donc égale à $107 + 66 = 173$ kW. [10]

V.4 Conclusion:

L'utilisation de la vitesse variable dans la circulation des fluides est. Le principal facteur de réduction de consommation d'énergie dans de nombreuses installations industrielles et tertiaires.

Les économies d'énergie sont particulièrement importantes si des débits partiels sont fréquemment utilisés. L'investissement d'un variateur de vitesse est très rapidement récupéré et permet des économies importantes par la suite.

En plus des économies d'énergie, les variateurs de vitesse apportent dans ces applications de nombreux avantages en termes d'Efficacité Energétique. Ainsi les contraintes mécaniques comme les coups de béliers, la cavitation, les à-coups de couple, sont largement réduites par des accélérations et décélérations progressives et contrôlées du moteur.

La durée de vie des équipements s'en trouve donc prolongée.

La conduite du processor est par ailleurs largement améliorée et facilitée par un ajustement précis des besoins en débit et pression des fluides.

Il n'était pas possible dans le cadre de ce document d'approfondir davantage le fonctionnement des pompes. Malgré tout, les principes généraux ont été exposés, accompagnés d'exemples permettant d'apprécier l'ampleur des économies d'énergie possibles grâce aux variateurs de vitesse.

VI. Introduction :

La protection du travail comprend tout un système de mesure d'ordre social, économique, technique, hygiénique, organisationnel et juridique. Ceux-ci garantissent l'assurance de la protection de la santé et de la capacité de travail des travailleurs. Les chantiers sont très dangereux et les accidents peuvent prendre naissance à tous moments, c'est pour cela qu'on doit chercher des solutions pour promouvoir contre ces derniers.

Les différents organismes intéressés par les sécurités lors du travail et les services d'inspection ont édicté un certain nombre de règlements applicables aux chantiers.

Ces règlements doivent être strictement appliqués. Ils contribuent à limiter au maximum les accidents de travail et dégageront la responsabilité des dirigeants du chantier qui pourrait être tenus comme responsable en cas que toutes dispositions n'avaient pas été prises pour l'application des règles du chantier.

VI.2. L'hygiène et sécurité dans les stations de pompages :

Les maîtres d'ouvrages entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle sont tenus de se conformer à des règles édictées en fait de satisfaire aux dispositions législatives et réglementaires prévues dans l'intérêt de l'hygiène et la sécurité.

Ainsi le législateur oblige celui qui construit une station de pompage d'eau à concevoir des ouvrages permettant au personnel détecteur en toute sécurité les opérations d'exploitation et d'entretien. D'ailleurs, une bonne conception de ce point de vue évitera souvent de devoir engager par la suite des frais importants de (mise en conformité) ou de modification.

Cela n'évitera cependant de prévoir certaines dispositions et consignes d'exploitation qui permettant d'utiliser dans les meilleures conditions les ouvrages réalisés.

VI.3. les risques à considérer lors de conception des ouvrages :

Avant tout chose, les installations doivent être dans un endroit clos ou clôturé dont l'accès sera formellement et explicitement interdit au service.

La chute est une cause très fréquente d'accident de travail, le constructeur doit donc chercher à réduire ce risque : sol anti-dérapant, rambardes, gardes corps, mains courantes, signalisation des obstacles ...

Sur le plan de l'hygiène la nature de revêtement doit être d'un entretien facile tant dans les stations de pompage. L'évacuation des eaux de nettoyage des murs et des sols doit être prévue pour des lavages au jet, plus commodes et plus hygiéniques que les nettoyages à l'aire de serpillière.

A proximité des cuves et bassins il est souhaitable de prévoir des joints d'ancrage pour les longes des harnais de sécurité ainsi que des panneaux de recommandation si ces ouvrages risquent de contenir des liquides ou gaz dangereux

Le problème de bruit ne sont pas toujours complètement éliminé pour les salariés qui doivent pénétrer à l'intérieur du bâtiment ; certaine disposition constructives permettant pourtant de limiter leur effet.

Le personnel chargé de l'entretien doit prévoir travailler sans faire d'acrobatie et en toute sécurité, il doit donc pouvoir atteindre facilement tous les points de contrôle et de réglage, tels que le compteur, les graisseurs, les vannes, les capteurs de niveau.

VI.4. Les risques provenant des matériels et machines :

VI.4.1 Installation électrique :

Une bonne conception des ouvrages contribue à la prévention des accidents d'origine électrique si les interventions sur les pompes doivent se faire à l'aide de grues auto tractées. Il est déconseillé d'installer cette station à proximité de ligne électrique aérienne.

Quant cela est possible, il est conseillé de prévoir un arrêt de la ligne à quelques dizaines de mètres de l'ouvrage et de réaliser une alimentation souterraine.

Certains gaz sont très corrosifs, principalement l'hydrogène sulfuré et il y a lieu de placer les installations électriques dans les endroits ventilés ou ces gaz ne risquent pas de s'accumuler ... le matériel antidéflagrant pourra, dans certains cas, être utilisé,

Sur le plan de l'exploitation l'accès au matériel sous tension sera réservé au personnel électricien. La prudence oblige à ne permettre les manœuvres des installations qu'à des salariés dont on aura vérifié les connaissances en matière de sécurité électrique. Des organismes agréés délivrent après un stage, une habilitation à effectuer des opérations et interventions d'ordre électrique. Il existe différents niveaux d'habilitation. Ils ne devront intervenir sur les machines tournantes qu'après s'être assurés et avoir signalé la mise à l'arrêt. La condamnation par cadenas est vivement souhaitable, à défaut, des pancartes doivent clairement indiquer l'interdiction de remise en marche.

Une condamnation du circuit de commande ne peut jamais être considérée comme un verrouillage de sécurité par suite de défauts d'isolement possible de ce circuit. L'ouverture du sectionneur, le débouchage de disjoncteur, l'enlèvement des fusibles sont seuls réellement sûrs.

