

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Université Abderrahmane MIRA- Bejaia
Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique



جامعة عبد الرحمان ميرة – بجاية
كلية التكنولوجيا
قسم الري

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE)

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

MOKRANE Menad

ABDELHAMID Abderrazak

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : Hydraulique Urbain

INTITULE :

Etude de l'alimentation de la ville de BEJAIA à partir de la station de dessalement d'eau de mer (TOUDJA-BEJAIA) d'une capacité de 300 000 m³/j

Soutenu le **30 /06 /2024** devant le jury composé de :

- Président : M^r **NASRI Kaci**
- Promoteur (s) : M^r **YAKOUBI Mohamed**
- Examineur (s) : M^r **KADJI Belaid**

REMERCIEMENT

Avec un cœur vaillant, tout devient possible ; Avec une conscience sereine, tout devient accessible. Lorsque nous sommes animés par une soif d'apprendre, Atteindre nos objectifs devient plus aisé.

Même face aux obstacles sur notre chemin, Les études restent notre atout essentiel. Elles illuminent notre existence, Et sont l'étoile scintillante de notre joie.

Nous aspirons à des jours extraordinaires, À un futur radieux et enchanteur. Nous croyons que les fruits de nos efforts, Jour et nuit, nous mèneront vers un bonheur durable.

Aujourd'hui, rassemblés ici devant les jurys, Nous prions que cette soutenance Soit le symbole de notre persévérance. Que notre travail soit reconnu, Et que notre réussite enchante nos cœurs.

- V** : Vitesse d'écoulement en (m/s).
V₀ : Vitesse de l'eau dans la conduite en régime normal (m/s).
V₁ : Vitesse de l'eau dans la tuyère en (m).
V_f : Vitesse finale choisie.
V_{maximal} : Volume maximal de stockage (m³).
V_{min} : Vitesse minimale de l'écoulement en (m/s).
V_{max} : Vitesse maximale de l'écoulement en (m/s).
V_m : Vitesse moyenne en (m/s).
V_t : Volume total du réservoir (m³).
V_{inc} : Volume d'incendie.
V_r : Volume de régulation en (m³).
z : Pression dans le réservoir d'air.
Z : Cote de terrain naturelle en (m).
Z₀ : Pression absolue.
α_{max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort.
β_{max} : Coefficient qui dépend du nombre d'habitant.
μ : Viscosité cinématique de l'eau.
η : Rendement de la pompe (%).
λ : Coefficient de perte de charge.
Ø : Diamètre de la conduite en (mm).
θ : Temps d'un aller-retour de l'onde (s).
ε : Coefficient de rugosité équivalent de la paroi.
U₀ : Volume d'air initial.
ΔU : Variation du volume d'air (m³).
R_e : Nombre de Reynolds.
R : Rayon hydraulique (m).
R⁺ : Valeur maximal dans le réservoir (%).
R⁻ : Valeur minimale dans le réservoir (%).
S : Section de la conduite (m²).
T_{ac} : Taux d'accroissement.
T : Nombre d'heure de pompage (h).
T' : Temps de pompage de notre cas (20h).
q : Dotation moyenne journalière des consommateurs en (l/j/cons).
q_s : Débit spécifique (m²/s).
P : Population à l'horizon considérer.
P_r : Population de l'année référence.
P_a : Puissance absorbé par la pompe.
P(%) : Résidu maximum dans le réservoir.
P₀ : Pression absolue (m).
P_v : Pression de vapeur en (bar).
P_u : Prix unitaire de la conduite en (DA).
Q : Débit refoulé dans la conduite (m³/s).
Q_{max h} : Débit d'eau maximal de l'heure le plus chargé de la journée.
Q_{max j} : Débit d'eau maximal du jour le plus chargé de l'année.

LA LISTE DES SYMBOLES

- $Q_{\text{moy j}}$** : Débit moyenne journalier.
- $Q_{\text{moy j majoré}}$** : Consommation moyenne journalier majoré.
- Q_p** : Débit de pointe en (m^3/s).
- $(\text{NPSH})_r$** : Charge nette minimale requise à l'aspiration (m).
- n** : Nombre d'année sur lequel s'effectuera l'amortissement.
- L** : Longueur de la conduite en (m).
- K** : Le rapport de vitesses.
- k** : Coefficient dépendant de la nature de la conduite
- J_s** : Perte de charge singulière (m).
- J_T** : Perte de charge totale (m).
- H_s** : La valeur de suppression en (m).
- H_d** : La valeur de dépression en (m).
- H_g** : Hauteur géométrique en (m).
- H_{mt}** : Hauteur manométrique totale.
- H_0** : Pression absolue de la conduite.
- H_L** : Perte de charge(m).
- h** : Perte de charge engendré par le vannage en (m).
- i** : Taux d'annuité.
- J** : Perte de charge unitaire (m/m).
- J_L** : Perte de charge linéaire (m).
- D_{int}** : Diamètre intérieure de la conduite en (m).
- D_{ext}** : Diamètre extérieure de la conduite en (m).
- E** : Energie consommée par la pompe (KWh).
- F_{am}** : Les frais d'amortissement (DA).
- F_{exp}** : Les frais d'exploitation en (DA).
- e** : Epaisseur de la conduite(m).
- ec** : Prix unitaire du KWh en (DA).
- g** : Accélération de la pesanteur en (m^2/s).
- D_c** : Diamètre de la conduite (m).
- A** : L'amortissement annuel (annuité).
- a** : La célérité de l'onde (m/s).
- a_r** : Résistance total de la conduite.
- B** : Coefficient d'homogénéité.
- b** : La valeur de coup de bélier (m).
- C** : Le coefficient de perte de charge.

Liste des figures

Figure (I.1) : <i>Carte de localisation de la wilaya de Bejaia</i>	2
Figure (I.2) : Carte des limites de la wilaya de Bejaia	3
Figure (I.3) : <i>carte de découpage administratif de la wilaya de BEJAIA</i>	6
Figure (I.4) : Vue de la digue et des deux évacuateurs de crues du barrage de Tichy-Haf (w. de Béjaia)	10
Figure (I.5): Situation géographique du barrage de Tichy haf	10
Figure (I.6) : Vue vers l’amont de la cuvette du barrage d’Ighil Emda	11
Figure (I.7) : Localisation du barrage d’Ighil Emda	11
Figure (I.8) : Station de Dessalement de Tighremt wilaya de BEJAIA.....	13
Figure (II.1) : <i>Répartition de la population en différents horizons</i>	16
Figure (II.2) : Evaluation des besoins en eau domestiques pour différents horizons	18
Figure (II.3) : <i>Evaluation des besoins en eau des équipements pour différents horizons</i>	19
Figure (II.4) : <i>Besoins journaliers en eau pour différents horizons</i>	20
Figure (III.1) : <i>système d’adduction gravitaire</i>	27
Figure (III.2) : <i>Adduction par refoulement</i>	27
Figure (III.3) : <i>Robinet vanne à opercule</i>	36
Figure (III.4) : <i>Robinet vanne papillon</i>	36
Figure (III.5) : <i>Vanteuse automatique</i>	37
Figure (III.6) : <i>Clapet</i>	37
Figure (III.7): <i>Crépine</i>	38
Figure (III.8) : <i>Vanne de régulation du débit</i>	38
Figure (III.9) : <i>Vanne de régulation de la pression</i>	39
Figure (III.8) : <i>Schéma de descriptive d’adduction</i>	53

Figure (IV.1) : Réservoir enterré ou semi-enterré.....	59
Figure (IV.2) : Adduction avec chute libre	60
Figure (IV.3) : Adduction noyée.....	60
Figure (IV.4) : Conduite de distribution	61
Figure (IV.5) : <i>Système à deux prises</i>	62
Figure (IV.6) : <i>Système à siphon</i>	62
Figure (V.2) : Eléments constitutifs d'une turbopompe	79
Figure (V.1) : Installation d'une pompe horizontal.....	79
Figure (V.2) : Installation d'une pompe verticale	80
Figure (V.3) : <i>La courbe caractéristique d'une pompe centrifuge</i>	80
Figure (VI.1) : Protection par anode réactive.....	90
Figure (VI.2) : Protection par soutirage de courant	91
Figure (VI.3) : <i>Volant d'inertie</i>	93
Figure (VI.4) : <i>Les soupapes de décharge</i>	94
Figure (VI.5) : <i>Fonctionnement des cheminées d'équilibre</i>	94
Figure (VI.6) : <i>Fonctionnement des cheminées d'équilibre</i>	95
Figure (VI.7) : <i>Fonctionnement des réservoirs d'air</i>	95
Figure (VI.8) : <i>Moyens d'étranglements</i>	99
Figure (VI.9) : Disposition des couches dans une tranchée.....	100
Figure (VI.10) : <i>Traversée d'une route</i>	101
Figure (VI.11) : <i>Traversée d'une rivière ou d'un oued</i>	101
Figure (VI.12) : <i>Butée sur un branchement</i>	102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau(I.1) : La wilaya de Bejaia compte 19 daïras pour 52 communes..... 4

Tableau (I.2) : Caractéristiques principales du barrage Tichy-Haf.....9

Tableau (II.1) : les différentes populations de la ville de BEJAIA à l’horizon..... 15

Tableau (II.2) : les pourcentages de la consommation pour différentes agglomérations.
..... 17

Tableau (II.3) : Besoins domestiques actuels et futurs de la zone d’étude 18

Tableau (II.4) : Evaluation des besoins en eau des équipements pour différents horizons 19

Tableau (II.5) : Besoins journaliers en eau pour différents horizons 20

Tableau (II.6) : Majoration de la consommation moyenne journalière 21

Tableau (II.7) : Majoration de la consommation journalière maximale..... 22

Tableau (II.8) : Majoration de la consommation journalière minimale 22

Tableau (II.9) : Valeur du coefficient β_{\max} en fonction du nombre d’habitants 23

Tableau (II.10) : Les débits horaires..... 24

Tableau (II.11) : Le bilan des ressources souterraines 24

Tableau (III.1) : les types de canalisation, leurs avantages et leurs inconvénients 29

Tableau (III.2) : calcul de la HMT du tronçon 1..... 39

Tableau (III.3) : calcul de la HMT du tronçon 2..... 40

Tableau (III.4) : calcul de la HMT du tronçon 3..... 40

Tableau (III.5) : calcul de la HMT du tronçon 1..... 41

Tableau (III.6) : calcul de la HMT du tronçon 2..... 42

Tableau (III.7) : calcul de la HMT du tronçon 3..... 42

Tableau (III.8) : calcul de la HMT du tronçon 4..... 43

Tableau (III.9) : calcul de la HMT du tronçon 5..... 43

Tableau (III.10) : calcul de la HMT du tronçon 6 44

Tableau (III.11) : calcul de la HMT du tronçon 7..... 44

Tableau (III.12) : frais d’exploitation des tronçons..... 45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau (III.13) : frais d'exploitation de la deuxième adduction.....	46
Tableau (III.14) : calcule des frais d'amortissement de la deuxième adduction.....	47
Tableau (III.15) : calcule des frais d'amortissement de la deuxième adduction.....	47
Tableau (III.16) : calcule des frais des tronçons de la première adduction.....	48
Tableau (III.17) : calcule des frais des tronçons d'adduction	49
Tableau (IV.1) : <i>classification des réservoirs d'eau potable</i>	57
Tableau (IV.2) : dimensionnement du réservoir (RMC).	64
Tableau (IV.3) : Comparaison des Réservoirs Rectangulaires, carré et Circulaires pour Grandes Capacités de Stockage d'Eau.....	65
Tableau (IV.4) : dimensionnement de bache d'aspiration SP1-1.	66
Tableau (IV.5) : dimensionnement du Réservoir RT1-1.	68
Tableau (IV.6) : dimensionnement du réservoir de BEJAIA.	69
Tableau (IV.7) : dimensionnement du réservoir RT2-1.	71
Tableau (IV.8) : dimensionnement de bache d'aspiration SP1-2.	73
Tableau (IV.9) : . <i>Les volumes des réservoirs et les bâches d'aspiration</i>	74
Tableau(V.1) : Tension de vapeur d'eau pompée en fonction de la température	85.
Tableau (VI.1) : le calcul de la valeur maximale du coup de bélier pour les traçons.....	97
Tableau (VI.2) : Calcul de la valeur maximale du coup de bélier.....	98

SOMMAIRE

Introduction générale..... 1

Chapitre I: Présentation de site d'étude

I.INTRODUCTION 2

 I.1. Situation géographique 2

 I.2. Situation administrative 3

 I.3. Situation Géographique de la commune BEJAIA de la wilaya de BEJAIA
 6

 I.4. Situation Topographique 7

 I.5. Pluviométrie, géologie, climat et hydrographie 7

 I.5.(A). **Situation pluviométrique** 7

 I. 5.(B) **Situation géologique** 7

 I. 5.(C) **Climat ET HYDROGRAPHIE** 8

 I. 6. Présentation hydraulique. 8

 I. 6.1.Les réseaux d'AEP actuel 8

 I. 6.2. Les ressources hydriques 9

 I.7. La station dessalement des eaux de mer (TIGHREMT-BEJAIA).....13

 I.7. Le raccordement avale de la station de dessalement d'eau de mer de la wilaya de BEJAIA
 13

 I.8.conclusion 14

Chapitre II : ESTIMATION DES BESOINS

II .1. Introduction 15

II. 2. Estimation de la population 15

II. 3. Evaluation des besoins en eau 16

 II. 3.1. Détermination de la consommation moyenne journalière 16

II. 3.2. Récapitulation des besoins	20
II. 3.3. Majoration de la consommation moyenne journalière	21
II. 3.4. Variation de la consommation journalière	22
II. 3.5. Variation de la consommation horaire	24
II. 4. Bilan ressources – besoins	25

Chapitre III : adduction

III.1. DEFINITION	27
III.2. LES TYPES D'ADDUCTION	27
III.3. CHOIX DU TRACE	28
III.4. CHOIX DU TYPE DE CONDUITES.....	29
III.5. TYPE DE CANALISATION	29
III.6. CALCUL HYDRAULIQUE	30
III.6.1. Calcul du diamètre économique de la conduite	30
III.6.2. Calcul de la vitesse	31
III.6.3. Calcul des pertes de charge	32
III.6.4. Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)	34
III. 6.5. ORGANES ET ACCESSOIRES DE L'ADDUCTION	36
III.. 6.5.1. Organes de sectionnement	36
III.6.5.2. Organes de protection	38
III. 6.5.3. Organes de régulation	39
III. 6.5.4 Organes de branchement	40
III. 7. Dimensionnement de diamètre d'adduction.....	40
III.7.1. Calcul de diamètre économique	41
III. 7.2. Calcul des frais d'exploitation	47
III. 7.3. Calcul des frais d'amortissement	48
III. 7.4. Bilan global des frais d'adduction	50
III. 8. Les diamètres économiques de cette adduction	52
III.9.conclusion.....	55

Chapitre IV : Réservoirs

IV.1. Introduction	56
IV.2. Rôle et utilité des réservoirs	56
IV.3. Caractéristique des réservoirs	57
IV.4. Classification des réservoirs	57
IV.5. Emplacement des réservoirs	58
IV.6. Fontainerie et équipement du réservoir	58
IV.6.1. Conduite d'adduction	59
IV.6.2. Conduite de distribution	60
IV.6.3. La conduite de trop plein	60
IV.6.4. Conduite de vidange.....	60
IV.6.5. Conduite de by-pass	61
IV.6.6. Ligne pilote	61
IV.6.7. Système de matérialisation de la réserve d'incendie.....	61
IV.7. Détermination de capacité du réservoir.....	63
IV.7.1. Volume total du réservoir	63
IV.7.2. Détermination de la valeur de (p)	63
IV. 8. Détermination de la capacité des réservoirs	63
IV. 8.1. Détermination de la capacité du réservoir mis en charge (RMC)	63
IV. 8.2. Dimensionnement de la Bâche d'aspiration de la station de pompage SP1-1	66
IV. 8.3. Détermination de la capacité du réservoir RT1-1.....	67
IV. 8.4. Dimensionnement du réservoir de BEJAIA.....	69
IV. 8.5. Dimensionnement du réservoir RT2-1.....	71
IV.8.6. Dimensionnement de la Bâche d'aspiration de SP2-1.....	73

Chapitre V : Pompes et station de pompage

V.1. Introduction	76
V.2. Classification des pompes	76
V.3. Caractéristiques des pompes centrifuges	77
V. 3.1. Le débit de pompage	77

V. 3.2. La vitesse de rotation (N)	77
V. 3.3. La hauteur manométrique totale (Hmt).....	77
V. 3.4. La hauteur géométrique d'aspiration (Ha).....	77
V. 3.5. La hauteur géométrique de refoulement (Hr)	77
V.3.6. Rendement de la pompe (η)	78
V.3.7. Puissance utile de la pompe (Pu).....	78
V. 3.8. Puissance absorbée par la pompe (Pa)	78
V. 4. Constitution d'une pompe centrifuge	79
V.5. Choix de la pompe	79
V.5.1. Installation d'une pompe	80
V. 6. Courbes caractéristiques d'une pompe.....	80
V. 6.1. La courbe hauteur - débit « $H = f(Q)$ »	80
V. 6.2. La courbe puissance - débit	80
V. 6.3. La courbe rendement – débit	81
V. 7. Puissance absorbée	81
V. 8. Hauteur manométrique total (HMT)	81
V. 9. Point de fonctionnement	81
V. 9.1. Caractéristique de la conduite	82
V. 10. couplage des pompes.....	82
V. 10.1. Couplage en série	82
V. 10.2. Couplage en parallèle.....	82
V. 11. Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré	84
V. 12. Phénomène de la cavitation	85
V. 13. Choix du type des pompes pour différentes stations.....	85
V. 13.1. Tronçon SP1-1 jusqu'au RT1-1	85
V. 13.2. Tronçon SP2-1 jusqu'au RT2-1	87
V. 14. CONCLUSION	90

Chapitre VI : Pose et protection des conduites

VI.1. Introduction.....	89
VI.2. Protection contre la Corrosion	89

VI.2.1. Corrosion externe	89
VI 2.2. Corrosion interne	92
VI.3. Protection contre le coup de bélier.....	92
VI. 3.1. Introduction.....	92
VI.3.2. Conséquences du phénomène	92
VI.3.3. Cause du phénomène.....	92
VI.3.4. Moyens de protection contre le coup de bélier	93
VI.3. 5. Etude du coup de bélier	96
VI. 4. Pose des conduites	99
VI.4.1. Pose en tranchée (en terre)	99
VI.4.2. Traversée d'une route.....	100
VI.4.3. Traversée d'une rivière ou d'un oued	100
VI.4.4. Traversée d'un tunnel.....	101
VI.4.5. Butées.....	101
VI.5. L'assemblage des conduites en acier	102
VI.5.1. Soudage.....	102
VI.5.2. Raccords à brides	102
VI.5.3. Raccords filetés	102
VI.5.4. Raccords mécaniques	103
VI.5.5. Raccords par emboîtement.....	103
VI.5.6. Raccords à joint soudé	103
VI.5.7. Raccords à sertir.....	103
VI.6. Conclusion	104
Conclusion générale	105

Introduction Générale

L'approvisionnement en eau potable est une problématique majeure dans de nombreuses régions du monde, et l'Algérie n'échappe pas à cette réalité. La ville de BEJAIA, avec sa population croissante, fait face à des défis significatifs en matière de disponibilité d'eau douce. Pour répondre à ces besoins croissants et assurer une gestion durable des ressources en eau, la station de dessalement d'eau de mer de BEJAIA, située à l'ouest de la ville de BEJAIA, offre une solution prometteuse avec une capacité de production de **300 000 m³/jour**.

L'objectif principal de ce projet est de réaliser le raccordement de cette station de dessalement à la ville de Béjaïa afin de satisfaire la consommation actuelle et future de la population, tout en préservant les ressources hydriques existantes. Pour ce faire, une méthodologie rigoureuse a été adoptée, répartie en plusieurs chapitres clés.

Dans un premier chapitre, une présentation détaillée du site a été effectuée, incluant une analyse de la situation topographique, hydrique et hydraulique de la ville de BEJAIA.

Quant au deuxième chapitre, il se concentre sur l'estimation des besoins en eau, en prenant en compte les besoins actuels et futurs de la population.

Concernant le troisième chapitre, il traite de l'adduction, où les diamètres économiques des conduites ont été dimensionnés et les frais d'amortissement ainsi que d'exploitation évalués.

Le quatrième chapitre se penche sur la conception et le dimensionnement des réservoirs nécessaires pour stocker l'eau dessalée.

Le cinquième chapitre est dédié aux pompes et aux stations de pompage, avec une détermination précise des groupes électropompes requis pour assurer une distribution efficace de l'eau.

Enfin, le sixième chapitre aborde la pose et la protection des conduites, garantissant la durabilité et la fiabilité de l'infrastructure.

Ce projet, par son ampleur et sa complexité, vise non seulement à résoudre les problèmes immédiats d'approvisionnement en eau de la ville de BEJAIA, mais aussi à anticiper les besoins futurs et à mettre en place une solution pérenne et écologique. Ainsi, la station de dessalement d'eau de mer devient une pièce maîtresse dans la stratégie de gestion durable des ressources en eau de la région.

Chapitre I

Présentation de site

Chapitre I : Présentation de site

I. INTRODUCTION

L'objectif de notre étude est d'effectuer l'alimentation de la commune de BEJAIA à partir de la station dessalement d'eau de mer installée à (Tighremt), à l'ouest de la ville.

Ce chapitre fera l'objet d'une présentation de la commune et de la Wilaya de BEJAIA, du point de vue géographique, hydrographique, hydraulique et topographique, etc...

I.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La wilaya de Bejaia est située au nord-est de la région centre du pays. Son organisation administrative est issue du découpage administratif de 1974. Elle s'étend sur une superficie de **3.223,50 km²** et est limitée par :

- La mer Méditerranée au nord ;
- La wilaya de Bordj Bou Arreridj au sud ;
- Les wilayas de Sétif et de Jijel à l'est ;
- Les wilayas de Tizi Ouzou et de Bouira à l'ouest.

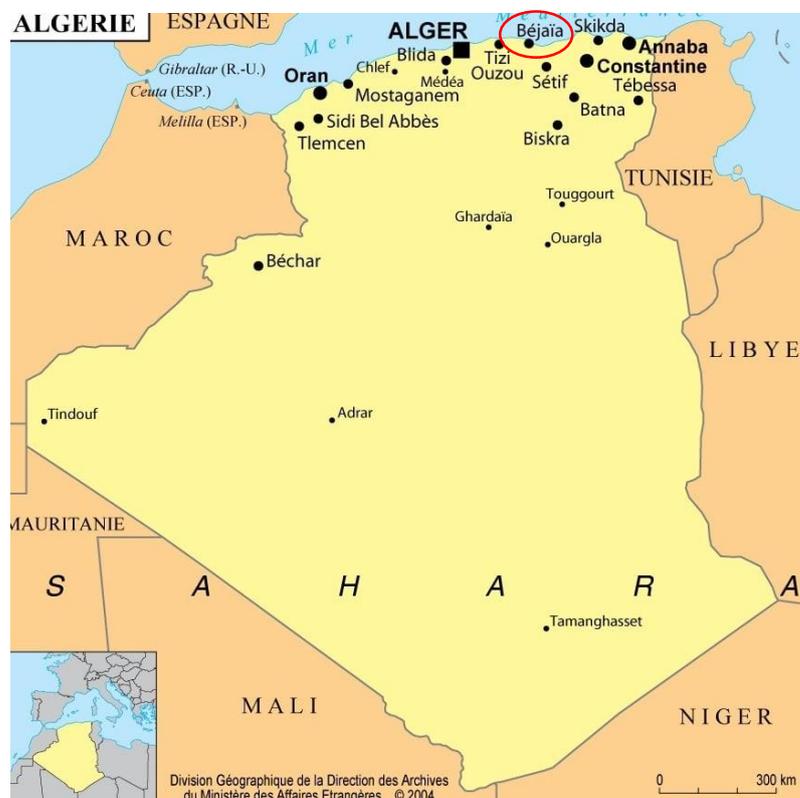


Figure I.2 : Carte de localisation de la wilaya de Bejaia



Figure I.3 : Carte des limites de la wilaya de Bejaia

I.2. SITUATION ADMINISTRATIVE : [12]

Tableau I.1 : La wilaya de Bejaia compte 19 daïras pour 52 communes.

Daïra	Commune	Superficie (km ²)
BEJAIA	Bejaia	120,22
	Oued Ghir	46,32
	Total Daïra	166,54
AMIZOUR	Amizour	109,36
	Feraoun	41,91
	Semaoun	33,98
	Beni Djellil	27,93
	Total Daïra	213,18
TIMEZRIT	Timezrit	38,09
	Total Daïra	38,09
SOUK EL TENINE	Souk El tenine	26,28
	Melbou	47,47
	Tamridjet	53,27
	Total Daïra	127,02

TICHY	Tichy	56,66
	Tala Hamza	38,83
	Boukhelifa	116,38
	Total Daïra	211,87
IGHIL ALI	Ighil Ali	195,37
	Ait R'zine	74,56
	Total Daïra	269,93
DARGUINA	Darguina	82,53
	Taskriout	31,06
	Ait SMail	27,08
	Total Daïra	140,67
AOKAS	Aokas	27,87
	Tizi N'berber	52,76
	Total Daïra	80,63
ADEKAR	Adekar	107,60
	Taourirt Ighil	71,34
	Beni k'sila	184,16
	Total Daïra	363,10
AKBOU	Akbou	52,18
	Chellata	41,60
	Tamokra	68,40
	Ighram	50,11
	Total Daïra	212,29
SEDDOUK	Seddouk	54,42
	M'cisna	39,12
	Amalou	57,14
	Bouhamza	77,86
	Total Daïra	228,54
TAZMALT	Tazmalt	34,00
	Beni Melikeche	42,80

	Boudjellil	99,85
	Total Daïra	176,65
CHEMINI	Chemini	39,04
	Souk Oufela	13,82
	Tibane	5,40
	Akfadou	42,01
	Total Daïra	100,27
BARBACHA	Barbacha	83,77
	Kendira	45,56
	Total Daïra	129,33
OUZELLAGUEN	Ouzellaguen	61,40
	Total Daïra	61,40
SIDI AICH	Sidi Aich	7,70
	Tinebdhar	16,61
	Tifra	38,84
	Sidi Ayad	9,06
	Leflaye	9,48
	Total Daïra	81,69
EL KSEUR	El kseur	94,06
	Fenaïa Ilmaten	45,21
	Toudja	167,13
	Total Daïra	306,40
KHERRATA	Kherrata	97,69
	Draa El kaid	123,34
	Total Daïra	221,03
BENI MAOUCHE	Beni Maouche	94,86
	Total Daïra	94,86
Total Wilaya		3 223,49



Figure I.4 : carte de découpage administratif de la wilaya de BEJAIA

I.3. Situation géographique de la commune BEJAIA de la wilaya de BEJAIA :

La commune de **BEJAIA** au point central de son chef-lieu se trouve à 36° 45' 00" Nord et à 5° 04' 00" Est.

Le recensement général de la population (service d'alimentation en eau potable de la direction d'hydraulique de la ville de BEJAIA), évaluent la population en **2022 à 180 213 habitants.**

La commune de **BEJAIA** est limitée par :

- ❖ **La mer méditerranée** : par le Nord et le Nord-ouest
- ❖ La commune **Toudja** : par l'est et le sud-est
- ❖ La commune **Oued ghir** : par le sud
- ❖ La commune **Tala hamza et boukhlifa** : par le sud-ouest

I.4. Situation Topographique :

La commune de BEJAIA se trouve sur la côte méditerranéenne de l'Algérie, offrant un paysage diversifié entre la mer et les montagnes. Nichée entre la mer Méditerranée et les reliefs montagneux des Babors, BEJAIA bénéficie d'une topographie caractérisée par une combinaison unique de plages pittoresques et de collines verdoyantes. Cette localisation stratégique confère à la ville un charme naturel exceptionnel, avec des panoramas spectaculaires sur la mer d'un côté, et des perspectives montagneuses de l'autre. La topographie variée de BEJAIA influence

non seulement son paysage, mais aussi son climat et son économie, en faisant d'elle une région aux atouts géographiques distincts.

- Altitude moyenne : 60 m
- Altitude minimum : -2 m
- Altitude maximum : 644 m

I.5. Pluviométrie, géologie, climat et hydrographie :

I.5.(A) Situation pluviométrique :

La région de Béjaïa se distingue parmi les zones les plus généreusement arrosées de l'Algérie, bénéficiant d'une quantité significative de précipitations pendant la saison hivernale, avec une moyenne annuelle d'environ de **200 mm à 600 mm**.

Cependant, cette pluviométrie présente une variation notable d'un mois à l'autre, créant des périodes pluvieuses contrastant avec des saisons plus sèches. Les mois les plus abondamment arrosés sont décembre, janvier et février, tandis que juin, juillet et août se révèlent être les plus secs.

Les chutes de neige, quant à elles, surviennent en moyenne sur une période de **10 à 20 jours par an**, touchant principalement les sommets des montagnes les plus élevés. La quantité de précipitations décroît en progressant du littoral vers l'intérieur, avec l'exception de quelques pics montagneux qui connaissent des chutes de neige.

I.5.(B). Situation géologique :

La commune de Béjaïa, du point de vue géologique, se trouve dans une région caractérisée par une diversité géologique remarquable. Elle est située dans le prolongement des montagnes des Babors, constituées principalement de roches sédimentaires. La région témoigne de l'influence des mouvements tectoniques et des processus géologiques qui ont façonné son relief au fil du temps. On y trouve une variété de formations géologiques, notamment des schistes, des calcaires, et des grès.

Le littoral de Béjaïa est marqué par des falaises escarpées, témoignant de l'interaction complexe entre les forces géologiques et l'érosion marine. Les différentes couches géologiques offrent un aperçu de l'histoire géologique de la région, avec des indices de changements climatiques et environnementaux au cours des âges.

La richesse géologique de Béjaïa n'est pas seulement d'un intérêt scientifique, mais elle influence également la topographie, les sols et les ressources naturelles de la région, contribuant ainsi à sa diversité écologique et à son attractivité géologique.

I.5.(C). Climat ET HYDROGRAPHIE :

La région appartient au bassin versant de la Soummam et bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par une humidité générale et des variations saisonnières de température légères. Les températures moyennes oscillent entre **11,1 °C** en hiver et **24,5 °C** en été.

La ville, située dans la Kabylie maritime, profite d'une pluviométrie relativement élevée comparée au reste du pays, variant de **800 mm à 1200 mm**. Le fleuve Soummam répond aux besoins agricoles locaux, mais certaines sources locales sont sous pression en raison d'une demande croissante.

En plus du fleuve, Béjaïa tire ses ressources hydrauliques des montagnes environnantes et de sources diverses, dont celle de Toudja, jadis reliée à la ville antique (Saldae) par un aqueduc. Cette combinaison de facteurs climatiques et hydriques contribue à l'attrait de la région et à sa capacité à soutenir l'agriculture locale.

I.6. Présentation hydraulique :

I.6.1. Les réseaux d'AEP actuel :

I.6.1.1. LES Réseaux de distribution :

Le réseau de distribution d'eau potable de la ville de Béjaïa ainsi que les zones (amtiq et cote ouest), s'étendent sur une longueur totale impressionnante de **400 km**.

Les matériaux utilisés pour les conduites sont principalement :

- En PEHD (Polyéthylène Haute Densité) : un matériau robuste et résistant à la corrosion.
 - En Acier.
 - En Fonte Ductile (FD).
- Ces matériaux offrent une durabilité supplémentaire

Les diamètres des conduites de distribution varient de **60 mm à 500 mm**.

I.6.1.2. L'adduction :

1. Le réseau d'adduction de la commune de Béjaïa s'étend sur une longueur de **15 000 mètres linéaires**, à partir du réservoir **R-10000 m³** de (IBACHIREN), en provenance du barrage Tichy-haf.

Le système d'adduction utilisé est gravitaire. Il fournit un débit de **518m³/h** pour la ville de Béjaïa.

2. Le réseau d'adduction en provenance de la **source bleue** et les forages (**champ de captage oued Agaroule, oued Djemaa, oued Zitouna**), s'étend sur une longueur de **30 000 mètres linéaires** vers la station centrale de Béjaïa.

Dans ce réseau, on trouve les **deux systèmes d'adduction** (adduction par refoulement et adduction gravitaire).

Les matériaux des conduites utilisées sont :

- En acier.
- En fonte ductile (FD).

Les diamètres des conduites de distribution varient entre **200 mm à 700 mm**.

I.6.2. Les ressources hydriques :

I.6.2.1. Eaux superficielles

A. BARRAGES :

Barrage Tichy-haf : Ce barrage est implanté sur l’oued Bousellam, affluent rive droite de l’oued Soummam, mis en service en 2007, le barrage de Tichy-Haf produit 47 millions de mètres cubes par an destinés à l'alimentation en eau potable du couloir Akbou-Béjaia, 43 millions de mètres cubes par an pour l’irrigation.

Il est composé essentiellement de quatre ouvrages, à savoir un barrage-voûte de 90 mètres de hauteur et d’une capacité de 81 millions de mètres cubes ; une station de traitement d’une capacité de 120 000 mètres cube par jour ; une conduite d’eau traitée en B.P.A.T d’une longueur de 70 km et des réservoirs de stockage d’une capacité totale de 42 000 m³.

Tableau I.2 : Caractéristiques principales du barrage Tichy-Haf

n°	Caractéristiques	Unité	Valeur
1	Localisation (Wilaya)	/	BEJAIA
2	Année de mise en service	/	2007
3	Capacité du barrage de dernier levé	hm ³	77,263
4	Capacité de barrage initiale	hm ³	81,844 5
5	Type de barrage	/	Barrage Voute en béton et digue de col en BCR
6	Superficie du bassin versant	km ²	3980
7	Envasement annuel moyen	hm ³ /an	3
8	Volume régularisable	hm ³ /an	150
9	Surface du barrage à la cote maximale	km ²	5,025
10	Surface du plan d’eau au PHE	km ²	7,624



Figure I.5 : Vue de la digue et des deux évacuateurs de crues du barrage de Tichy-Haf (w. de Béjaia)

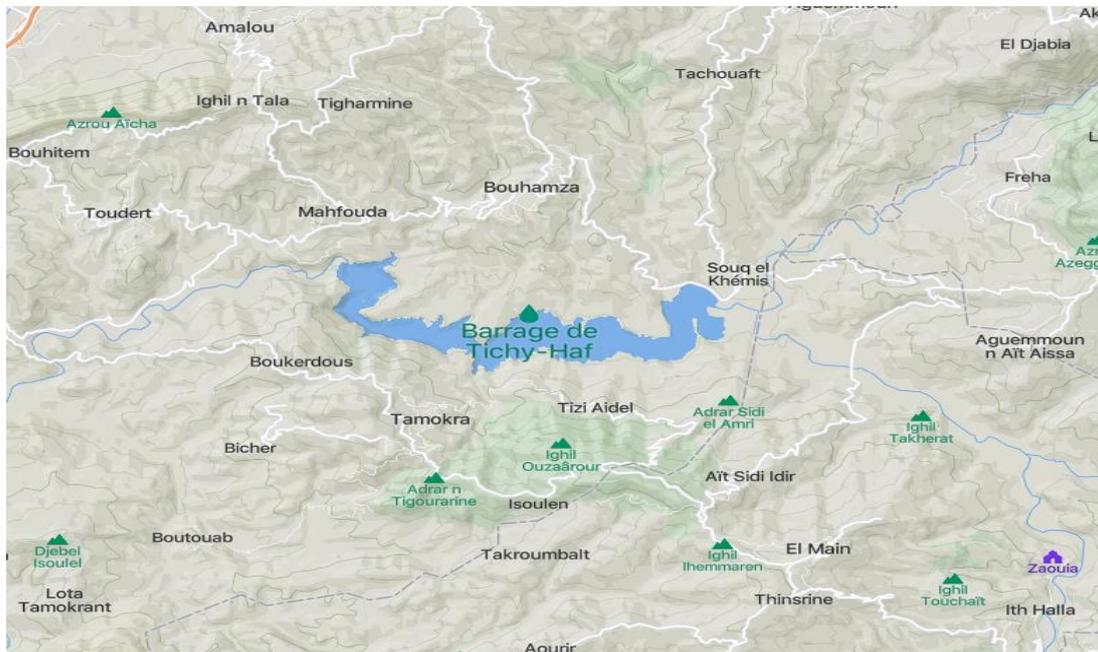


Figure I.6 : Situation géographique du barrage de Tichy haf

Le barrage d'Ighil Emda : est de type remblai en enrochement à masque amont en béton, il mesure 75 mètres de haut, 710 mètres de longueur de crête et retient un volume de 156 millions m³ d'eau.