L'attention du personnel doit aussi être attirée sur les risques des machines tournantes à démarrage automatique ou cyclique. Enfin, lorsque des capots ou cartes de protection sont retirés, les machines doivent être verrouillées à l'arrêt.

VI.4.2 Appareils de levage :

Les treuils, les ponts roulants, les potences, les palans, les poulies, les élingues et les crochets peuvent être à l'origine d'accidents graves. Ils font l'objet d'une réglementation contraignante et complexe.

Afin de s'assurer de leur bon état de fonctionnement, des vérifications périodiques doivent être prévues pour l'ensemble des appareils de levage et de leurs dispositifs de sécurité. Comme les agents chargés d'effectuer ces vérifications doivent être particulièrement qualifiés, il est souvent préférable de faire appel à des organismes de contrôle spécialisés dans ce genre d'opération.

VI.4.3 Appareils pression :

Les réservoirs de compresseurs, des cuves anti-béliers sont les principaux appareils à pression de gaz utilisés dans les stations. Ces matériels doivent être maintenus en bon état, ils

sont réglementés des Que leur pression de service est supérieure à 4 bars et que le produit P (bar) par V (litre) est supérieur à 80.

L'épreuve est obligatoire avant mise en service sur le lieu d'utilisation. Elle doit être renouvelée tous les 10 ans. Une vérification est à faire tous les trois ans. De même que le matériel de levage, il est souhaitable que ces opérations soient faites par des organismes spécialisés.

On rencontre aussi sur les stations des appareils contenant d'autres gaz que l'air, souvent le chlore, parfois l'oxygène pur, ces appareils font eux aussi l'objet d'une réglementation particulière que doit connaître l'exploitant.

VI.5. les risques provenant de produits dangereux :

La présence normale ou accidentelle de produits corrosifs ou toxiques est un risque pour les salariés comme pour les matériels.

Il faut prévoir des mesures contre les risques de débordement ou d'éclaboussures des produits agressifs ou dangereux (ex : acide sulfurique, chlorure ferrique...) un bassin de rétention sera construit autour de la cuve les contenant, il sera étanche et résistant à l'agressivité du produit.

Pour se prémunir des dangers d'émanations gazeuses (chlore, hydrogène, sulfuré, ozone) les installations seront fréquemment vérifiées. On prêtera une attention particulière aux fosses, caves, zones en contrebas ou peuvent s'accumuler des gaz plus lourds que l'air (CO_2 , H_2S) particulièrement toxiques. On évitera ces risques en vérifiant ou mieux, en supprimant ces endroits chaque fois que cela est possible. En cas d'accident des équipements de protection individuelle seront mis à la disposition des agents chargés de l'intervention. Ceux-ci devront connaître l'utilisation de ces équipements.

Il existe maintenant sur le marché de nombreux appareils de mesure spécifiques... explosivité, CO_2 , CH_4 , H_2S , O_2 munis d'alarme. Il convient toutefois de les vérifier une fois par an.

Les produits dangereux font l'objet d'une réglementation au titre du code du travail et. À partir de certains volumes de stockage au titre des établissements classés.

VI.6. les travaux dans les stations de pompage :

Avant toute intervention dans une station le personnel doit connaître les risques qu'il peut y rencontrer ; la réglementation impose d'ailleurs d'informer les salariés exécutant des travaux d'entretien sur les règles de sécurité à respecter.

Il faut notamment indiquer les règles de circulation (les endroits dangereux ou interdits) les modes opératoires les plus sûrs, le fonctionnement des dispositifs de protection et de secours, la conduite à tenir en cas d'accident.

Lors de l'intervention d'entreprises extérieures l'exploitant est tenu de les informer des risques particuliers de la station et d'organiser une coordination entre les activités des divers simultanément dans la station³ ne pas oublier d'insister sur les exigences dues à la potabilité de l'eau ni sur les risques de contamination par les eaux usés.

Pour la sécurité du personnel d'intervention, il est souhaitable que celui-ci ait quelques notions élémentaires qui lui permettent de conserver son sang froid en cas d'accident. Il est utile, par exemple, d'avoir enseigné le maniement d'un extincteur, d'afficher à proximité du

téléphone la liste des numéros d'urgence et, si possible, de former du personnel au secourisme. Cette formation est d'ailleurs indispensable pour les électriciens.

Dans le cas d'utilisation de protections individuelles, il serait illusoire de penser qu'il suffit de les remettre à l'agent pour qu'elles soient bien utilisées ; un harnais de sécurité, un appareil respiratoire ne sont pas d'un usage facile. L'encadrement à dans ce domaine un rôle important à jouer, il doit être informé de l'obligation de faire porter ces équipements, il doit connaître les méthodes d'enseignement et de démonstration de leurs utilisations.

Les stations de pompage ne sont pas des endroits plus ou moins dangereux que d'autres, elles ont leurs risques particuliers et ceux-ci doivent être connus à la foi des exploitants qui y travaillent et des constructeurs qui les conçoivent. L'amélioration de la sécurité des travailleurs est devenue une obligation très contraignante du législateur qui poursuit et condamne lourdement les contrevenants, mais elle est aussi et, avant tout, une obligation sans laquelle il ne peut y avoir de projet technique acceptable.

Tableau VI-1: Plan de sécurité adapter aux travaux de terrassement généraux, de soutènement et de fondations profondes

OBJECTIFS VISES	MESURES APPROPRIÉES A ENVISAGER
1) Prévenir les risques d'accident par chutes, véhicules et engins de chantier.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposition prises concernant : <ul style="list-style-type: none"> - La signalisation du chantier de jour comme de nuit. - Les zones interdites au public. - Les précautions spéciales à prendre en cas de brouillard. - Réglementation de la circulation. Signalisation interne aux chantiers, dépôts (panneaux, fléchages, etc.)
2) Limiter les risques d'incidents lors de l'approvisionnement du chantier. Assurer la stabilité, la consolidation et la reprise aisée des éléments stockés.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Repérage des lignes électriques.
3) Prévenir les accidents lors de l'utilisation du matériel : De renversement des engins, De l'éboulement des terres.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposition à prendre pour le guidage des camions et des engins notamment lors des manœuvres en marche arrière.
4) Eviter les heurts entre les engins et renversements des engins.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interdictions (dépassement, stationnement). Voies à sens unique. Vitesses limitées.

	Priorités.
5) Assurer la stabilité à la conservation et la reprise aisée des éléments stockés.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Définition des lieux de stockage des divers matériels. ▪ Moyens de calage. Chargement et déchargement0.
6) Eliminer les surcharges en bordure des fouilles.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mode de stockage des déblais et leur mode de déchargement.
7) Eviter les risques crée par les véhicules et engins et les heurts entre engins.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposition à prendre : Pour le guidage des camions en zone encombrée ou en terrain accidenté, l'approvisionnement des matériaux, l'évacuation de déblai
8) Prévenir les chutes des objets	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Examen des câbles soumis à des sollicitations particulières.
9) Empêcher le renversement des engins utilisés pour le levage des charges.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enoncé des dispositions prises et des consignes particulières concernant notamment les dispositions des engins utilisés au levage des charges.
10) Prévenir des ruptures d'organes ou d'appareux de levage.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositions et consignes particulières concernant l'entretien des matériels, les installations, les engins et les véhicules.

VI.7. Environnement de la station de pompage :

Il faut noter que les stations de pompages sont des ouvrages situés dans des zones rurales loin de toute habitation, cependant, nous avons estimé nécessaire d'attirer l'attention des concepteurs sur un problème.

La transmission des bruits et des vibrations, problème en général mal connus et délicats à résoudre. Ce sont aussi des ouvrages présentant, en général, peu de danger pour le personnel d'exploitation sous réserve de prendre, dès la conception, un certain nombre de disposition.

VI.7.1. Impact bruit et vibration de station de pompage:

Le problème de bruit et vibration causés par les installations de pompage n'est pas nouveaux, il apparaît de façon très aigue aujourd'hui, en raison de l'exigence du confort qui se développe, tant pour le personnel d'exploitation que le voisinage.

Les bruits les plus aigues sont les plus pénibles à supporter, mais les plus faciles à absorber au à arrêter, la fréquence propre de la plupart des matériaux étant basse, par contre, les sans

graves sont difficiles à absorber et se propagent très facilement, en effet, les hautes fréquences se transmettent par l'air et se réfléchissent sur les parois ou il est facile de les absorber, alors que la basse fréquence se transmettent par la structure même du bâtiment.

VI.7.1.1. définition de bruits :

Le bruit est une sensation physiologique due à une variation de pression au voisinage du tympan. La mesure physique du bruit tout en s'approchant du phénomène physiologique, ne le traduit qu'imparfaitement, l'écart étant d'autant plus grand que le bruit est complexe.

VI.7.1.2. origine des bruits :

- groupes électropompe :

Dans le groupe électropompe fonctionnent normalement. La pompe fait peu le bruit ; le moteur est à l'origine du problème, ces bruits sont :

- mécanique (roulement, accouplements) ;
- magnétiques ;
- aérodynamiques (ventilation).

C'est toujours la ventilation qui est responsable des bruits les plus puissants et les plus désagréables. Ce ci est du en partie au fait que pour réduire le rapport poids/puissance des machines et améliorer l'utilisation de leurs parties actives, il à fallu constamment accroître les débits et vitesse de l'air, provoquant ainsi inévitablement une augmentation des bruits aérodynamique.

- canalisations et appareils hydrauliques :

Aux vitesses élevées, on peut observer des bruits de turbulence dans les canalisations, mais dans le niveau demeure très inférieur aux perturbations acoustiques engendrées par les machines tournantes.

La cavitation dans les vannes et autres appareils hydrauliques constitue généralement le plus importante de bruit permanent dans les canalisations.

En fin, il faut signaler le cas du coup de clapet observé à l'arrêt des pompes, qui peut être très bruyant si on a placé un réservoir anti-bélier à l'aval immédiat du clapet et le bruit des compteurs volumétriques qu'on observe parfois et qui est du au choc du piston sur la parois.

VI.7.1.3. lutttes contre les bruits aériens :

Pour éviter les nuisances, deux vois sont possibles, empêcher le bruit de se produire ou l'empêcher de se propager.

- action sur les sources de bruit :

Empêcher le bruit de se produire conduit donc à choisir des moteurs, et des pompes, à vitesse lente, mais ceci induit des problèmes d'encombrement et de prix.

On peut aussi, mais après avis de constructeur, envisager de réduire la ventilation (soit le nombre de pales, soit leur longueur). Le moteur peut parfois le support, mais par toujours, les constructeurs travaillent souvent à la limite du refroidissement nécessaire.

Pour diminuer les bruits mécaniques créent par les roulements, on peut aussi remplacer les roulements à billes par des roulements à rouleaux, voire dans le cas extrêmes par des paliers lisses.

Les bruits hydrauliques qu'on peut observer dans les pompes et canalisations peuvent être supprimés ou considérablement réduits, moyennement quelques précautions, dont nous citons :

- l'amélioration des risques de cavitation.
- La réduction des turbulences (vitesses suffisamment faibles, changement progressifs de section, rayons de courbure assez grand... ;
- La disposition de zones de tranquillisation à l'aspiration des pompes ;
- L'amélioration des coups de clapet.

- **Action sur les sources de bruit :**

Pas simple le problème des odeurs impressions, subjectivité, gêne réelle pour les riverains d'un coté, captage de flux, destruction de composés. Odorants à faible concentration de l'essentiel est dans le dialogue et la mise en place de solution acceptées par tous et acceptables sur un plan financier, les moyens techniques se sont développe, reste à la mettre en œuvre avec intelligence. Généralement, les odeurs qui s'échappent d'une installation de station de pompage des eaux usées sont dues à des matières volatiles qui sont soit des composants de l'eau, soit des produits de décomposant de la matière organique. Issus essentiellement de la décomposition de la matière organique. Bien entendu, toutes les émissions olfactives ayant lien au cours des diverses phases de pompage des eaux usées dépendent largement de la composition de l'eau brute, ces odeur à partir d'un certain taux de concertation sont désagréables et écœurâtes, entraînent une forte altération du bien être générale.