Le barrage d'Ighil Emda dispose d'un dispositif de soutirage des vases, composé de 3 vannes de dégrèvement de 2,75 m de hauteur et 1,80 m de largeur, et de 8 pertuis de dévasement de 40 cm de diamètre.

Les deux usines hydroélectriques associées sont aujourd'hui exploitées par Sonelgaz. La capacité de production de la centrale électrique d'Ighil Emda est de 24 mégawatts et celle de Darguina de 71.5 mégawatts.



Figure I.7 : Vue vers l'amont de la cuvette du barrage d'Ighil Emda



Figure I.8 : Localisation du barrage d'Ighil Emda

I.6.2.2. Eaux souterraines :

Source bleue : elle se situe à Bordj Mira. $Q = 360$ l/s

Les forages :

- **Champ de captage Oued Agrioun.** $Q = 170$ l/s
- **Champ de captage Oued Djemaa.** $Q = 253$ l/s
- **Champ de captage Oued Zitouna.** $Q = 180$ l/s

Le débit qui arrive à partir de ces sources (source bleue et les forages) $Q_T = 963$ l/s

$Q_T = 83\,203.2$ m³/j

I.6.2. Les ouvrages de stockage

1. **Réservoir (R-10000)** : c'est un réservoir de capacité qui égale à 10000 m³ qui se trouve à Oued Ghir (IBACHIREN).
2. **35 Réservoirs** leurs capacités varient entre 100m³ et 2500m³.
3. **Station Central Béjaia** : elle a une capacité de stockage de 3000m³.

Le total de stockage existant de la ville de Béjaia est de 65000m³.

I.7. La station dessalement des eaux de mer (TIGHREMT-BEJAIA)

Ce projet inscrit au titre d'un plan d'urgence décidé par le président de la République au profit de cinq wilaya, s'étale sur une superficie de 10 hectares, pour une capacité de production quotidienne de 300.000 mètres cubes.

La capacité de la station est considérée "largement suffisante", comparativement aux besoins de la wilaya, établis à 250.000 m³/jour, comme affirmé par les autorités locales.

Une fois les travaux achevés, la station de Tighremt va assurer l'alimentation en eau potable des 52 communes de la wilaya qui n'aura plus à compter sur les apports pluviométriques ou ses forages, et va pouvoir se mettre à l'abri des manques de précipitations et des dotations des barrages actuellement en service, notamment Kherrata et Tichy Haft, en stress hydrique depuis plusieurs saisons, a-t-on indiqué.

Outre la wilaya de Béjaïa la SDEM de Tighremt va alimenter également la wilaya de Sétif avec un apport de 50.000 m³/jour, Bouira, avec 30.000 m³/jour et Bordj Bouarreridj avec 20.000 m³/jour.

Elle permettra également de transférer les eaux des barrages de Tichi (173 millions m³) et de Lakehal (30 millions m³) pour l'irrigation des surfaces agricoles de la Soummam ainsi que la plaine de l'Asnam.

le choix du site a été fait en raison des attributs qui le caractérisent, dont la clarté de son eau, sa proximité et surtout l'apport en eau qu'il va apporter aux habitants de la région.

Il est à souligner que la technologie de maîtrise des stations de dessalement est devenue purement algérienne, et, conscient de l'importance de la formation dans ce domaine technique, le Président de la République avait donné des instructions au gouvernement, fin 2022, de créer une nouvelle spécialité académique pour la formation d'étudiants et cadres algériens dans le domaine du dessalement de l'eau de mer.

En début 2023, il avait ordonné aux membres de son exécutif de développer cette formation à travers des partenariats avec des instituts et des universités de renommée internationale.



Figure I.8 : Station de Dessalement de Tighremt wilaya de BEJAIA

I.8. Le raccordement avale de la station de dessalement d'eau de mer de la wilaya de BEJAIA : [8]

I.8.1. Présentation du projet :

La faiblesse de la pluviométrie de ces dernières années, induite par le réchauffement climatique d'un côté et de l'autre côté par la croissance démographique, se traduit par le manque d'eau dans plusieurs localités de la wilaya de BEJAIA.

Pour faire face à cela, l'état Algérien a décidé de réaliser une station de dessalement des eaux de mer pour la wilaya de BEJAIA, qui est en cours de réalisation à **la commune de Toudja**, exactement à **Tighremt** à 40 Km à l'ouest de BEJAIA, d'une capacité de **300 000 m³/j**.

Ce projet vise à assurer l'alimentation en eau potable de la Wilaya de BEJAIA et les Wilayas voisines (BBA, SETIF, BOUIRA), il englobe **69** communes :

- ❖ **(35)** communes de la Wilaya de **BEJAIA**.
- ❖ **(15)** communes de la wilaya de **BOUIRA**.
- ❖ **(6)** communes de la Wilaya de **SETIF**.

❖ (13) communes de la wilaya de **BBA**.

I.8.2. Les débits de calcul et de dimensionnement :

Le dimensionnement sera réalisé pour répondre aux débits requis pour **la solution de base** ainsi que pour **la solution exceptionnelle**.

Les débits alloués à la solution de base sont les suivants :

- ✚ **200 000 m³/j** pour la wilaya de Bejaia, dont **60 000 m³/j** pour la seule ville de Bejaia
- ✚ **60 000 m³/j** pour les wilayas de **BBA** et **Sétif**
- ✚ **40 000 m³/j** pour la wilaya de **Bouira**.

En ce qui concerne **la solution exceptionnelle**, lorsqu'une région présente une situation plus critique que les autres, **un débit supplémentaire ou débit maximal** de transit est déterminé.

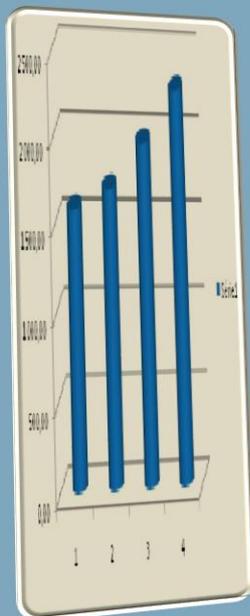
I.9. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons entrepris une exploration approfondie de la ville de Bejaia, couvrant plusieurs aspects tels que sa géographie, sa topographie, et son climat. Cette étude nous a permis d'appréhender notre zone d'étude dans son ensemble, et d'établir une estimation précise de sa population actuelle, fixée à

249 367 habitants selon le recensement de 2022. Ce chiffre constitue un point de départ essentiel pour anticiper et répondre aux besoins futurs de la ville dans les 30 prochaines années.

Il est évident que Bejaia fait face à une pénurie d'eau potable, en raison de la pression exercée par sa population croissante et des défis posés par le changement climatique. L'annonce du projet de dessalement des eaux de mer offre une lueur d'espoir, mais soulève également des questions cruciales quant à la capacité de stockage, de distribution et d'adduction du réseau urbain. En effet, le débit minimal requis pour répondre aux besoins de base est estimé à $Q = 60\,000\text{ m}^3/\text{jour}$, mettant en évidence la nécessité d'une infrastructure robuste et bien planifiée pour assurer l'approvisionnement en eau à long terme.

Ces données préliminaires fournissent un cadre essentiel pour notre travail à venir, axé sur le projet de raccordement aval de la station de dessalement de l'eau de mer de la wilaya de Bejaia vers la commune de Bejaia. En analysant et en comprenant ces éléments de base, nous serons mieux équipés pour proposer des solutions durables et efficaces pour répondre aux besoins en eau potable de la ville, tout en tenant compte des défis environnementaux et des impératifs de développement urbain.



Chapitre III

Estimation des besoins

Chapitre II : Estimation des besoins

II.1. Introduction

Compte tenu de l'évolution démographique de la population et de l'amélioration du niveau de vie, ainsi que de l'extension des agglomérations de la commune de Bejaia, l'estimation du nombre d'habitants ainsi que les différents besoins en eau, aux divers horizons s'avère nécessaire.

II.2. Estimation de la population [2]

Du point de vue démographique, les renseignements recueillis localement, se basant sur le recensement général de la population (service d'alimentation en eau potable de la direction hydraulique de la ville de Bejaia), évaluent la population en 2022 à 180 213 habitants.

Pour évaluer la population avenir à l'horizon du projet, soit 30 ans (à partir de l'année d'étude), on se réfère à la loi des accroissements géométriques donnée par la relation des intérêts composés suivante :

$$P = P_r(1 + T_{ac})^n \quad (II.1)$$

Avec :

- P : Population à l'horizon considéré.
- P_r : Population de l'année de référence (2022).
- n : Nombre d'années séparant les deux (02) horizons considérés.
- T_{Ac} : Taux d'accroissement annuel de la population en (%), il est estimé à 1,5%.

Pour les différents horizons pris en compte dans notre étude, et sur la base de la loi précédente, les différentes populations sont données dans le tableau (II.1) ci- dessous :

Tableau II.1 : les différentes populations de la ville de BEJAIA à l'horizon

Localité	Horizon	2024	2032	2042	2052
Bejaia	Population	185659	209144	242720	281687

L'évaluation de la population de la zone d'étude pour les différentes populations futur à l'horizons est illustrée dans la figure (II.1) ci-insi :

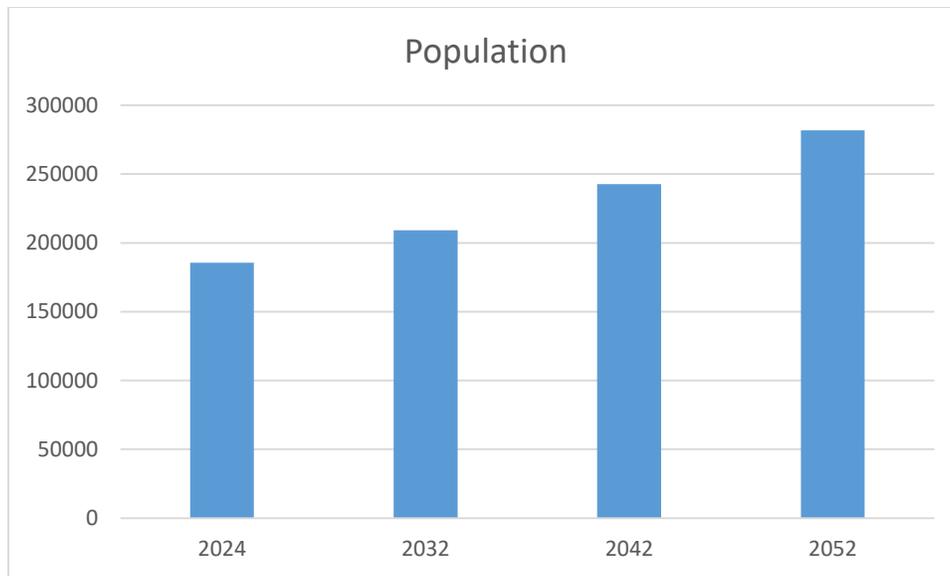


Figure II.1 : Répartition de la population en différents horizons

II.3. Evaluation des besoins en eau

L'évaluation des besoins en eau est très variable dans le temps, ces variations sont annuelles, saisonnières, mensuelles, hebdomadaires, journalières et horaires ; elles dépendent de plusieurs facteurs, à savoir : le climat, le niveau de vie de la population, du type et du degré de l'agglomération ainsi que la catégorie des consommateurs.

II.3.1. Détermination de la consommation moyenne journalière

Afin de déterminer la consommation moyenne journalière de la zone d'étude, il faudra estimer tous les besoins existants, à savoir : domestiques, administratifs, commerciaux et industriels, et cela en utilisant la formule suivante :

$$Q_{moy,j} = \frac{q \cdot N_i}{1000} \tag{II.2}$$

Avec :

- $Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière en (m³/j).
- q : Dotation moyenne journalière en (l/j/hab).
- N : Nombre de consommateurs.

II.3.1.1. Choix de la norme de consommation

La norme de consommation en eau dépend du nombre, du confort et des habitudes de la population. Pour les villes dont le nombre d'habitants est supérieur à 200 000 habitants on prend une dotation entre 150 et 200 l/j/hab.

a. Choix des normes de consommation domestique

La zone d'étude représente une agglomération à caractère urbain, on opte pour une norme de consommation de 180 l/j/hab.

b. Choix des normes de consommation pour les différents équipements

La ville de Bejaia est une agglomération dense, elle comporte les différents équipements ci-dessous [1].

- *Equipements scolaires* : 51 écoles primaires, 24 CEM, 11 lycée et une université
- *Equipements administratifs* : APC, Daïra, PTT, les subdivisions (hydraulique, agricole, SUCH, ADE et ONA), brigade de gendarmerie, garde communale, police et un (3) postes de protection civile.
- *Equipements sanitaires* : 7 centres de santé et 2 hôpitaux.
- *Equipement socioculturels* : 35 mosquées et un (1) centre culturel.
- *Equipements sportifs* : Un (1) stade, une (1) salle de sport et un (1) complexe sportif.

Suite à un manque flagrant de données relatives aux nombres d'effectifs par service, on s'est référé au plan national de l'eau retenu aux pourcentages de la demande domestique [1].

Le tableau II.2 : Les pourcentages de la consommation pour différentes agglomérations.

Type d'agglomérations	Administration (%)	Commerce (%)	Industriel (%)
Métropole National	30	15	10
Métropole Régional	20	10	10
Agglomération urbaine	15	08	10
Agglomération rurale	10	05	05
Agglomération semi rurale	05	03	02

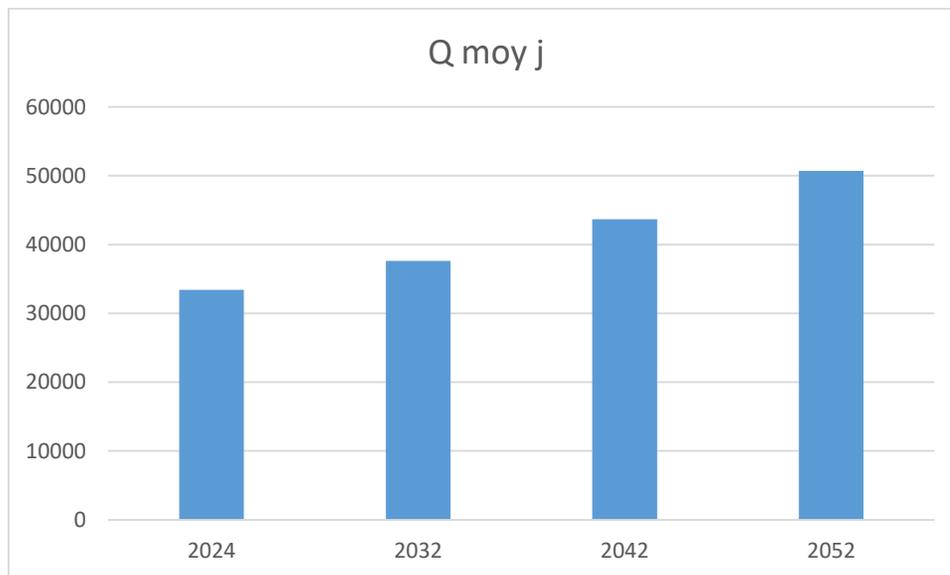
II.3.1.2. Besoins domestiques

Les besoins en eau de la population aux divers horizons, sont obtenus en multipliant le nombre d'habitants par la norme de consommation de ces derniers, ainsi on aura les résultats suivants (Tableau II.3) :

Tableau II.3 : Besoins domestiques actuels et futurs de la zone d'étude

Horizon	Dotation (l/j/hab)	Population	Q moy j (m ³ /j)	Q moy j (l/s)
2024	180	185659	33418.62	386.78
2032	180	209144	37645.92	435.71
2042	180	242720	43689.6	505.66
2052	180	281687	50703.66	586.84

La figure II.2 ci-dessous représente l'évaluation des besoins en eau domestique pour différents horizons.