Les problèmes lies aux odeurs apparaissent en 1^{er} lieu la ou les matières organiques commencent à se décompose de manière incontrôlée. Il s'agit dans ce cas, de matières primaires c'est-à-dire des substances volatiles rejetées dans la canalisation avec les eaux usées.

Lorsque la vitesse d'écoulement des eaux usées domestique jusqu' à la station d'épuration est suffisante et lorsque ces eaux usées trouvent sur leur passage suffisamment de turbulences, leur forte teneur en oxygène leur permet alors de gardes leur odeur caractéristique donc de ne pas dégager d'odeur nauséabondes souvent insupportables

VI.8. Conclusion :

Les stations de pompage ne sont pas des endroits plus ou moins dangereux que l'autres, elles ont leurs risques particuliers et ceux-ci doivent être connus à la fois des exploitants qui y travaillent et des constructeurs qui les conçoivent.

L'amélioration de la sécurité de travailleurs est devenue une obligation très contraignante du législateur qui poursuit et condamne lourdement les contrevenants mais elle est aussi, avant tout, une obligation sans laquelle il ne peut y avoir de projet technique acceptable.

Références Bibliographie :

[1] : ABEAV guide d'hydraulique

[2] : règles parasismique centre national de recherche appliquée

[3] : FAO Consultation des experts de la FAO tenue à Rome en 1990.

[4] AGHTM, Les stations de pompage d'eau. 5ème édition, Edition LAVOISIER – TEC&DOC, Paris 2000.

[5] MFE KARIM ZOUAK Irri 2003

[6] du logiciel *CROPWAT*. 8

[7] un logiciel des pompes (caprari)

[8] un logiciel pour tracé le profil en long

[9] T. Martiré, "Système photovoltaïque modulaire pour pompage sur sites profonds "Thèse de doctorat université de Montpellier II ,2001.

[10] Cahier technique Schneider électrique N°214.

DECOUPAGE DES ZONES SEISMIQUES EN ALGERIE.