**Figure II.2** : Evaluation des besoins en eau domestiques pour différents horizons

II.3.1.3. Besoins des équipements

La commune de Bejaia est considérée comme une agglomération urbaine, par conséquent. Les besoins en eau des équipements sont représentés dans le tableau (III.4) suivant :

Tableau II.4 : Evaluation des besoins en eau des équipements pour différents horizons

Horizon	2024	2032	2042	2052
Besoins administratifs (15%)	5012.80	5646.90	6553.50	7605.549
Besoins commerciaux (08%)	2673.48	3011.67	3495.16	4056.29
Besoins industriels (10%)	3341.86	3764.59	4368.96	5070.40
Total (m³/j)	11028.14	12423.16	14417.62	16732.20
(l/s)	127.64	143.78	166.87	193.65

La figure II.3 ci-dessous représente l'évaluation des besoins en eau des équipements pour différents horizons

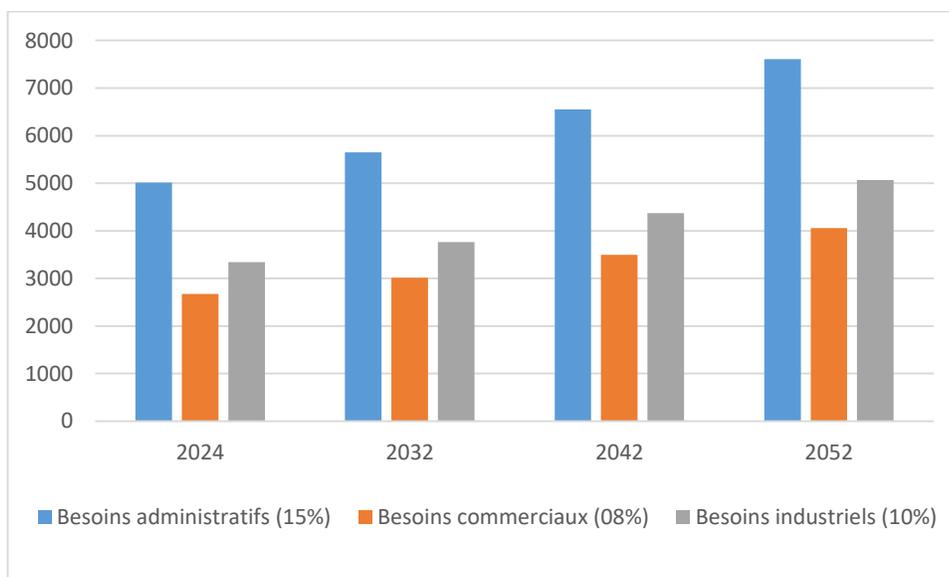


Figure II.3 : Evaluation des besoins en eau des équipements pour différents horizons

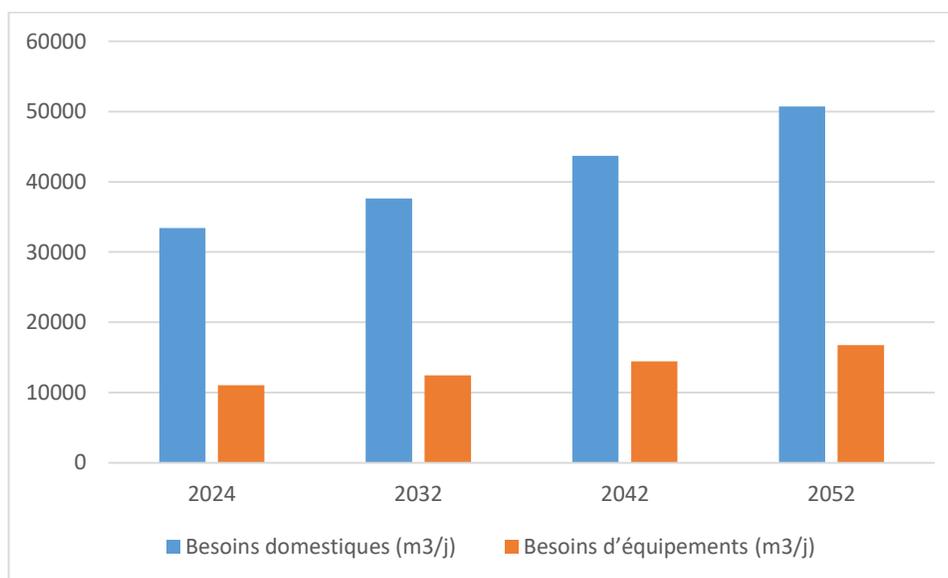
II.3.2. Récapitulation des besoins

Les différents besoins en eau de la ville Bejaia sont regroupés dans le tableau (III.5) ci-dessous :

Tableau II.5 : Besoins journaliers en eau pour différents horizons

Horizon	2024	2032	2042	2052
Besoins domestiques (m ³ /j)	33418.62	37645.92	43689.6	50703.66
Besoins d'équipements (m ³ /j)	11028.14	12423.16	14417.62	16732.2
Total	44446.76	50069.08	58107.22	67435.9

Les besoins journaliers en eau pour différents horizons sont illustrés dans la **figure (II.4)** ci-dessous :

**Figure II.4** : Besoins journaliers en eau pour différents horizons

II.3.3. Majoration de la consommation moyenne journalière

Les fuites au niveau de la conduite d’adduction et du réseau de distribution sont fonction du type des conduites, leur vétusté, la nature du terrain, la qualité d’entretien et d’éventuels accidents. Pour compenser ces fuites, on effectue une majoration de 20%, c'est-à-dire :

$$Q_{\text{moy j majoré}} = Q_{\text{moy j}} + (0,2 \times Q_{\text{moy j}}) \quad (\text{II.3})$$

La consommation moyenne journalière pour les différents horizons est représentée dans le **tableau II.6** suivant :

Tableau II.6 : Majoration de la consommation moyenne journalière

Horizon	2024	2032	2042	2052
$Q_{\text{moy j}}$	44446.76	50069.08	58107.22	67435.9
$Q_{\text{moy j maj}} (\text{m}^3/\text{j})$	53336.12	60082.89	69728.66	80923.08
$Q_{\text{moy j maj}} (\text{l/s})$	617.31	695.40	807.04	936.60

II.3.4. Variation de la consommation journalière

La consommation journalière de l’eau n’est pas régulière, elle varie d’un jour à l’autre en fonction de plusieurs facteurs locaux, ces variations sont caractérisées par le coefficient d’irrégularité journalière, à savoir $K_{\text{max j}}$ et $K_{\text{min j}}$.

II.3.4.1. La consommation maximale journalière

Elle s’obtient comme suit :

$$K_{\text{max j}} = \frac{Q_{\text{max j}}}{Q_{\text{moy j}}} \quad (\text{II.4})$$

D’où :

$$Q_{\text{max j}} = K_{\text{max j}} * Q_{\text{moy j}} \quad (\text{II.5})$$

Avec :

- $Q_{\text{max j}}$: Débit d’eau maximal du jour le plus chargé de l’année.
- $K_{\text{max j}}$: Coefficient qui montre combien de fois le débit maximal journalier excède le débit moyen journalier, il tient compte entre autre, de l’augmentation de la consommation. Les statistiques et les études montrent que $K_{\text{max j}}$ Varie entre 1,1 à 1,3. On prend la valeur moyenne $K_{\text{max j}}=1,2$.

La consommation journalière maximale est regroupée dans le *tableau II.7* ci-dessous :

Tableau II.7 : La consommation journalière maximale

Horizon	2024	2032	2042	2052
$Q_{\text{moy } j} \text{ (m}^3\text{/j)}$	53336.12	60082.89	69728.66	80923.08
$Q_{\text{max } j} \text{ (m}^3\text{/j)}$	64003.34	72099.48	83674.39	97107.69
$Q_{\text{max } j} \text{ (l/s)}$	740.77	834.48	968.45	1123.93

II.3.4.2. Consommation minimale journalière

Elle se détermine comme suit :

$$K_{\text{min } j} = \frac{Q_{\text{min } j}}{Q_{\text{moy } j}} \tag{II.6}$$

Donc :

$$Q_{\text{min } j} = K_{\text{min } j} * Q_{\text{moy } j} \tag{II.7}$$

Avec :

- $Q_{\text{min } j}$: Débit d'eau minimal du jour le moins chargé de l'année.
- $K_{\text{min } j}$: Coefficient d'irrégularité minimal qui dépend de l'importance de l'agglomération, sa valeur est comprise entre 0.7 et 0.9. Dans notre cas, on prendra la valeur moyenne, soit $K_{\text{min } j} = 0.8$

D'où, la consommation journalière minimale est regroupée dans le *tableau (II.8)* ci-dessous :

Tableau II.8 : La consommation journalière minimale

Horizon	2024	2032	2042	2052
$Q_{\text{moy } j} \text{ (m}^3\text{/j)}$	53336.12	60082.89	69728.66	80923.08
$Q_{\text{min } j} \text{ (m}^3\text{/j)}$	42668.89	48066.31	55782.92	64738.46
$Q_{\text{min } j} \text{ (l/s)}$	493.85	556.32	645.63	749.28

II.3.5. Variation de la consommation horaire

Suivant les heures de la journée, le débit est soumis à des variations horaires, elles sont caractérisées par le coefficient de variation horaire $k_{max h}$, tel que :

$$K_{max h} = \alpha_{max} * \beta_{max} \tag{II.8}$$

Où :

- α_{max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort, il est compris entre 1.2 et 1.4, On prendra $\alpha_{max} = 1.3$
- β_{max} : Coefficient qui dépend du nombre d’habitants, sa valeur est donnée dans le *tableau (II.9)* suivant :

Tableau (II.9) : Valeur du coefficient β_{max} en fonction du nombre d’habitants

Nombre d’habitants x 10 ³	<1	1.5	2.5	4	6	10	20<
β_{max}	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2

D’après le tableau (II.10) ci-dessous et après interpolation, on trouve les valeurs de β_{max} , puis on calculera les valeurs de $K_{max h}$, qui nous permettent de choisir le régime de consommation de la zone d’étude, à partir de tableau de distribution de débit journalier (Annexe(6)).

Alors nous pouvons déduire les consommations horaires par la relation suivante :

$$Q_{max h} = \frac{P\% * Q_{max j}}{100} \tag{II.9}$$

Avec :

- P% : Pourcentage horaire.

Les valeurs α_{max} , β_{max} et $K_{max h}$ ainsi que les débits de pointe, sont représentés dans le *tableau (II.10)* ci-dessous :

Tableau II.10 : Les débits horaires

Horizon	Population	α_{max}	β_{max}	$K_{max h}$	P %	$Q_{max h}$ (m ³ /h)	$Q_{max h}$ (l/s)
2024	185659	1.3	1.2	1.56	7	4480.24	1244.51
2032	209144	1.3	1.19	1.55	7	5046.96	1401.93
2042	242720	1.3	1.18	1.53	7	5857.2	1627
2052	281687	1.3	1.17	1.52	7	6797.54	1888.20

II.4. Bilan ressources – besoins

Le nombre d’habitants à l’horizon 2052 est de **281 687 hab**, la demande maximale journalière en eau potable de la zone d’étude s’élève à **1123.93 l/s**, elle est actuellement alimentée par

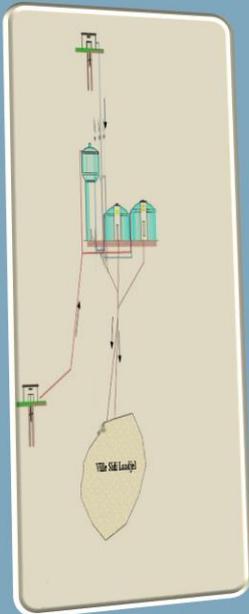
Tableau II.11 : Le bilan des ressources souterraines

	Noms des Forages	Débit exploité (l/s)			
Ressources	Champ de captage Oued agrioun	170			/
	Champ de captage Oued djemaa	253			/
	Champ de captage Oued Zitouna	180			/
	Source bleu	360			/
	Total (l/s)	963			/
Besoins	Débit maximum journalier (l/s)				
		2024	2032	2042	2052
		740.77	834.48	968.45	1123.93
Bilan ressources-besoins		222.23	128.52	-5.45	-160.93

Le **tableau II.11** ci-dessus, montre un déséquilibre important entre l'offre et la demande de l'eau, surtout pour l'année 2052 où le déficit est de **160.93 l/s**. Par conséquent la ville de Bejaia aura besoin de ressources en plus pour couvrir les besoins de sa population.

Vu la nécessité de satisfaire les besoins en eau de l'agglomération à long terme, et du fait que la zone d'étude dispose d'autres sources d'approvisionnement, donc on propose :

Un débit à partir de la station de dessalement de 300 000 m³/j pour la wilaya de (Bejaia, Bouira, Setif et Bordj Bou Arreridj), dont 60 000 m³/j destinés à la seule ville de Bejaia.



Chapitre V

Adduction

Chapitre III : L'adduction

III.1. DEFINITION [1] :

L'adduction est le transport de l'eau sur de longues distances, du point de captage (prélèvement) soit [Barrage, Ressources Naturelles, Forages...] jusqu'au réservoir de stockage ou distribution. Suivant la topographie (le relief) de la région à alimenter.

Dans notre étude le point de prélèvement sera la station dessalement d'eau de mer de BEJAIA, et les eaux seront transportées vers la Commune de BEJAIA.

III.2. LES TYPES D'ADDUCTION :

Il y a trois (3) types d'adduction :

III.2.1. Adduction gravitaire :

Le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de stockage de L'alimentation en eau pour l'agglomération, donc l'écoulement de l'eau se fait par la force de Gravitation.

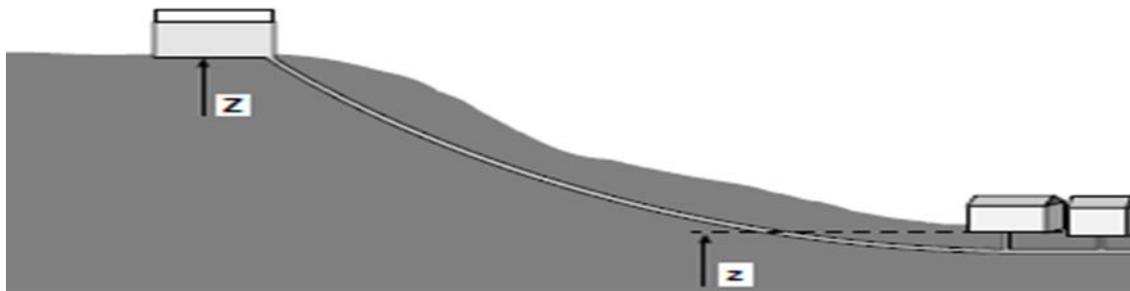


Figure III.1 : système d'adduction gravitaire

III.2.2. Adduction par refoulement :

Le point de captage se situe à une altitude inférieure à celle du réservoir d'accumulation. Ce qui nécessite de fournir au fluide une énergie qui est assurée par les pompes.

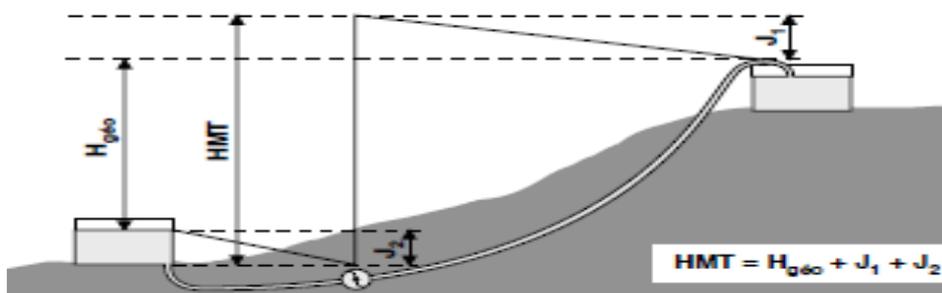


Figure III.2 : Adduction par refoulement

III.2.3. Adduction mixte (gravitaire - refoulement) :

Comme son nom l'indique, ce mode d'adduction est une combinaison entre l'adduction gravitaire et l'adduction par refoulement, où la conduite de roucoulement se transforme en conduite gravitaire et vice versa par l'intermédiaire d'un raccordement entre Ces deux dernières qu'on appelle : réservoir tampon.

III.3. CHOIX DU TRACE :

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter tels que :

- ❖ Le tracé doit être le plus court possible entre la source et le réservoir d'accumulation sur et sous profondeur pour des causes économiques (frais d'investissements).
- ❖ Etablir un tracé de préférence le long des routes ou des voies publiques, pour faciliter la pose des tuyaux et leur exploitation (détection des fuites, des vannes défectueuses, de tout dommage subi par l'installation), et permettre un accès rapide pour l'entretien et la réparation.
- ❖ Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer ou des ventouses seront exigés ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes.
- ❖ Il faudra aussi éviter la traversée des obstacles et des endroits susceptibles d'engendrer des pertes de charges importantes.
- ❖ Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement. - Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux.
- ❖ L'examen des conditions dans lesquelles être établi cette canalisation, aussi bien au point de vue technico-économique.

III.4. CHOIX DU TYPE DE CONDUITES [6]:

Pour choisir le type d'une conduite il faut prendre en considération :

- Le prix d'achat.
- Le diamètre économique.
- Les frais de réalisation.
- La pression de l'eau.
- La nature du terrain et les conditions de pose.
- La longueur des conduites.

III.5. TYPE DE CANALISATION :

Tableau III.1 : les types de canalisation, leurs avantages et leurs inconvénients.

Type de canalisation	matériau	Avantages	inconvénient
Acier	Acier	Robuste, durable, résistant à la corrosion	Coût élevé, nécessite un entretien périodique
PVC	Polychlorure de vinyle	Léger, résistant à la corrosion, facile à installer	Sensible aux UV, peut devenir fragile
FD	Fonte ductile	Résistance élevée, durabilité, faible rugosité	Poids élevé, coût initial plus élevé
Béton	Béton	Robuste, résistant aux charges lourdes	Poids élevé, nécessite une installation spécialisée
PEHD	Polyéthylène haute densité	Léger, flexible, résistant à la corrosion	Sensible aux UV, nécessite une protection contre les chocs
Cuivre	Cuivre	Résistance à la corrosion, bonne conductivité thermique et électrique	Coût élevé, sujet au vol dans certaines régions

Dans notre projet, on a opté sur les conduites en acier vue que les débits d'eau sont élevés Voici quelques avantages des conduites en acier :

- **Robustesse et Durabilité** : Les conduites en acier sont connues pour leur robustesse et leur durabilité. Elles sont capables de résister à des pressions élevées et à des conditions environnementales extrêmes, ce qui en fait un choix idéal pour les applications nécessitant une grande fiabilité.
- **Flexibilité de conception** : Les conduites en acier offrent une flexibilité de conception, ce qui signifie qu'elles peuvent être fabriquées selon des spécifications précises pour répondre aux besoins spécifiques de chaque projet. Cela permet une installation plus précise et efficace.
- **Longue durée de vie** : En raison de leur résistance et de leur durabilité, les conduites en acier ont une longue durée de vie, ce qui en fait un investissement rentable à long terme.

- **Facilité d'entretien et de réparation** : En cas de dommages ou de nécessité d'entretien, les conduites en acier peuvent être facilement réparées ou remplacées, ce qui réduit les temps d'arrêt et les coûts associés à la maintenance.
- **Compatibilité avec d'autres matériaux** : Les conduites en acier peuvent être utilisées en combinaison avec d'autres matériaux, tels que le plastique ou le béton, ce qui permet une plus grande flexibilité dans la conception et l'installation des systèmes de distribution.
- **Faible coefficient de friction** : Les conduites en acier ont généralement un revêtement intérieur lisse, ce qui réduit le frottement et les pertes de charge. Cela signifie que même avec des débits élevés, la perte de pression dans les conduites en acier est minimale, permettant un transport efficace de l'eau sur de longues distances.
- **Large disponibilité sur le marché** : Les conduites en acier sont largement disponibles sur le marché, dans une gamme de tailles et de spécifications adaptées à différents débits. Les fournisseurs proposent généralement une variété d'options pour répondre aux besoins spécifiques des projets d'adduction d'eau, y compris des conduites de grand diamètre capables de gérer des débits importants.

III.6. CALCUL HYDRAULIQUE :

III.6.1. Calcul du diamètre économique de la conduite [1]:

a. Première méthode :

Le diamètre optimal est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter. Cette vitesse est entre **(0,5 m/s et 2 m/s)**. Ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de **BONNIN** et **BRESS**. Ces formules sont données comme suit :

➤ **Formule de BANNIN :** $D = \sqrt{Q}$ (III.1)

➤ **Formule de BRESS :** $D = 1,5 * \sqrt{Q}$ (III.2)

- **D** : Diamètre de la conduite (m).
- **Q** : Débit transitant dans la conduite (m³/s).

b. Deuxième méthode :

Nous choisirons les diamètres pour lesquels la vitesse d'écoulement est comprise entre **V_{min}** et **V_{max}**.

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4*Q}{V_{\max}*\pi}} \tag{III.3}$$

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{4*Q}{V_{\min}*\pi}} \tag{III.4}$$

Avec :

- V_{\min} : Vitesse minimale de l'écoulement qui est de 0.5 m/s.
- V_{\max} : Vitesse maximale de l'écoulement qui est de 2 m/s.
- D_{\min} : Diamètre minimal de la conduite en (m).
- D_{\max} : Diamètre maximal de la conduite en (m).
- Q : Débit que doit transiter la conduite en (m²/s).

III.6.2. Calcul de la vitesse [6]:

La vitesse se calcul selon la formule suivante :

$$Q = V * S \Rightarrow Q = V * \frac{\pi * D^2}{4} \quad (III. 5)$$

Ainsi :

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \quad (III. 6)$$

- V : Vitesse moyenne d'écoulement dans la conduite (m/s).
- Q : Débit véhiculé dans la conduite (m³/s).
- D : Diamètre intérieur de la conduite (m).

III.6.3. Calcul des pertes de charge :

III.6.3.1. Les pertes de charge linéaire [6]:

La perte de charge linéaire (J) le long d'une conduite lors du transport d'un débit constant Q se calcule selon l'expression suivante :

$$J = \lambda * \frac{V^2}{2gD} \quad (III. 7)$$

Avec :

- J : Perte de charge par frottements en mètre de colonne d'eau par mètre de tuyau (m/m).
- V : Vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s).
- g : Accélération de la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).
- D : Diamètre intérieur de la conduite en (m).

a Calcul du coefficient des pertes de charge :

Le calcul du coefficient de frottement se fait comme suit :

λ : Facteur de perte de charge

En première approximation, la valeur de (λ) est déterminée par la formule de NIKURADZE :

$$\lambda = \left[1,14 - \left(0,86 * (\ln k) / D \right) \right]^{-2} \quad \text{(III. 8)}$$

- **K** : Rugosité de la conduite en (mm).
- **D** : Diamètre de la conduite (mm).

Par des itérations successives, on calcul la valeur approchée du coefficient de frottement par la formule de COLEBROOK qui s'exprime par :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\kappa}{3,71D} + \frac{2,51}{Re * \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{(III. 9)}$$

Où :

κ : Rugosité moyenne de la paroi intérieure du tuyau en mm,

Re : Nombre de Reynolds égale à $\frac{v}{\nu d}$ (ν étant la viscosité cinématique du liquide).

b Etude de la rugosité :

Le coefficient de rugosité(κ) des tuyaux est égal à :

- $\kappa = 0,1 \text{ mm}$ pour l'*acier* ;
- $\kappa = 0,25 \text{ mm}$ pour le *BPAT* ;

c Vérification du régime (nombre de Reynolds) : [4]

Pour chaque calcul, on vérifie le régime d'écoulement à l'aide de la formule suivante :

$$R_e = V * D / \delta \quad \text{(III. 10)}$$

- ❖ **R_e** : Nombre de REYNOLDS ;
- ❖ **V** : Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) ;
- ❖ **δ** : Viscosité cinématique de l'eau. $\delta = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ à une Température de 20°C ;

Donc les pertes des charges linéaires se calculent comme suit :

$$\Delta H_{\text{lin}} = \left(\frac{V^2}{D} \right) * \left(\frac{\lambda}{2g} \right) * L \quad (\text{m}) \quad (\text{III. 11})$$

Les pertes des charges singulières :

Sont occasionnées par les vannes, robinets, ventouses et les changements de directions ou de sections ...etc.

Elles sont généralement estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_{\text{sig}} = 0,1 * \Delta H_{\text{lin}} \quad (\text{III. 12})$$

Par suite la perte de charge totale sera donnée comme suivant :

$$\Delta H_{\text{tot}} = \Delta H_{\text{lin}} + \Delta H_{\text{sig}} \quad (\text{III. 13})$$

$$\text{Alors : } \Delta H_{\text{tot}} = 1,1 * \Delta H_{\text{lin}} \quad (\text{III. 14})$$

III.6.4. Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) : [6]

Elle représente une hauteur d'élévation fictive qui résulte de la somme de la hauteur géométrique et les pertes de charge résultantes de l'aspiration et du refoulement.

$$\text{HMT} = H_g + \Delta H_a + \Delta H_r = H_g + \Delta H_t \quad (\text{III. 15})$$

- H_g : la hauteur géométrique ;
- ΔH_a : pertes de charge à l'aspiration ;
- ΔH_r : pertes de charge au refoulement ;
- ΔH_t : pertes de charge totales ;

III.6.4.1. Puissance absorbée par la pompe : [6]

C'est la puissance mécanique absorbée au niveau de l'arbre de la pompe, elle est déterminée par la formule suivante :

$$P_a = \frac{g \cdot HMT \cdot Q}{\eta} \quad \text{(III. 16)}$$

Avec :

- **Pa** : Puissance absorbée par la pompe en (KW).
- η : Rendement de la pompe en % (entre 0.7 et 0.8) on prend 0.75.

III.6.4.2 Energie consommé par la pompe :

$$E = P \times t \times 365 \quad \text{(KW h / an)} \quad \text{(III. 17)}$$

Avec :

t : Le temps de pompage par jour en (heure) ; dans notre cas **t=20 h**

P : Puissance de pompage en (KW).

III.6.4.3. Frais d'exploitation :

$$F_{exp} = E \times e' \quad \text{(DA)} \quad \text{(III. 18)}$$

Avec:

- **E** : Energie consommée par la pompe (KWh)
- **e'** : Prix unitaire du K.W.h. fixé par la SONELGAZ (**4.472 DA**)

III.6.4.4. Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement seront calculés à partir de la formule suivante :

$$F_{am} = P_u \times L \times A \quad \text{(DA)} \quad \text{(III. 19)}$$

Avec :

- **P_U** : Le prix unitaire de la conduite (DA/ml).
- **L** : Longueur de la conduite en m.

A : Annuité

*Calcul de l'amortissement annuel :

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad (\text{III. 20})$$

Avec :

- **A** : L'amortissement annuel (Annuité).
- **i** : Taux d'annuité = 8 %.
- **n** : Nombre d'années sur lequel s'effectuera l'amortissement (n =30 ans)

D'où
$$A = \frac{0.08}{(1.08)^{30} - 1} + 0.08 = 0.088827 = 8.88 \%$$

Soit : **A = 0.0888****III.6.4.5. Calcul des frais du bilan :**

Le bilan est la somme des frais d'exploitation et d'amortissement.

Bilan = frais d'exploitation + frais d'amortissement (DA).

$$B_L = F_{\text{exp}} + F_{\text{am}} \quad (\text{III. 20})$$

III.6.5. ORGANES ET ACCESSOIRES DE L'ADDUCTION : [11]**III.6.5.1. Organes de sectionnement :**

Appareils de sectionnement fonctionnant soit en ouverture totale, soit en fermeture totale, permettant l'isolement d'une partie de l'adduction en cas de travaux de réparation ou autres.
Nous citons :

III.6.5.1.1 Robinet vanne à opercule

Le robinet vanne à opercule est un dispositif de sectionnement utilisé dans les systèmes de distribution d'eau potable. Il est conçu pour permettre le contrôle du flux d'eau en l'ouvrant complètement ou en le fermant hermétiquement



Figure III.3 : Robinet vanne à opercule

III.6.5.1.2. Robinet vanne papillon

Appareils de réglage de débit et de sectionnement et dont l'encombrement est faible. Il s'agit d'un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation un disque obturateur appelé papillon. Diamètres plus importants de 100 à 2500 mm parfois plus.



Figure III.4 : Robinet vanne papillon

III.6.5.2. Organes de protection

Ils permettent la protection des conduites de divers phénomènes qui se traduisent au niveau des canalisations.

III.6.5.2.1. Ventouse :

Appareils mis en place aux points hauts de la canalisation et servant à l'évacuation de l'air qui s'accumule dans la conduite. L'air compressible, est le pire ennemi des installations. Les bouchons d'air se compriment créant des pressions qui varient sans cesse. Les sous-pressions sont souvent plus dévastatrices que les surpressions. Si l'on ne prévoit pas d'entrée d'air lorsque l'on vide les tuyaux, cela engendre le phénomène de vacuum qui engendre des déformations et dégradations importantes des tuyaux.



Figure III.5 : Ventouse automatique

III.6.5.2.2. Clapet anti retour :

Ils sont destinés à empêcher le passage d'un fluide dans certaines conditions. Ils sont surtout utilisés dans les stations de pompage au point bas des canalisations d'aspirations (désamorçage) ou sur la conduite de refoulement (arrêt de la colonne d'eau)

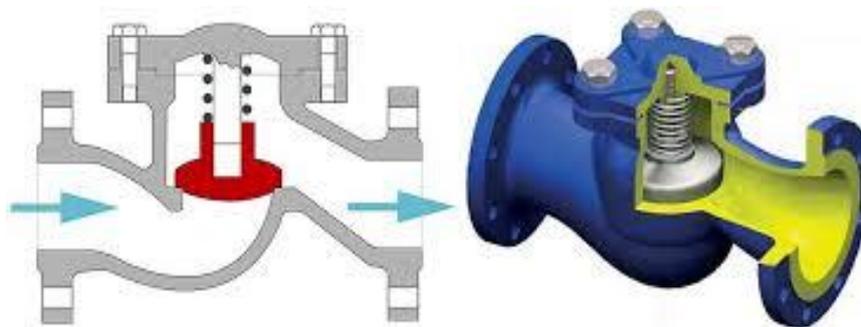


Figure III.6 : Clapet

III.6.5.2.3. Vanne de vidange :

Ce sont des robinets placés aux points les plus bas des canalisations pour permettre la vidange de la conduite en cas de besoins. Ces robinets doivent être facilement accessibles pour faciliter la tâche.

III.6.5.2.4. Crépines :

Ce sont des appareils en forme de panier percé de trous, placés à l'extrémité des canalisations d'aspiration, afin d'empêcher l'introduction de corps étrangers dans la pompe.



Figure III.7: Crépine

III.6.5.3. Organes de régulation :

Ils permettent la régulation du débit et de la pression en amont ou en aval. On citera :

III.6.5.3.1. Vanne de régulation du débit :

Limite et stabilise le débit d'une valeur de consigne constante quelles que soient les variations de pression amont et aval.



Figure III.8 : Vanne de régulation du débit

III.6.5.3.2 Vanne de régulation de la pression amont :

Maintient la pression amont à une valeur de consigne, quelles que soient les variations de pression et de débit à l'aval. La vanne règle en fait le débit pour assurer qu'à l'amont la pression reste suffisante. En réduisant le débit, on diminue la perte de charge et on augmente la pression. On obtient ainsi un compromis entre un minimum de pression à l'amont et un minimum de débit à l'aval.

III.6.5.3.2 Vanne de régulation de la pression amont :

Son but est de fournir une pression l'aval constante.



Figure III.9 : Vanne de régulation de la pression

III.6.5.4 Organes de branchement :

Ce sont des pièces qui permettent de réaliser toutes les dispositions. On distingue :

III.6.5.4.1 Coudes :

Destinés pour le changement de direction.

III.6.5.4.2 Tés :

Raccordent la canalisation secondaire sur la canalisation principale.

III.6.5.4.3 Cônes :

Joignent des conduites de diamètres différentes.

III.7. DIMENSIONNEMENT DE DIAMETRE D'ADDUCTION

III.7.1. CALCUL DE DIAMETRE ECONOMIQUE :

Première adduction :

TRANCON 1 :

- Le tronçon est alimenté à partir la station dessalement des eaux de mer (SDEM) vers un réservoir (RMC) implanté à la cote 320m NGA sur une colline qui surplombe la SDEM et se situe à l'Est du Village Assoumath. Les conduites de refoulement après avoir traversé la Route Nationale RN 24 vont la longer jusqu'au croisement avec le Chemin communale allant à Assoumath puis directement vers une piste menant au site du réservoir. Le linéaire de ce tronçon de 4 400 ml.

- Le débit de la (SDEM) : $Q = 3,472 (m^3 /s).$
- Hauteur géométrique : $H_g = 288 (m).$
- Longueur du tronçon : $L = 4\ 400 (ml).$

✚ Première méthode :

- DBONNIN : $D = \sqrt{3.472} = 1.863 (m) = 1800(mm).$
- DBRESS : $D = 1.5 * \sqrt{3.472} = 2.795(m) = 2800(mm).$

Deuxième méthode :

Nous choisirons les diamètres pour lesquels la vitesse d'écoulement est comprise entre V_{min} et V_{max} (0.5 m/s et 2 m/s).

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4*Q}{V_{max}*\pi}} = \sqrt{\frac{4*3.472}{2*\pi}} = 1487 \text{ (mm)}$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4*Q}{V_{min}*\pi}} = \sqrt{\frac{4*3.472}{0.5*\pi}} = 2974 \text{ (mm)}$$

Tableau III.1 : calcul de la HMT du tronçon 1.

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m / m)	ΔH _{lin}	ΔHT	HMT (m)
1422	1400	1.128	1579200	0.010999236	4400	0.000509781	2.24	2.47	290.47
1422	1400	1.128	1579200	0.010999236		0.000509781	2.24	2.47	290.47
2800	2800	0,564	1579617	0,010892649		0,0000631051	0.28	0,31	288,31

TRANCON 2 :

Le 2ème tronçon est alimenté à partir le réservoir (RMC), une conduite va rejoindre un réservoir Tampon RT1.1 implanté à la cote 447 m NGA en passant par la station de pompage SP1-1.

- *Du réservoir (RMC) jusqu'à la station de pompage (SP1-1) la longueur de la conduite entre eux L= 1400 ml*

- Le débit: $Q = 3,472 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 16 \text{ (m)}$.
- Longueur du tronçon : $L = 1400 \text{ (m)}$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{3,472} = 1.863 \text{ (m)} = 1800 \text{ (mm)}$.
- DBRESS : $D = 1.5 * \sqrt{3,472} = 2.795 \text{ (m)} = 2800 \text{ (mm)}$.

Tableau III.2 : calcul de la HMT du tronçon 2.

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m / m)	ΔH _{lin}	ΔHT
1828	1800	1.365	2457000	0,010260653	1400	0,000541419	0,871	0.958
2032	2000	1,105	2211464,97	0,010396443		0,000323934	0,499	0.548
2842	2800	0,564	1579617,83	0,010892649		0.0000631051	0,097	0.106

TRANCON 3

- *la station de pompage (SP1-1) jusqu'à le réservoir Tampon (RT11) la longueur de la conduite entre eux L= 1200 ml par refoulement*
 - Le débit: $Q = 3,472 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
 - Hauteur géométrique : $H_g = 135 \text{ (m)}$.
 - Longueur du tronçon : $L = 1200 \text{ (m)}$.
 - DBONNIN : $D = \sqrt{3,472} = 1.863 \text{ (m)} = 1800 \text{ (mm)}$.
 - DBRESS : $D = 1.5 * \sqrt{3.472} = 2.795 \text{ (m)} = 2800 \text{ (mm)}$.

Tableau III.3 : calcul de la HMT du tronçon 3

D_{ext} (mm)	D_{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m /m)	ΔH lin	ΔHT	HMT (m)
1828	1800	1.365	2457000	0,01026065 3	1200	0,000541419	0,747	0,821	135,82
2032	2000	1,105	2211464,9 7	0,01039644 3		0,000323934	0,0003 2	0,000 35	135,01
2842	2800	0,564	1579617,8 3	0,01089264 9		6,31051E-05	0.0000 631	0,000 07	135,00

Deuxième adduction

TRANCON 1 :

DU réservoir RT1.1 jusqu'à le point de bifurcation (gravitaire)

- Le débit: $Q = 0.926(m^3 /s)$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 220 (m)$.
- Longueur du tronçon : $L = 3500 (m)$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{0.926} = 0.962 (m) = 1000 (mm)$.
- DBRESS: $D = 1.5*\sqrt{0.926} = 1.443(m) = 1400 (mm)$.

Tableau III.4 : calcul de la HMT du tronçon 1

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m /m)	ΔH lin	ΔHT
1016	1000	1.179	1179617,83	0,0115711	3500	0,000820653	3,303	3.633
1219	1200	0,819	983014,862	0,0118647		0,000338171	1,301	1.431
1422	1400	0.601	842584,167	0,0121393 0		0,00016008	0,616	0.677

TRANCON 2 :

Du point de bifurcation jusqu'à la station de pompage SP2.1

- Le débit: $Q = 0.926(m^3 /s)$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 206 (m)$.
- Longueur du tronçon : $L = 2060 (m)$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{0.926} = 0.962 (m) = 1000 (mm)$.
- DBRESS: $D = 1.5*\sqrt{0.926} = 1.443(m) = 1400 (mm)$.

Tableau (III-5) : calcul de la HMT du tronçon 2.

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m /m)	ΔH lin	ΔHT
1016	1000	1.179	1179617,83	0,01157113	2060	0,000820653	1,944	2.138
1219	1200	0,819	983014,862	0,01186477		0,000338171	0,766	0.842
1422	1400	0.601	842584,167	0,01213930		0,00016008	0,362	0.398

TRANCON 3 :

A partir de la station de pompage (SP2-1) jusqu'à le réservoir (RT2-1) par refoulement

- Le débit: $Q = 1.010 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 160 \text{ (m)}$.
- Longueur du tronçon : $L = 4560 \text{ (m)}$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{1.010} = 1.004 \text{ (m)} = 1000 \text{ (mm)}$.
- DBRESS: $D = 1.5 * \sqrt{1.010} = 1.507 \text{ (m)} = 1400 \text{ (mm)}$.

Tableau III.6 : calcul de la HMT du tronçon 3.

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m /m)	ΔH lin	ΔHT	HMT (m)
1016	1000	1.287	1286624,2	0,0114204	4560	0,000963581	5,053	5,558	165,55
1219	1200	0,893	1072186,84	0,0117033		0,000396833	1,990	2,189	162,18
1422	1400	0.656	919017,288	0,0119681		0,000187755	0,941	1,053	161,05

TRANCON 4 :

A partir le réservoir (RT2-1) jusqu'à le point bas gravitaire

- Le débit: $Q = 0.925 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 426 \text{ (m)}$.
- Longueur du tronçon : $L = 2920 \text{ (m)}$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{0.925} = 0.962 \text{ (m)} = 1000 \text{ (mm)}$.
- DBRESS: $D = 1.5 * \sqrt{0.925} = 1.442 \text{ (m)} = 1400 \text{ (mm)}$.