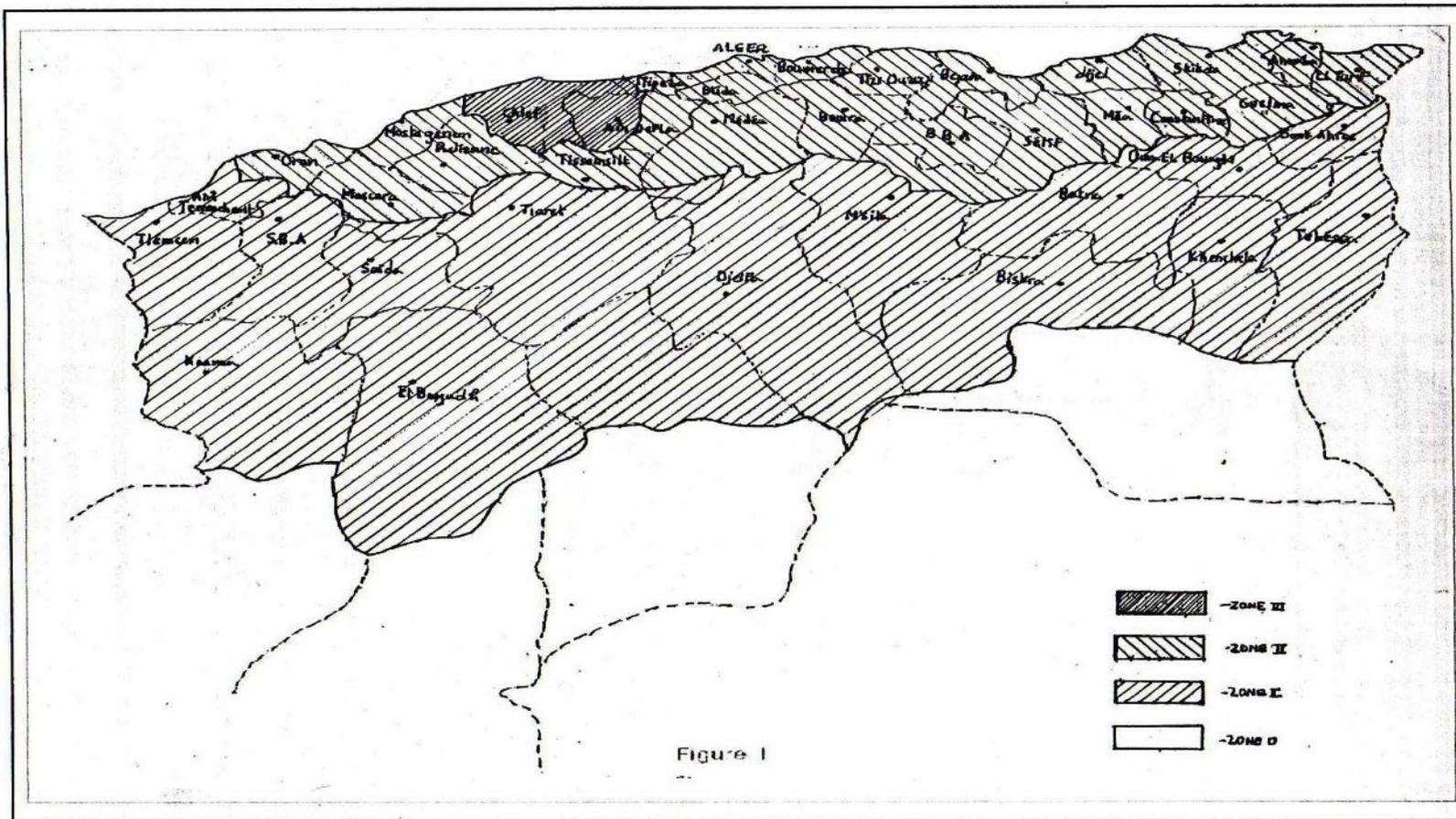


Figure. I.1 : découpage des zones séismiques en Algérie

A NOUS RETOURNER

BON POUR APPROBATION

NON : _____

SIGNATURE : _____

DATE : _____

Folio n° : _____ N° _____

le: 02.07.92 par: VP

CLIENT : O.P.T.M
customer

POMPE: F520 . 1150 A T2
pump

WVC 062 301 0807

Poids de la pompe = 1570 kg
Poids du moteur = 1730 kg

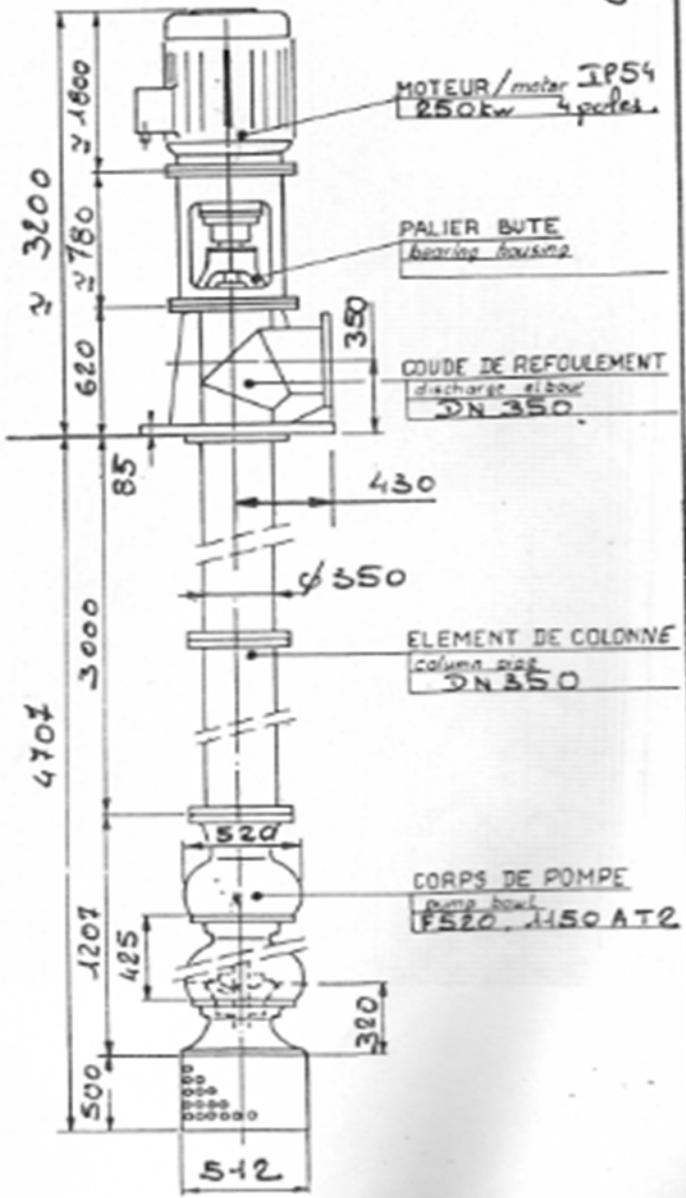
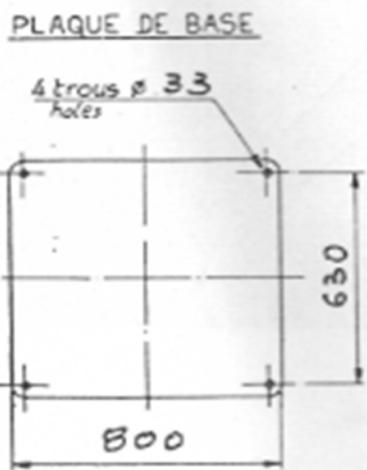
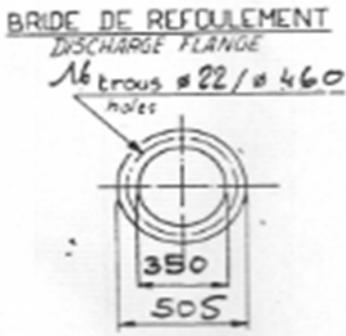