Tableau III.7 : calcul de la HMT du tronçon 4.

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m /m)	ΔH lin	ΔHT
1016	1000	1.178	1179617,83	0,0115709	2920	0,0008206	2,75	3.025
1219	1200	0,819	983014,862	0,0118648		0,0003381	1,086	1.194
1422	1400	0.601	842584,167	0,0121388		0,0001600	0,514	0.565

TRANCON 5

A partir le point bas jusqu'à le réservoir (RT2-2)

- Le débit: $Q = 0.925 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 316 \text{ (m)}$.
- Longueur du tronçon : $L = 1630 \text{ (m)}$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{0.925} = 0.962 \text{ (m)} = 1000 \text{ (mm)}$.
- DBRESS: $D = 1.5 * \sqrt{0.925} = 1.442 \text{ (m)} = 1400 \text{ (mm)}$.

Tableau III.8 : calcul de la HMT du tronçon 5

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m/m)	ΔH lin	ΔHT
1016	1000	1.178	1179617,8	0,0115709	1630	0,0008206	1,538	1.69
1219	1200	0,819	983014,86	0,0118648		0,0003381	0,606	0.666
1422	1400	0.601	842584,16	0,0121388		0,0001600	0,287	0.315

TRANCON 6

A partir le réservoir (RT2-2) jusqu'à le réservoir (RT2-3) GRAVITAIRE

- Le débit: $Q = 0.925 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 128 \text{ (m)}$.
- Longueur du tronçon : $L = 7090 \text{ (m)}$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{0.925} = 0.962 \text{ (m)} = 1000 \text{ (mm)}$.
- DBRESS: $D = 1.5 * \sqrt{0.925} = 1.442 \text{ (m)} = 1400 \text{ (mm)}$.

Tableau III.9 : calcul de la HMT du tronçon 6.

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m/m)	ΔH lin	ΔHT
1016	1000	1.178	1179617,83	0,0115709	7090	0,0008206	6,691	7.36
1219	1200	0,819	983014,862	0,0118648		0,0003381	2,637	2.9
1422	1400	0.601	842584,167	0,0121388		0,0001600	1,248	1.372

TRANCON7

A partir le réservoir (RT2-3) jusqu'à réservoir BEJAIA GRAVITAIRE

- Le débit: $Q = 0.925 \text{ (m}^3 \text{ /s)}$.
- Hauteur géométrique : $H_g = 195\text{(m)}$.
- Longueur du tronçon : $L = 1270\text{(m)}$.
- DBONNIN : $D = \sqrt{0.925} = 0.962 \text{ (m)} = 1000 \text{ (mm)}$.
- DBRESS: $D = 1.5*\sqrt{0.925} = 1.442 \text{ (m)} = 1400 \text{ (mm)}$.

Tableau III.10 : calcul de la HMT du tronçon 7

D_{ext} (mm)	D_{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	J (m /m)	ΔH lin	ΔHT
1016	1000	1.178	1179617,8 3	0,0115709	1270	0,000820 6	1,198	1.31
1219	1200	0,819	983014,86 2	0,0118648		0,000338 1	0,472	0.519
1422	1400	0.601	842584,16 7	0,0121388		0,000160 0	0,223	0.245

III.7.2. Calcul des frais d'exploitation :

Pour la première adduction :

On donne les frais d'exploitation après le calcul dans le tableau suivant :

Tableau III.12: frais d'exploitation des tronçons

	Dext (m)	Q (l/s)	HMT (m)	Pa (KW)	E (KWh)	F_{exp} (DA)
T1	1422	1736	290.47	6598,156495	52983192.68	236940837.7
	1422	1736		6598,156495	52983192.68	236940837.7
	2832	3472	288.31	13093,03355	105137055	470172909.9
T2	1828	3472	/	766,2066419	6152634.18	27514580.05
	2030		/	749,2751618	6016678.25	26906585.13
	2832		/	731,0335534	5870194.99	26251512
T3	1828	1200	135,82	6164,78887	49503247.64	221378523.4
	2030		135,01	6150,276173	49396716.28	220857395.2
	2832		135,00	6134,640509	49261159.2	220295903.9

Pour la deuxième adduction :

Tableau III.13: frais d'exploitation de la deuxième adduction.

	D_{ext} (m)	Q (l/s)	HMT (m)	Pa (KW)	E (KWh)	F_{exp} (DA)
T(1)	1016	926	/	2704,665349	21718459.95	97124952.9
	1219		/	2680,427045	21523772.6	96254311.07
	1422		/	2672,122373	21457139.66	95956328.56
T(2)	1016	926	/	2518,635898	20224639.05	90444585.83
	1219		/	2504,369925	20110083.07	89932291.49
	1422		/	2499,482032	23644190.46	105736819.7
T(3)	1016	1010	165,55	2180,482409	17509270.46	78301457.5
	1219		162,18	2140,024298	17184200	76847742.4
	1422		161,05	2126,169657	17073137.07	76351068.98
T(4)	1016	926	/	5193,123431	41700777.69	186485877.8
	1219		/	5172,902423	41538403.06	185759738.5
	1422		/	5165,973577	41482763.19	185510917
T(5)	1016	926	/	3846,049158	30883773.47	138112235
	1219		/	3834,761403	30793130.83	13770688.11
	1422		/	3830,893588	30762070.79	137567980.6
T(6)	1016	926	/	1631,389192	13100053.67	58583440.01
	1219		/	1582,290923	12705788.7	56820287.07
	1422		/	1565,467115	12570700.01	56216170.44
T(7)	1016		/	2376,372462	19082267.16	85335898.74

	1219	926	/	2367,577708	19011643.31	85020068.88
	1422		/	2364,564135	18987448.92	84911871.57

III.7.3. Calcul des frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement sont présentés dans le tableau suivant :

Pour la première adduction :

Tableau III.14: calcule des frais d'amortissement de la deuxième adduction.

	Dext (m)	Dint (m)	Prix ml (DA)	L (m)	A	Famrt(DA)
T1	1422	1400	130 000	4 400	0.0888	50021865,17
	1422	1400	130 000		0.0888	50021865,17
	2832	2800	270 000		0.088	103891566,1
T2	1828	1800	180 000	1 400	0.0888	22037604,93
	2030	2000	210 000		0.0888	25710539,09
	2832	2800	270 000		0.0888	33056407,4
T(3)	1828	1800	180 000	1200	0.0888	18889375,66
	2030	2000	210 000		0.0888	22037604,93
	2832	2800	270 000		0.0888	28334063,49

Pour la deuxième adduction :

Tableau III.15: calcule des frais d'amortissement de la deuxième adduction.

	D _{ext} (m)	D _{int} (m)	Prix ml (DA)	L (m)	A	F _{amrt} (DA)
T(1)	1016	1000	100 000	3520	0.0888	30607784,63
	1219	1200	115 000		0.0888	35198952,32
	1422	1400	130 000		0.0888	39790120,02
T(2)	1016	1000	100 000	2060	0.0888	18014867,52
	1219	1200	115 000		0.0888	20717097,65
	1422	1400	130 000		0.0888	23419327,78
T(3)	1016	1000	100 000	4560	0.0888	39877570,83
	1219	1200	115 000		0.0888	45859206,46
	1422	1400	130 000		0.0888	51840842,08
T(4)	1016	1000	100 000	2920	0.0888	25535637,46
	1219	1200	115 000		0.0888	29365983,08
	1422	1400	130 000		0.0888	33196328,7
T(5)	1016	1000	100 000	1630	0.0888	14254482,56
	1219	1200	115 000		0.0888	16392654,94
	1422	1400	130 000		0.0888	18530827,32
T(6)	1016	1000	100 000	7100	0.0888	62002626,58
	1219	1200	115 000		0.0888	71303020,56
	1422	1400	130 000		0.0888	80603414,55
T(7)	1016	1000			0.0888	11106253,28

	1219	1200	115 000	1270	0.0888	12772191,27
	1422	1400	130 000		0.0888	14438129,26

III.7.4. Bilan global des frais d'adduction :

Pour la première adduction :

Tableau III.16: calcul des frais des tronçons de la première adduction

	Dext (m)	F_{exp} (DA)	F_{amrt} (DA)	Totale
T1	1422	236940837.7	50021865,17	286962702.87
	1422	236940837.7	50021865,17	286962702.87
	2832	470172909.9	103891566,1	574064476
T2	1828	27514580.05	22037604,93	49552184.98
	2030	26906585.13	25710539,09	52617124.22
	2832	26251512	33056407,4	59307919.4
T(3)	1828	221378523.4	18889375,66	240267899.06
	2030	220857395.2	22037604,93	242895000.13
	2832	220295903.9	28334063,49	248629967.39

Pour la deuxième adduction :

Tableau III.17: calcul des frais des tronçons d 'adduction

	D_{ext} (m)	F_{exp} (DA)	F_{amrt} (DA)	Total
T(1)	1016	97124952.9	55094012,3 3	152218965.23
	1219	96254311.07	64276347,7 2	160530658.79
	1422	95956328.56	82641018,5	178597346.5
T(2)	1016	90444585.83	18014867,5 2	108459453.35
	1219	89932291.49	20717097,6 5	110649389.14
	1422	105736819.7	23419327,7 8	129156147.48
T(3)	1016	78301457.5	39877570,8 3	118179028.33
	1219	76847742.4	45859206,4 6	122706948.86
	1422	76351068.98	115721583, 7	192072652.68
T(4)	1016	186485877.8	25535637,4 6	212021515.26
	1219	185759738.5	29365983,0 8	215125721.58
	1422	185510917	33196328,7	218707245.7
T(5)	1016	138112235	14254482,5 6	152366717.56
	1219	137706880.1	16392654,9 4	154099535.04

			18530827,3	
	1422	137567980.6	2	156098807.92
T(6)	1016	58583440.01	62002626,5 8	120586066.59
	1219	56820287.07	71303020,5 6	128123307.63
	1422	56216170.44	80603414,5 5	136819585
T(7)	1016	85335898.74	11106253,2 8	96442152.02
	1219	85020068.88	12772191,2 7	97792260.15
	1422	84911871.57	14438129,2 6	99350000.83

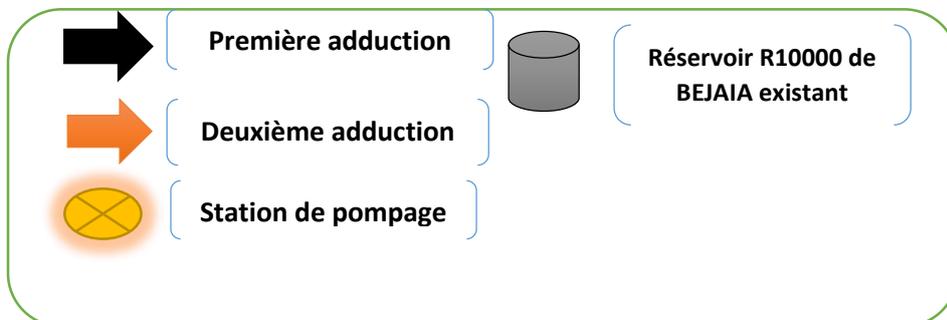
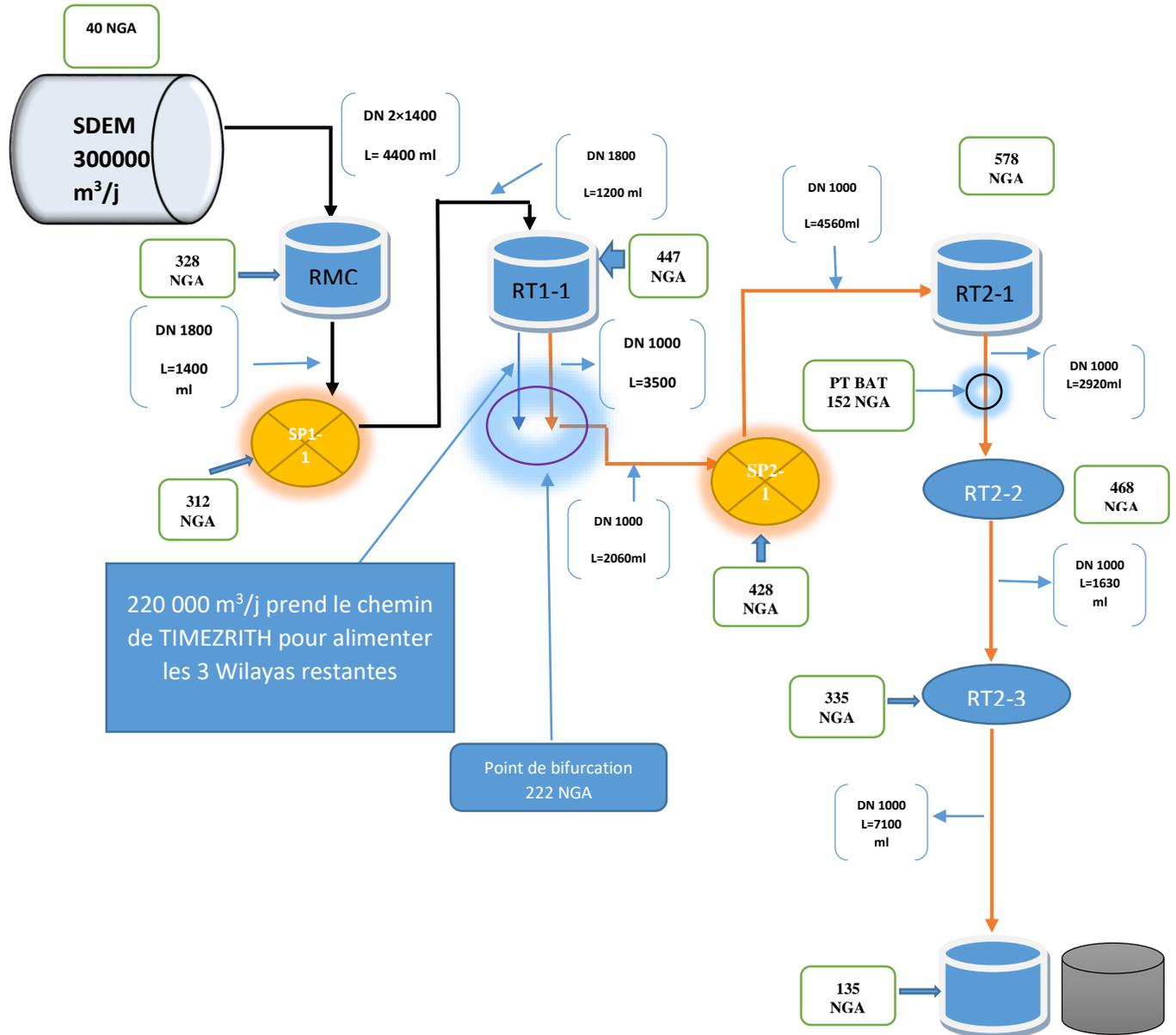


Figure III.8 : Schéma de descriptive d'adduction

III.9. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons déterminé les différents paramètres hydrauliques de notre conduite d'adduction à savoir diamètre, vitesse et pertes de charges. Ceci, afin de choisir le diamètre le plus économique répondant à toutes les exigences requises

Tableau III.18: Tableaux récapitulatif

Tronçons	Débit (l/s)	Hg (m)	HMT (m)	Langueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	matériaux
(SDEM) (RMC)	1591.44	288	290.47	4400	2x1400	1.128	ACIER
(RMC) (SP1-1)	3472.22	16	/	1400	1800	1.365	ACIER
(SP1-1) (RT1.1)	3472.22	135	135.82	1200	1800	1.365	ACIER
(RT1.1) (Point de bufrication)	925.93	220	/	3500	1000	1.179	ACIER
(Point de bufrication) (SP2.1)	925.93	206	/	2060	1000	1.179	ACIER
(SP2.1) (RT2-1)	1010.10	160	165.55	4560	1000	1.287	ACIER
(RT2-1) pt bas	925.93	426	/	2920	1000	1.178	ACIER
pt bas (RT2-2)	925.93	316	/	1630	1000	1.178	ACIER
(RT2-2) (RT2-3)	925.93	128	/	7090	1000	1.178	ACIER
(RT2-3) (R BEJAIA)	925.93	195	/	1270	1000	1.178	ACIER



Chapitre IV

Réservoirs

Chapitre IV : Les Réservoirs

IV.Introduction : [1]

Très souvent, l'installation d'adduction et de distributions d'eau comporte des réservoirs. Le réservoir est un ouvrage très important dans un réseau d'alimentation en eau potable. C'est un ouvrage hydraulique de stockage d'eau ; soit destinée à la consommation publique, soit de l'eau à l'usage industriel. Il a pour fonction essentiel la régulation entre le débit consommé et celui approvisionné.

Les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature technique et économique :

- ❖ Accumuler l'eau et faire face à la fluctuation de la demande en eau ;
- ❖ Assurer la consommation pendant la panne (panne électrique, défaillance de la pompe) ;
- ❖ Garantir des pressions de service dans les réseaux de distribution ;
- ❖ Régulariser le fonctionnement de pompage en permettant une marche uniforme des pompes ;
- ❖ Le stockage de la réserve d'incendie ;
- ❖ Le maintien d'eau à l'abri de la pollution et des variations des températures.

IV.2. Rôle et utilité des réservoirs :

Les réservoirs d'eau potable présentent plusieurs avantages tels que [4] :

Rôle de régulateur et accumulateur : dans une agglomération, le débit refoulé par la station de pompage n'est pas dans tous les cas égal au débit consommé. Donc un réservoir est indispensable pour assurer la régulation entre le débit refoulé et celui consommé, il permet aussi d'emmagasiner l'eau pendant toute la durée de fonctionnement de la station de pompage et assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.

Augmentation des pressions : il s'agit dans ce cas d'un réservoir d'équilibre, le réservoir est placé à un point et une altitude de telle sorte qu'il puisse assurer la pression nécessaire dans des points très éloignés.

Gain d'énergie au niveau de la station de pompage : le réservoir permet de réduire les dépenses d'énergie.

Utilité pour briser la charge : si le terrain présente un relief très accidenté en certains points du réseau, on peut avoir des pressions non admissibles.

Stockage de la réserve d'incendie : on peut avoir deux cas

Un réservoir à part qui emmagasine la réserve d'incendie ; ceci est rare dans la - pratique du fait du coût de la réalisation de cette variante.