Figure III.2 Le schéma de la pompe

CLAPET ANTI-RETOUR
avec axe de battant intérieur

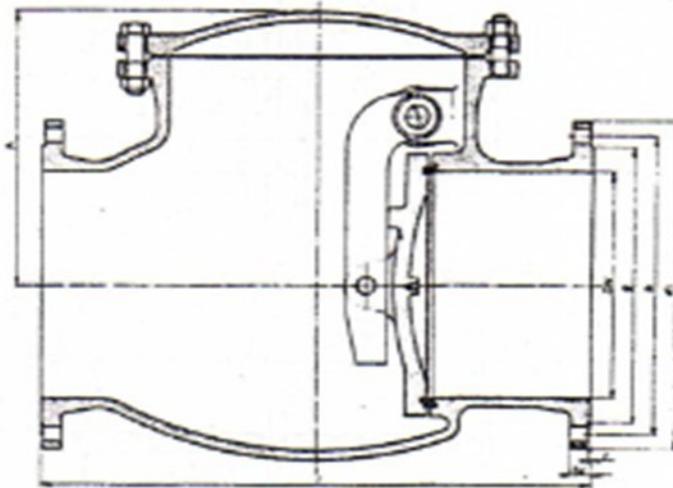
PN16	PN10
PN 8	PN 6

Pression nominale PN 6 - PN 16

Diamètre nominale DN 100 - 500

Raccord à bride : DN 100 - 150 - PN 16 ou PN 10

DN 200 - 500 PN 10



Forme T1	Diamètre nominal DN	Pression nominale PN		Raccord à bride PN	L	h	Brics de raccordement							Poids kg	
		Forme T1 A	Forme T1 B,C,D									Evolution			
							d1	x	e	12	1	Nombre	Réact		Diamètre de l'écou
B,C,D	100	—	16	10	200	180	220	180	154	24	3	8	M15	18	42
	303				200	258	210	180	20	60					
	499				220	285	240	232	26	M20					20
A	100	10	—	10	300	180	220	180	154	24	3	8	M15	18	42
	350				200	258	210	180	24	60					
	400				220	285	240	232	24	72					
A, B, C, D	200	8	10	10	500	225	340	295	208	20	12	M20	20	120	
	600				285	395	350	300	28	172					
	700				340	445	400	370	28	275					
C, D	300	8	8	10	800	420	525	450	400	30	16	M24	27	375	
	800				475	585	515	482	32	590					
	1100				575	670	624	580	34	705					

Figure III.3. Clapet anti-retour

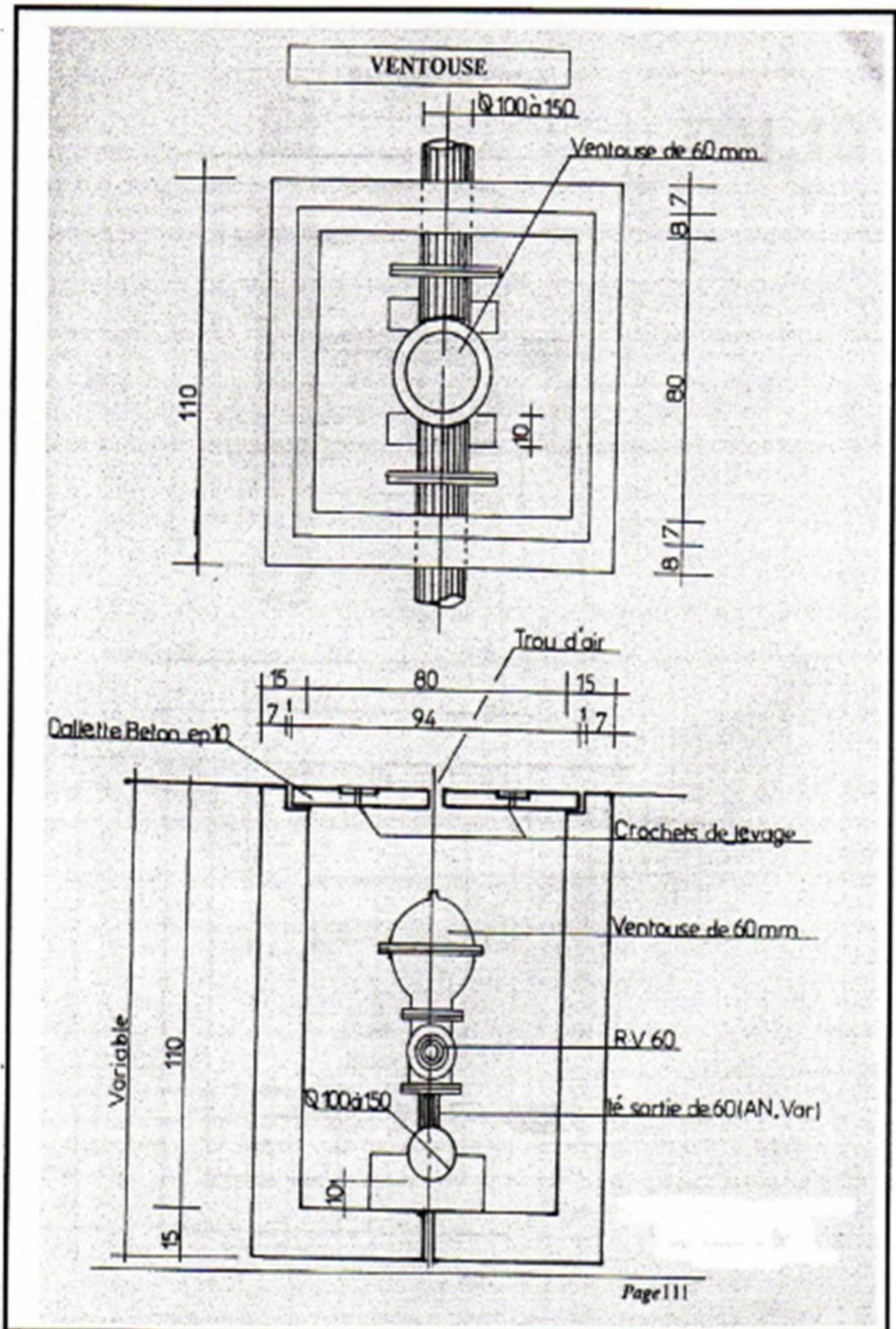
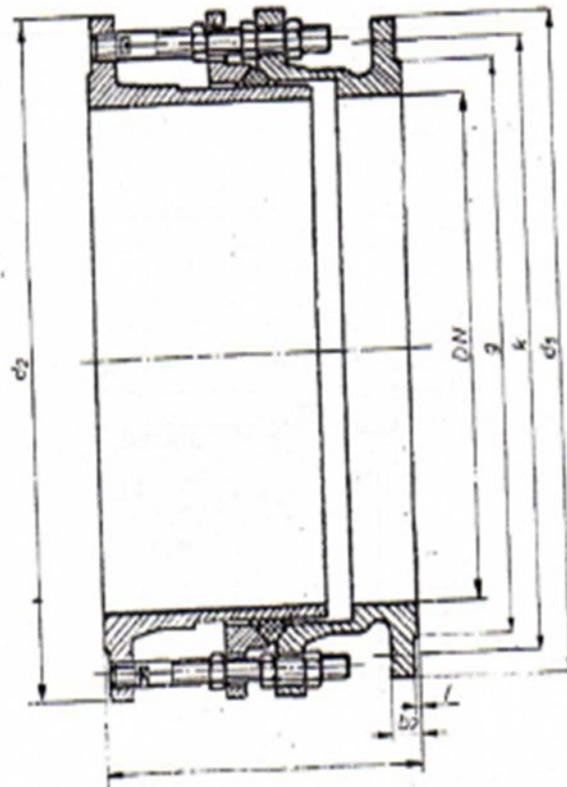


Figure III.4 ventouse.

JOINT DE DEMONTAGE en fonte

PN 10

Raccord à Bride : PN 10
Type 3670.1



Diamètre nominal DN	Pression nominale PN	Raccord à bride PN	Épaisseur de construction			Bride de raccordement							Poids kg		
			moyen I	max. II	min. D	d1	d2	k	D	S	Dovance				
											Nombre	Filet		Distance entre filets	
250	10	10	232	300	266	300	299	275	300	26	3	8	M20	22	10,0
310			270	370	293	410	350	370	26	12		10,0			
360			360	450	419	460	400	370	4	10	M24	27	14,0		
450			450	550	500	540	480	480					27	14,0	

Figure III.5. Joint de raccordement.

ROBINET-VANNE A CAGE RONDE

en fonte avec tige filetée intérieure

PN 16

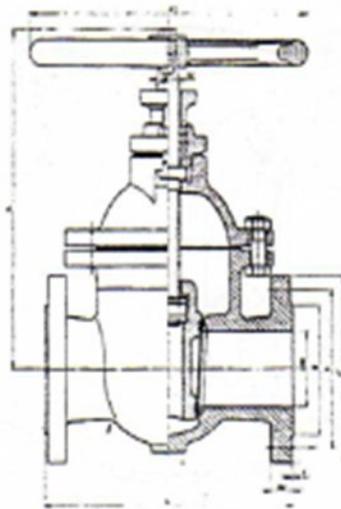
Raccord à bride : PN 16

Type 2580

pour eau jusqu'à 40°C : DN 40-600

pour eau, vapeur, air jusqu'à 150°C, DN 40-400

pour huile, gaz : DN 40-300



Diamètre nominal DN	Pression nominale PN	Raccord à bride PN	Diamètre de raccordement										Soudure		Flange en coudes DN	Diamètre de tige Ø7	Ø2	Poids kg
			L	Ø1	Ø1.1	Ø1	Ø	Ø2	Ø3	f	Nombre	Fin	Diamètre de tige					
40	16	16	140	240	160	180	116	88	18	2	8	M16	16	14	27	200	23	
50			190	290	180	160	125	100	20					16	24		27	
65			270	340	215	180	145	120	22					18	25		30	
80			280	330	225	200	160	130	22					20	28		35	
100			330	430	280	220	180	150	24	25	30	40						
125			350	450	270	230	190	160	25	20	30	40						
150			390	510	270	230	210	170	25	M20	22	30	40					
180			480	630	320	240	200	180	30	20	30	40	50					
200			530	730	370	250	200	220	30	12	M24	27	40	50				
250			630	840	340	250	210	200	30	16	M24	27	40	50				
300			680	900	380	270	220	200	30	16	M27	29	40	50				
400			790	1070	400	280	220	200	30	20	M30	33	40	50				
500			860	1280	430	310	230	210	40	20	M30	33	40	50				
600			1000	1480	520	370	270	220	48	5	M32	36	40	50				

Figure III.6 .robinet vanne



Figure .III.1. Les compresseurs d'aire installés pour le maintien de la pression d'air requise à l'intérieur des réservoirs anti-bélier.



Figure III.2 .Les boulent de fixations de pont roulant



Figure.III.3. réservoir anti-bélier



Figure III.4.les vanne porte est installée sur chacun des quatre conduites de refoulement connectant des pompes au collecteur principal