La réserve d'incendie est accumulée dans le réservoir d'accumulation. Milieu où on peut désinfecter le réseau à l'aide du **chlore**.

IV.3. Caractéristique des réservoirs :

Durant la construction d'un réservoir, les matériaux utilisés doivent être choisis pour assurer :

- ✚ **Résistance** : Le réservoir doit équilibrer en toutes ses parties les efforts auxquels il est soumis.
- ✚ **Étanchéité** : Les parois doivent être étanches pour éviter les fuites.
- ✚ **Durabilité** : Le réservoir doit avoir une durabilité pour longtemps, ce qui veut dire, le matériau dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales en contact avec l'eau.

IV.4. Classification des réservoirs :

Ils peuvent être classés selon le tableau suivant :

Tableau IV.1: Classification des réservoirs d'eau potable

1. Le matériau de construction	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Réservoir Métalliques ✚ Réservoir En maçonnerie ✚ Réservoir En béton ✚ Réservoir En stratifié verre résine
2. La forme géométrique	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Réservoir Circulaires ✚ Réservoir Rectangulaires ✚ Réservoir De forme quelconque (sphérique, conique, etc.)
3. Leur position par rapport au sol	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Réservoir enterre ✚ Réservoir semi-enterre ✚ Réservoir sur sol (Ce genre de réservoirs alimente gravitairement le réseau de distribution) ✚ Réservoir sur tour (château d'eau) ✚ Réservoir avec station de surpression associée (L'alimentation du réseau de distribution nécessitant une surpression). ✚ Réservoir sous pression (Ou un dispositif de compresseur d'air maintient au-dessus du plan d'eau une pression supérieure à la pression atmosphérique).
4. Leur fonction	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Réservoir principal d'accumulation et de stockage ✚ Réservoir de traitement ✚ Réservoir de reprise ✚ Réservoir d'équilibre (réservoir tampon)
5. Leur mode de fermeture	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Les réservoirs couverts ✚ Les réservoirs non couverts.

Les critères les plus souvent retenus pour les choix sont :

- ✓ Les facteurs économiques ;
- ✓ La sécurité d'approvisionnement et la facilité d'exploitation ;
- ✓ Les possibilités d'adaptation au réseau ;
- ✓ Les possibilités d'inscription harmonieuse dans le site.

IV.5. Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir à pour condition l'assurance d'une pression suffisante aux abonnés au moment du débit de pointe. Le meilleur emplacement n'est déterminé

qu'après une étude technico-économique approfondie, en prenant en considération les conditions suivantes :

- Ils doivent être placés à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'ils desservent.
- L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau.
- Le site du réservoir doit être le plus proche possible de l'agglomération (économie) pouvant alimenter le point le plus défavorable.
- La topographie intervient et à une place prépondérante dans le choix de l'emplacement, de même que la géologie.
- Il doit être construit sur des terrains sable et solides.

IV.6. Equipements du réservoir [6]

Un réservoir doit être équipé par :

- Conduite d'arrivée ou d'alimentation (d'adduction) ;
- Conduite de départ ou de distribution ;
- Conduite de vidange ;
- Conduite de trop plein
- Conduite de bay basse, dans certain cas
- Système de matérialisation de la réserve d'incendie.

Les réservoirs alimentés à partir d'adduction gravitaire seront commandés par robinet à flotteur ou obturateur. Toutes les conduites doivent, normalement, aboutir dans une chambre de manœuvre accolée au réservoir.

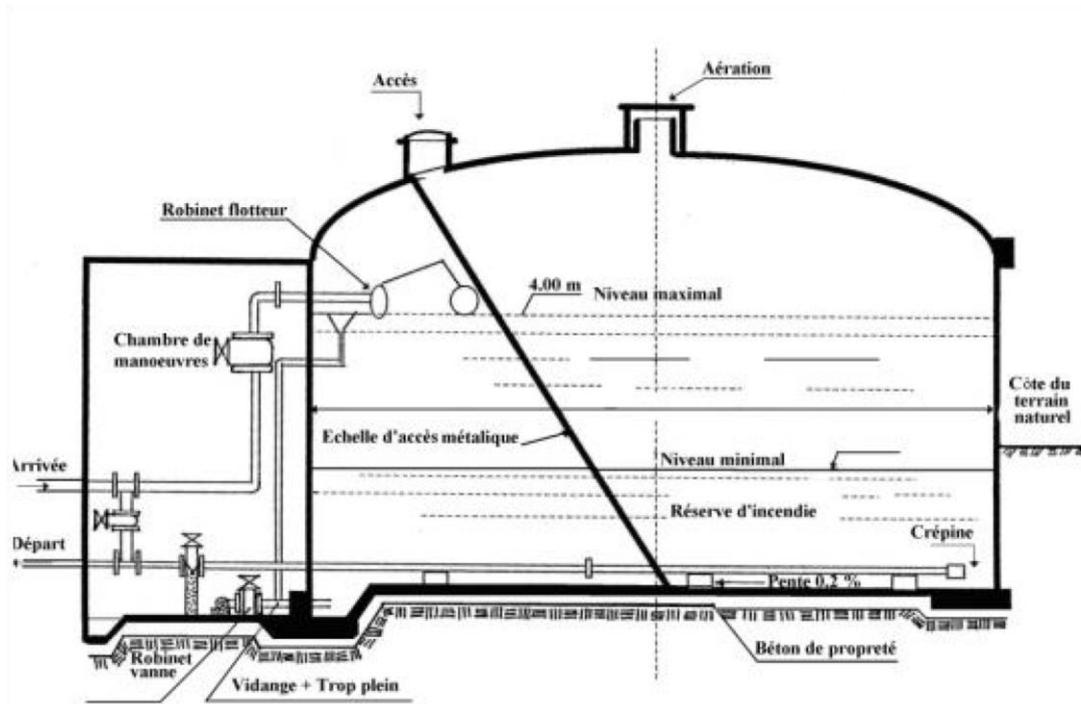


Figure IV.1 : Réservoir enterré ou semi-enterré.

IV.6.1. Conduite d’adduction :

La conduite d’adduction à son débouché dans le réservoir, doit pouvoir s’obturer quand l’eau atteint dans la cuve son niveau maximal :

- Obturation par robinet flotteur si l’adduction est gravitaire ;
- Un dispositif permettant l’arrêt du moteur si l’adduction s’effectue par refoulement.

L’adduction s’effectue par surverse, soit en chute libre en provoquant à l’arrivée dans le réservoir une oxygénation de l’eau, ce qui peut être favorable pour les eaux souterraines, ordinairement pauvres en oxygène, soit en prolongeant la conduite de façon à ce que l’extrémité soit toujours noyée. L’installation du robinet flotteur interrompre l’arrivée de l’eau quand le réservoir atteint son niveau maximal **Figure IV.2**

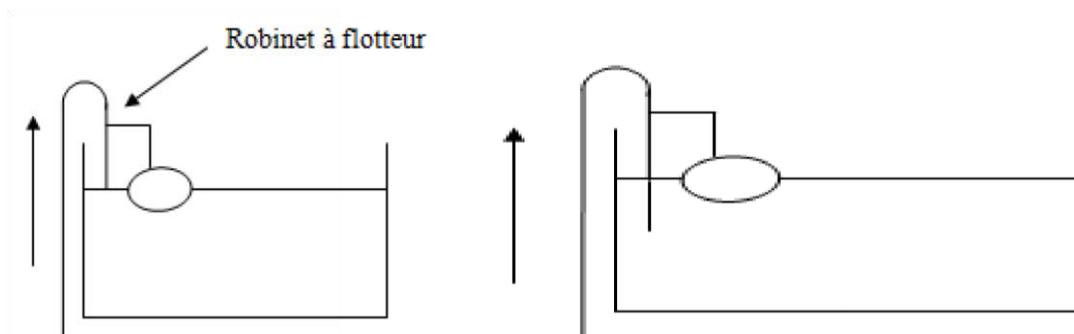


Figure IV.2 : Adduction avec chute libre **Figure IV.3 :** Adduction noyée

IV.6.2. Conduite de distribution :

Le départ de la conduite s’effectue à 0.15 – 0.20 m au-dessus du radier en vue d’éviter d’introduire dans la distribution des boues ou des sables qui éventuellement, pourraient se décanté dans la cuve, il y a lui aussi de réservé un minimum de 0.5 m au-dessus la génératrice supérieur de la conduite en cas d’abaissement maximal du plan d’eau, pour faciliter le brassage de l’eau, le départ sera prévu l’opposé de l’arrivée, un robinet vanne sera ménagé sur le départ de la conduite.

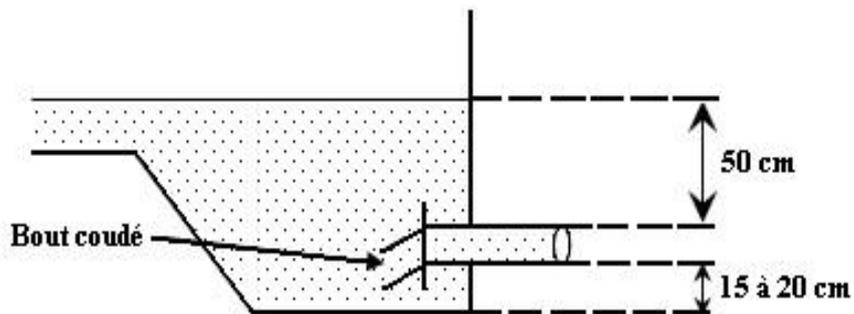


Figure IV.4 : Conduite de distribution

IV.6.3. La conduite de trop plein :

Cette conduite devra évacuer l’excès d’eau arrivant au réservoir quand l’eau atteint sa limite maximale ou en cas de défaillance du système d’arrêt des pompes, la canalisation de trop plein débouchera à un exutoire voisin. Afin d’éviter la pollution ou une introduction d’animaux qui pourrait pénétrer dans le réservoir, on ménage un joint hydraulique constitué par un siphon avec une garde d’eau suffisante.

IV.6.4. Conduite de vidange :

La conduite vidange comporte un robinet vanne. Elle est nécessaire pour le nettoyage et l’inspection ainsi que les éventuelles réparations. Elle est placée en bas du réservoir et reliée généralement à la conduite de trop-plein.

IV.6.5. Conduite de by-pass :

Le by-pass est un dispositif reliant la conduite d’amenée d’eau à la conduite de départ, on l’utilise lorsqu’on désire assurer la distribution pendant la vidange ou la réparation du réservoir.

- En temps normal 1 et 3 sont ouvertes et la 2 sont fermée.
- En by-Pass on ferme 1 et 3 et on ouvre 2.

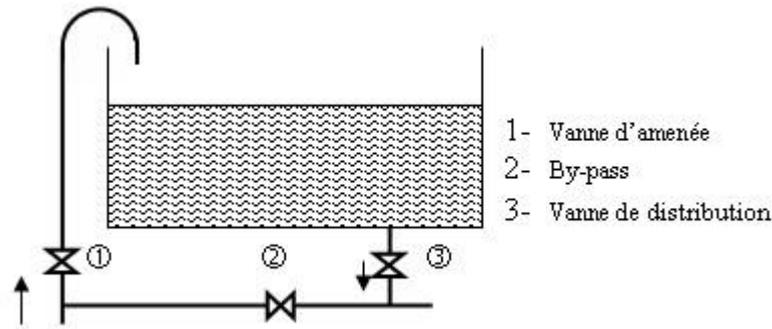


Figure IV.5: Système By-pass

IV.6.6. Ligne pilote :

Un interrupteur à flotteur va être disposé à la partie haute d'un réservoir. Il est relié au contacteur du moteur de la pompe qui enclenche ce dernier pour un niveau d'eau inférieur, et le déclenche pour un niveau supérieur.

IV.6.7. Système de matérialisation de la réserve d'incendie [6]:

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre un incendie, il faut en interdire matériellement son utilisation en service normal, et la rendre accessible par la manœuvre d'une vanne spéciale en cas de nécessité, à cet effet on utilise deux solutions, en l'occurrence.

- *Le système à deux prises :*

Il consiste à distribuer l'eau en régime normal à partir d'une prise située au-dessus du volume réservé et commandée par la vanne 2. La prise située au voisinage du fond est condamnée par la vanne 1 (vanne d'incendie), qui peut avantageusement être télécommandée en cas de sinistre. L'inconvénient de cette solution est que, sauf en cas d'alimentation du réservoir par le fond, il subsiste entre les prises 1 et 2 une zone mal renouvelée, ou risque de développement de micro-organismes qui peuvent contaminer toute l'eau du réservoir et risquant de surcroît de lui donner un goût désagréable.

En temps normal, 1 est fermée et 2 est ouverte.

En cas d'incendie, 1 est ouverte.

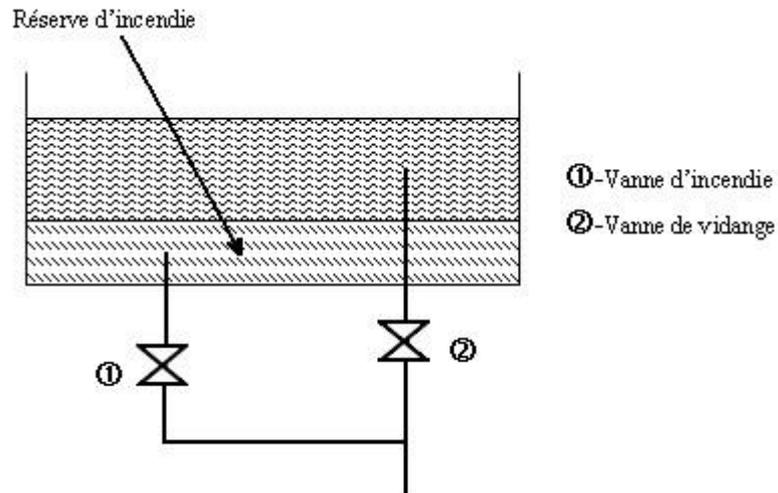


Figure IV.6 : Système à deux prises

- **Le système à siphon :**

Le système à siphon consiste à prélever, dans tous les cas l'eau au voisinage du fond du réservoir mais on la faisant transiter au service normal par un siphon situé à la coté supérieure de la réserve d'incendie et muni d'un évent qui la désamorce dès que l'eau atteint ce niveau. En cas de sinistre, la vanne 2 (vanne d'incendie) court-circuite le siphon et assure la mise en service de la réserve d'incendie, cette solution présente l'avantage d'éviter la stagnation de l'eau au voisinage du fond du réservoir.

En temps normal, 1 et 3 sont ouvertes et 2 fermée.

En cas d'incendie, 2 est ouverte et 1 est fermée.

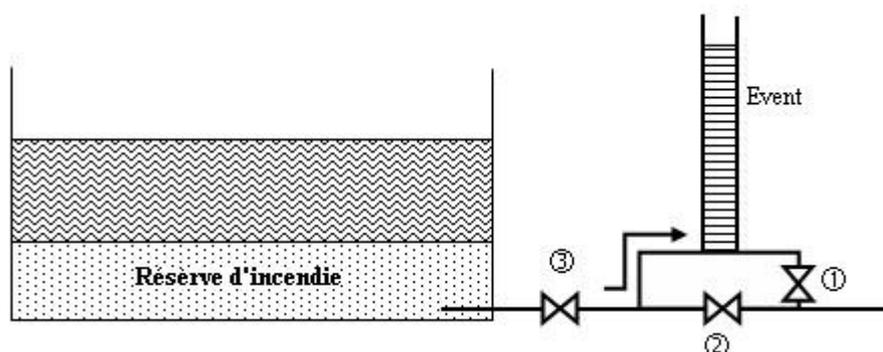


Figure IV.7 : Système à siphon

IV.7. Détermination de capacité du réservoir :

IV.7.1. Volume total du réservoir :

Le volume total de réservoir est égal au volume utile plus le volume de la réserve d'incendie (120 m³), il est donné par la formule suivante :

$$VT = Vu + Vinc = Vinc + [(P\% \times Q_{max.j}) / 100] \quad (IV.1)$$

Avec :

- ✓ **Vt** : volume totale du réservoir (m³).
- ✓ **Vu** : Volume utile en (m³) maximal de stockage pour la consommation.
- ✓ **Vinc** : 120 (m³).
- ✓ **Qmax.j** : débit maximal dans le réservoir en (m³ /j).
- ✓ **P %** : résidu maximal dans réservoir en %.

IV.7.2. Détermination de la valeur de (p) :

Pour détermine la valeur (p), doit être spécifié

- La différence pour chaque heure de stockage entre l'apport et la consommation.
- On détermine en suite le résidu dans le réservoir pour chaque heure, la valeur maximale et minimal, en valeur absolue.

Il est donné par la formulé suivant ;

$$P\% = |R_{max} + | + |R_{min} - | \quad (IV.2)$$

- ✓ **Rmax +** : valeur maximale dans le réservoir (%).
- ✓ **Rmin -** : valeur minimale dans le réservoir (%).

IV.8. Détermination de la capacité des réservoirs :

IV.8.1. Détermination de la capacité du réservoir mis en charge (RMC) :

a. SDEM-Réservoir de mise charge (RMC)

$$Q_{(SDEM)} = 300\ 000\ m^3/j$$

Deux conduites parallèles en **DN 1400** vont rejoindre le réservoir (RMC) qui sera implanté à **la côte 320 m NGA** sur une colline qui surplombe la SDEM et se situe à l'Est du Village ASSOUMATH. Les conduites de refoulement après avoir traversé la Route Nationale **RN 24** vont la longer jusqu'au croisement avec le Chemin communale allant à ASSOUMATH, puis directement vers une piste menant au site du réservoir. Le linéaire de ce tronçon de **4 400 ml**.