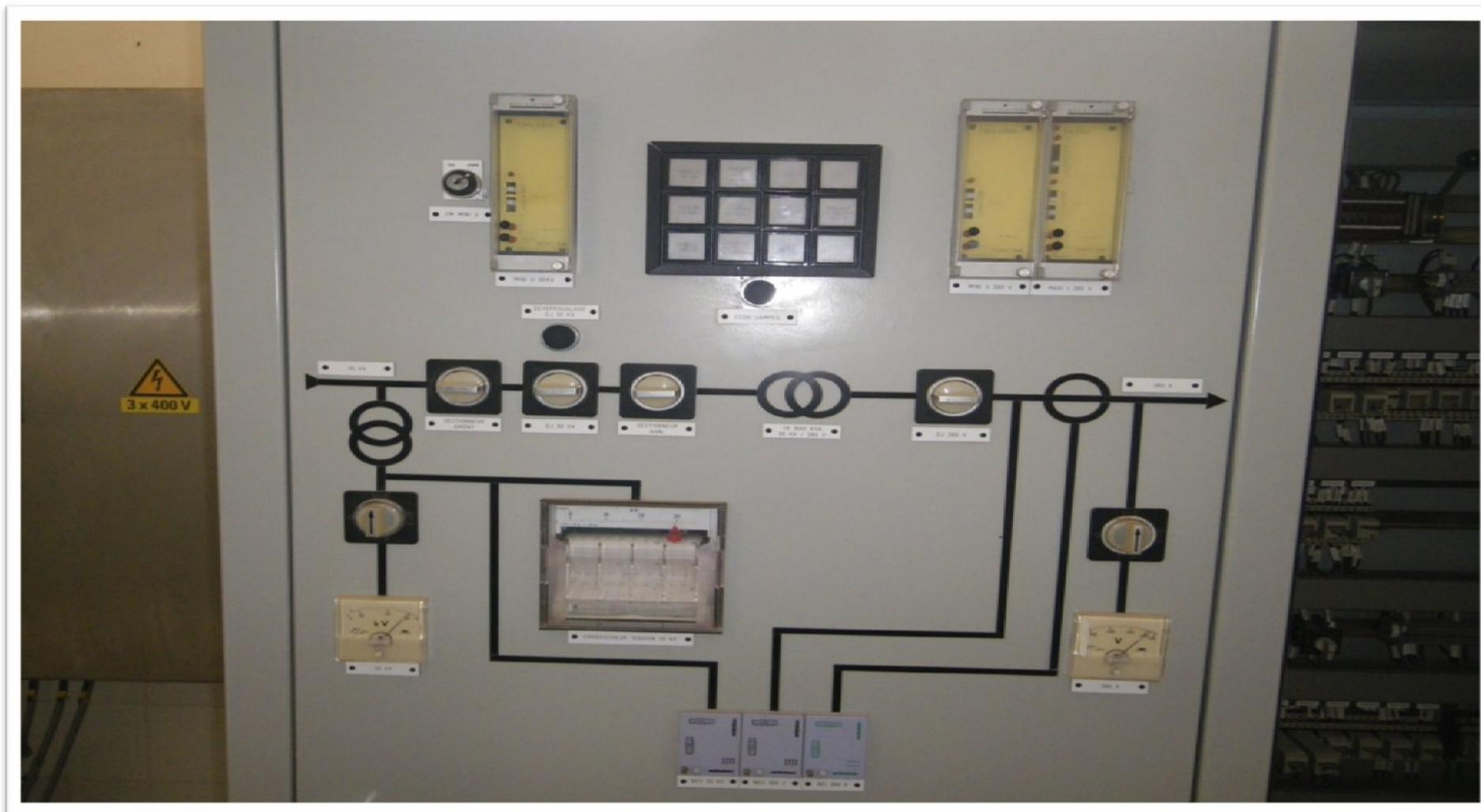


Figure.III.5.les tableaux de commande des pompes.



Figure III.6. Le secteur n'est pas installé dans le réservoir



Figure III.7. Débitmètre.



Figure.III.8.les pompe endommager

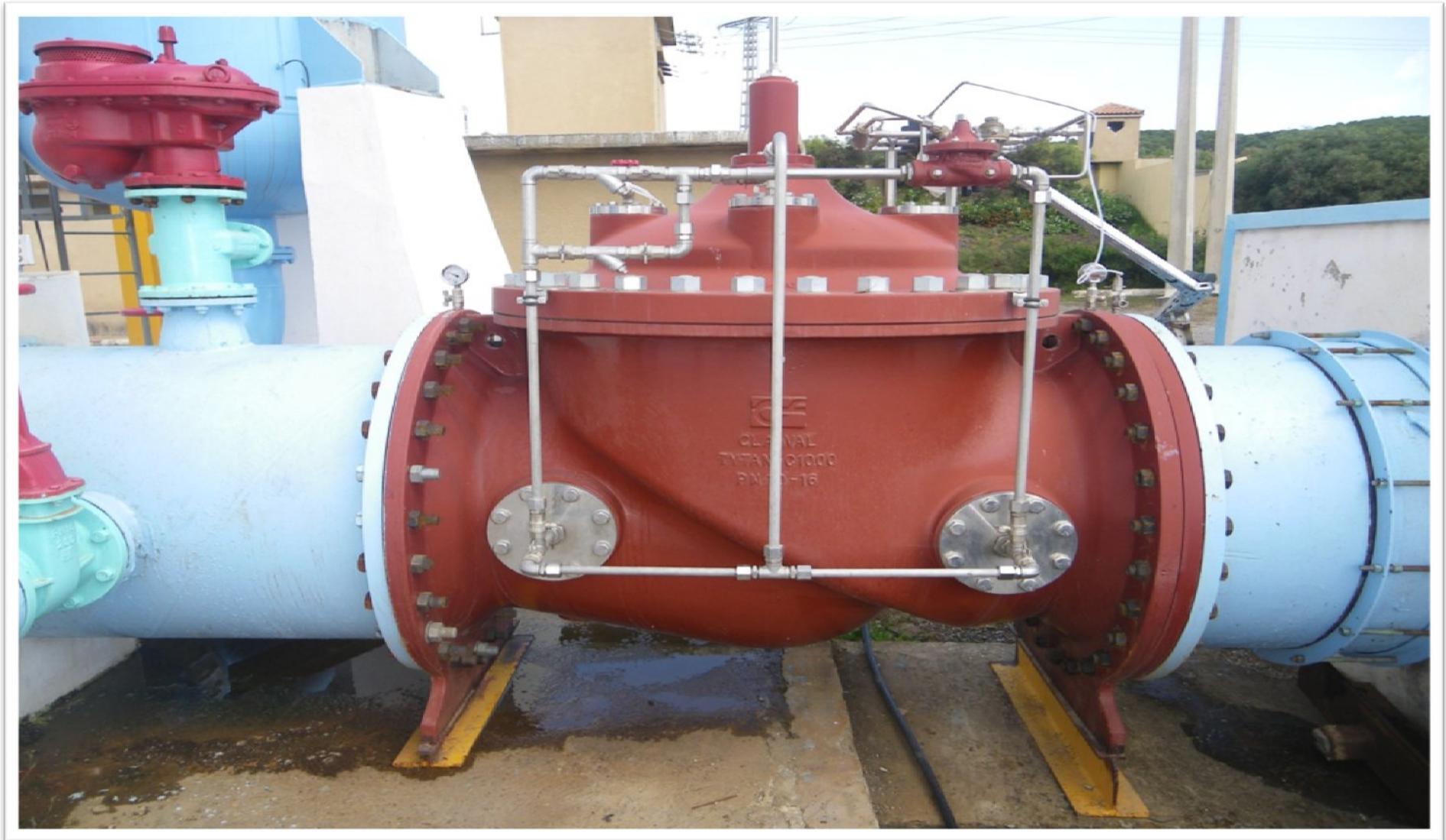


Figure .III8. Vanne régulatrice place dans la conduite de refoulement.



Figure .III.9 conduite corrodé