Tableau IV.2 : Dimensionnement du réservoir (RMC)

Heure	Apport	Distribution	surplus	Déficit	résidu
0-01	4.54	4.16	0.38		0.38
01-02	4.54	4.16	0.38		0.76
02-03	4.54	4.16	0.38		1.14
03-04	4.54	4.16	0.38		1.52
04-05	4.54	4.16	0.38		1.9
05-06	4.54	4.16	0.38		2.28
06-07	4.54	4.16	0.38		2.66
07-08	4.54	4.16	0.38		3.04
08-09	4.54	4.17	0.37		3.41
09-10	4.54	4.17	0.37		3.78
10-11	4.55	4.17	0.38		4.16
11-12	4.55	4.17	0.38		4.54
12-13	4.55	4.17	0.38		4.92
13-14	4.55	4.17	0.38		5.30
14-15	4.55	4.17	0.38		5.68
15-16	4.55	4.17	0.38		6.06
16-17	4.55	4.17	0.38		6.44
17-18	4.55	4.17	0.38		6.82
18-19	4.55	4.17	0.38		7.20
19-20	4.55	4.17	0.38		7.58
20-21	4.55	4.17	0.38		7.96
21-22	-	4.17		-4.17	3.79
22-23	-	4.17		-4.17	-0.38
23-24	4.55	4.17	0.38		0
TOTAL	100	100			

D'où on aura : $P\% = 7.96 + 0.38$

$$P\% = 8.34$$

$$V_{\max} = (8.34 \times 300000) / 100$$

$$V_{\max} = 25020 \text{ m}^3.$$

Pour assurer la continuité et l'efficacité de la station de dessalement de **300 000 m³/jour**, nous avons opté pour doubler la capacité du réservoir de **25 000 m³ à 50 000 m³**.

Cette décision stratégique garantit un approvisionnement ininterrompu en eau, même en cas de pannes ou de maintenance, et accroît la résilience du système. Elle offre une meilleure flexibilité opérationnelle pour gérer les fluctuations de la demande et réduit les coûts à long terme en minimisant les arrêts fréquents, ce qui préserve les membranes d'osmose inverse.

Ainsi, cette mesure assure une alimentation en eau fiable et durable pour la population, tout en optimisant les performances et la durabilité de la station de dessalement.

Le réservoir de mise en charge aura une capacité de 50 000 m³. Il sera composé de quatre cellules de 12 500 m³ chacune. Chaque cellule sera de forme carrée

- la longueur totale est de 63.10 m ;
- la largeur totale est de 32.50 m ;
- la hauteur totale est de 7.40 m.

On a opté sur les réservoirs carré et d'autre rectangulaire parce que les débits sont grands et voici les avantages et les inconvénients de chaque type de réservoir

Tableau IV.3 : Comparaison des réservoirs rectangulaires, carré et circulaires pour grandes capacités de stockage d'eau

Critères	Réservoirs Rectangulaires ou carrés	Réservoirs Circulaires
Modularité et Flexibilité	- Facilement segmentés en cuves	- Segmentation plus complexe
Utilisation de l'Espace	- Meilleure adaptation aux terrains disponibles	- Moins efficace pour les terrains irréguliers
Stress Structurel	- Coins nécessitant des renforcements supplémentaires	- Distribution uniforme des pressions
Construction et Coût	- Construction plus économique et plus facile en sections	- Construction plus complexe et coûteuse
Efficacité Hydraulique	- Potentiel de zones mortes	- Meilleure circulation de l'eau
Robustesse et Durabilité	- Moins robuste aux points de concentration de stress	- Structure intrinsèquement robuste
Maintenance	- Parois internes plus faciles à intégrer et à entretenir	- Moins besoin de renforcement, mais coût de construction élevé

Bien que les réservoirs circulaires offrent une meilleure distribution de la pression et une robustesse accrue, les réservoirs rectangulaires offrent une solution plus pratique et économique pour les grandes capacités segmentées, tout en permettant une utilisation optimale de l'espace disponible et une maintenance plus facile.

IV.8.2. Dimensionnement de la Bâche d’aspiration de la station de pompage SP1-1 :

La station de pompage **SP1-1** se situe à 1,3 km de la station du réservoir de mise en charge RMC. La station de pompage SP1-1 sera implantée en rase compagne à environ **1,1 km** au sud du village **SAKIET**. Elle a pour fonction de refouler l’eau provenant du RMC jusqu’au réservoir tampon **RT1-1** sur une distance de **1,2 km**.

La station de pompage SP1-1 sera implantée sur à la cote de **312 NGA**

Tableau IV.4 : Dimensionnement de bâche d’aspiration SP1-1

Heure	Apport	Distribution	surplus	Déficit	résidu
0-01	4.16	4.54		-0.38	-0.38
01-02	4.16	4.54		-0.38	-0.76
02-03	4.16	4.54		-0.38	-1.14
03-04	4.16	4.54		-0.38	-1.52
04-05	4.16	4.54		-0.38	-1.90
05-06	4.16	4.54		-0.38	-2.28
06-07	4.16	4.54		-0.38	-2.66
07-08	4.16	4.54		-0.38	-3.04
08-09	4.17	4.54		-0.37	-3.41
09-10	4.17	4.54		-0.37	-3.78
10-11	4.17	4.55		-0.38	-4.16
11-12	4.17	4.55		-0.38	-4.54
12-13	4.17	4.55		-0.38	-4.92
13-14	4.17	4.55		-0.38	-5.30
14-15	4.17	4.55		-0.38	-5.68
15-16	4.17	4.55		-0.38	-6.06
16-17	4.17	4.55		-0.38	-6.44
17-18	4.17	4.55		-0.38	-6.82
18-19	4.17	4.55		-0.38	-7.20
19-20	4.17	4.55		-0.38	-7.58

20-21	4.17	4.55		-0.38	-7.96
21-22	4.17	-	4.17		-3.79
22-23	4.17	-	4.17		0.38
23-24	4.17	4.55		-0.38	0
	100	100			

$$P\% = 8.34$$

$$Q_{(SDEM)} = 300\,000 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{\max} = (8.34 \times 300\,000) / 100$$

$$V_{\max} = 25\,020 \text{ m}^3.$$

Donc le volume de la **Bâche d'aspiration SP1-1** sera **25 000 m³**.

IV.8.3. Détermination de la capacité du réservoir RT1-1 :

- ✓ De la station de pompage (SP1-1) jusqu'à le réservoir Tampon (RT11) la longueur de la conduite entre eux L= 1200 ml
- ✓ Du réservoir RMC jusqu'à le réservoir Tampon (RT1-1) la longueur du traçons entre eux L= 2600 ml
- ✓ Le réservoir Tampon (RT1-1) sera implanté à la cote **447 m NGA**

Tableau IV.5 : Dimensionnement du Réservoir RT1-1

Heure	Apport	Distribution	Surplus	Déficit	Résidu
0-01	4.54	4.16	0.38		0.38
01-02	4.54	4.16	0.38		0.76
02-03	4.54	4.16	0.38		1.14
03-04	4.54	4.16	0.38		1.52
04-05	4.54	4.16	0.38		1.90
05-06	4.54	4.16	0.38		2.28
06-07	4.54	4.16	0.38		2.66
07-08	4.54	4.16	0.38		3.04
08-09	4.54	4.17	0.37		3.41
09-10	4.54	4.17	0.37		3.78
10-11	4.55	4.17	0.38		4.16
11-12	4.55	4.17	0.38		4.54
12-13	4.55	4.17	0.38		4.92
13-14	4.55	4.17	0.38		5.30
14-15	4.55	4.17	0.38		5.68
15-16	4.55	4.17	0.38		6.06
16-17	4.55	4.17	0.38		6.44
17-18	4.55	4.17	0.38		6.82
18-19	4.55	4.17	0.38		7.20
19-20	4.55	4.17	0.38		7.58
20-21	4.55	4.17	0.38		7.96
21-22	-	4.17		-4.17	3.79
22-23	-	4.17		-4.17	-0.38
23-24	4.55	4.17	0.38		0
	100	100			

$$P\% = 8.34$$

$$Q_{(SDEM)} = 300\ 000\text{m}^3/\text{j}$$

$$V_{\max} = (8.34 \times 300\ 000) / 100$$

$$V_{\max} = 25\ 020\text{m}^3.$$

IV.8.4. Dimensionnement du réservoir de BEJAIA :

Le réservoir tête assure une distribution pour la population de la ville de béjaia l'ensemble des villages dont le nombre d'habitants est de : **281 687** habitants, par le système gravitaire avec un débit de

$$Q_{\max\ j} = 97\ 107.69\ \text{m}^3/\text{j}$$

On a: $\alpha_{\max} = 1.3$ $\beta_{\max} = 1.17$ $K_{\max} = 1.52$

Donc on prend : $K_{\max} = 1.5$ (d'après l'annexe I).

Tableau IV.5 : Dimensionnement du réservoir de BEJAIA

Heure	Apport	Distribution	surplus	Déficit	résidu
0-01	4.16	1.5	3.26		3.26
01-02	4.16	1.5	3.26		6.52
02-03	4.16	1.5	3.26		9.78
03-04	4.16	1.5	3.26		13.04
04-05	4.16	2.5	2.26		15.3
05-06	4.16	3.5	1.26		16.56
06-07	4.16	4.5	0.26		16.82
07-08	4.16	5.5		-0.74	16.08
08-09	4.17	6.25		-1.49	14.59
09-10	4.17	6.25		-1.49	13.1
10-11	4.17	6.25		-1.49	11.61
11-12	4.17	6.25		-1.49	10.12
12-13	4.17	5.0		-0.24	9.88
13-14	4.17	5.0		-0.24	9.64
14-15	4.17	5.5		-0.74	8.90
15-16	4.17	6.0		-1.24	7.66

16-17	4.17	6.0		-1.24	6.42
17-18	4.17	5.5		-0.73	5.69
18-19	4.17	5.0		-0.23	5.46
19-20	4.17	4.5		-4.50	0.96
20-21	4.17	4.0		-4.00	-3.04
21-22	4.17	3.0		-3.00	-6.04
22-23	4.17	2.0	2.77		-3.27
23-24	4.17	1.5	3.27		0.00
TOTAL	100	100	22.86	22.86	

D'où on aura : $P\% = 16.82+6.04$

$$P\% = 22.86$$

$$V_{\max} = (22.86 \times 97107.69)/100$$

$$V_{\max} = 22198.81 \text{ m}^3.$$

On ajoute le volume d'incendie qui égale à 120 m^3

$$V_{\text{tot}} = 22198.81 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = \mathbf{22\ 318.81 \text{ m}^3}.$$

Comme on a déjà un réservoir de $10\ 000 \text{ m}^3$ réalisé dans le cadre du transfert Tichy Haf déjà implanter sur place, on doit projeter un volume de $12\ 318.18 \text{ m}^3$, et afin de rentrer dans les standards, on préconise un réservoir de $10\ 000 \text{ m}^3 + 5\ 000 \text{ m}^3$ même le réservoir de $10\ 000$ sera composé de deux cellules de $5\ 000 \text{ m}^3$ chacune.

La capacité du réservoir à projeter sera de $10\ 000 \text{ m}^3 + 5000 \text{ m}^3$.

- ✓ La longueur totale est de 29.90 m
- ✓ La largeur totale est de 28.70 m
- ✓ La hauteur totale est de 8.15 m

IV.8.5. Dimensionnement du réservoir RT2-1 :

De la station de pompage (SP2-1) jusqu'à le réservoir Tampon (RT2-1) la longueur de la conduite entre eux L=4560 ml

Il sera implanté à la cote 583m NGA

Tableau IV.6 : Dimensionnement du réservoir RT2-1

Heure	Apport	Distribution	surplus	Déficit	résidu
0-01	4.54	4.16	0.38		0.38
01-02	4.54	4.16	0.38		0.76
02-03	4.54	4.16	0.38		1.14
03-04	4.54	4.16	0.38		1.52
04-05	4.54	4.16	0.38		1.90
05-06	4.54	4.16	0.38		2.28
06-07	4.54	4.16	0.38		2.66
07-08	4.54	4.16	0.38		3.04
08-09	4.54	4.17	0.37		3.41
09-10	4.54	4.17	0.37		3.78
10-11	4.55	4.17	0.38		4.16
11-12	4.55	4.17	0.38		4.54
12-13	4.55	4.17	0.38		4.92
13-14	4.55	4.17	0.38		5.30
14-15	4.55	4.17	0.38		5.68
15-16	4.55	4.17	0.38		6.06
16-17	4.55	4.17	0.38		6.44
17-18	4.55	4.17	0.38		6.82
18-19	4.55	4.17	0.38		7.20
19-20	4.55	4.17	0.38		7.58
20-21	4.55	4.17	0.38		7.96
21-22	-	4.17		-4.17	3.79
22-23	-	4.17		-4.17	-0.38
23-24	4.55	4.17	0.38		0
	100	100			

$$P\% = 8.34$$

$$Q_{\max,j} = 97107.69 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{\max} = (8.34 \times 97107.69) / 100$$

$$V_{\max} = 8098.78 \text{ m}^3.$$

On ajoute le volume d'incendie qui égale à 120 m^3

$$V_{\text{tot}} = 8098.78 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 8218.78 \text{ m}^3.$$

Nous avons choisi un volume de **8 218,78 m³** et, pour respecter les normes standards, nous recommandons un réservoir de **10 000 m³**.

Ce réservoir de **10 000 m³** sera installé à environ **4,5 km** de la station de pompage. Pour assurer la régulation de la pression sur la longue distance, étant donné que la distance entre le réservoir de Béjaïa (**R-10000 Béjaïa**) et ce réservoir de $10\,000 \text{ m}^3$ est de **12,1 km**, nous proposons d'installer **deux réservoirs supplémentaires de 5 000 m³** chacun en tant que réservoirs de transit.

Les réservoirs de transit seront situés comme suit :

- **RT2-2 (5000 m³)** : à une distance de **4,6 km** de **RT2-1**.
- **RT2-3 (5000 m³)** : à une distance de **11,7 km** de **RT2-1**.

La distance entre **RT2-2** et **RT2-3** est mesurée à **7,1 km**.

Ces réservoirs de transit ne servent pas au stockage permanent mais sont essentiels pour des raisons de sécurité hydraulique, permettant de briser la charge et de garantir un fonctionnement gravitaire optimal.

Le réservoir **RT2-1**, d'une capacité de **10 000 m³**, sera de forme carrée et composé de deux cellules de **5 000 m³** chacune. Cette configuration permet de réguler efficacement le débit et la pression, assurant ainsi la protection des conduites contre les surpressions qui pourraient entraîner des dommages ou des ruptures. En outre, la segmentation en cellules facilite l'entretien et la gestion opérationnelle, permettant d'isoler une cellule pour maintenance sans interrompre le flux.

L'installation de ces réservoirs de transit répond à plusieurs objectifs clés :

- **Contrôle de la Pression** En brisant la charge hydraulique, nous évitons les pressions excessives qui pourraient endommager le réseau.
- **Régulation du Débit** : Ces réservoirs permettent de stabiliser le débit, répondant aux fluctuations de la demande en aval.
- **Sécurité et Maintenance** : Ils facilitent l'isolation des sections pour la maintenance, minimisant les interruptions de service.

- **Réserve d'Urgence** : En cas de panne ou de besoin urgent, ces réservoirs peuvent fournir une réserve temporaire d'eau.
- **Optimisation Économique** : En permettant l'utilisation de matériaux de conduites moins résistants, ils réduisent les coûts globaux de construction et d'entretien.

En conclusion, cette configuration assure non seulement la sécurité et la durabilité du système, mais optimise également son fonctionnement, garantissant une distribution efficace et fiable de l'eau sur toute la distance de 12 km.

Les réservoirs **RT2-3** et **RT3-1** aura une capacité de **5 000 m³** chacun. Ils seront de forme carrée, en **une seule cellule chacun**

- ❖ la longueur totale est de 31.90 m
- ❖ la largeur totale est de 31.90 m
- ❖ la hauteur totale est de 7.70 m.

IV.8.6. Dimensionnement de la Bâche d'aspiration de SP2-1

Tableau IV.7 : Dimensionnement de bâche d'aspiration SP2-1

Heure	Apport	Distribution	surplus	Déficit	résidu
0-01	4.16	4.54		-0.38	
01-02	4.16	4.54		-0.38	
02-03	4.16	4.54		-0.38	
03-04	4.16	4.54		-0.38	
04-05	4.16	4.54		-0.38	
05-06	4.16	4.54		-0.38	
06-07	4.16	4.54		-0.38	
07-08	4.16	4.54		-0.38	-3.04
08-09	4.17	4.54		-0.37	
09-10	4.17	4.54		-0.37	-3.78
10-11	4.17	4.55		-0.38	
11-12	4.17	4.55		-0.38	
12-13	4.17	4.55		-0.38	
13-14	4.17	4.55		-0.38	
14-15	4.17	4.55		-0.38	
15-16	4.17	4.55		-0.38	
16-17	4.17	4.55		-0.38	
17-18	4.17	4.55		-0.38	
18-19	4.17	4.55		-0.38	
19-20	4.17	4.55		-0.38	
20-21	4.17	4.55		-0.38	-7.96
21-22	4.17	-	4.17		-3.79
22-23	4.17	-	4.17		0.38
23-24	4.17	4.55		-0.38	0
	100	100			

P% = 8.34

$V_{\max} = (8.34 \times 97\ 107.69)/100$

$V_{\max} = 8098.78\ m^3$.

On ajoute le volume d'incendie qui égale à 120 m³

$$V_{\text{tot}} = 8098.78 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 8218.78 \text{ m}^3.$$

Donc le volume de la **Bâche d'aspiration SP2-1** sera **10 000m³**

Donc les volumes des réservoirs et les bâches d'aspiration sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.8 : *Les volumes des réservoirs et les bâches d'aspiration*

	Les capacités
Réservoir de mis en charge (RMC)	50 000 m³
Bâche d'aspiration (SP1-1)	25 000 m³
Réservoir (RT1-1)	25 000 m³
Bâche d'aspiration (SP2-1)	10 000 m³
Réservoir (RT2-1)	10 000 m³
Réservoir (RT2-2)	5000 m³
Réservoir (RT2-3)	5000 m³
Réservoir BEJAIA (R10 000)	15 000 m³



Chapitre VI

Pompes et stations de pompage

Chapitre V : Pompes et station de pompage

V. 1. Introduction :

Une pompe hydraulique est une machine conçue pour convertir l'énergie mécanique de son moteur en énergie hydraulique, ce qui permet de transmettre de la puissance au liquide qui la traverse. Cette énergie permet au liquide de se déplacer d'une zone à basse pression vers une zone à haute pression. Les pompes centrifuges sont les plus couramment utilisées en raison de leur capacité à manipuler de grands débits à des hauteurs importantes. Elles sont également appréciées pour leur légèreté, leur coût abordable et leur bon rendement.

V. 2. Classification des pompes [1]:

Les pompes peuvent être classées en deux catégories principales :

- 1) **Pompes volumétriques** : Ces pompes fonctionnent par des variations successives de volume, connectant alternativement un volume à l'orifice d'aspiration puis à l'orifice de refoulement pour fournir de l'énergie au liquide.
- 2) **Turbopompes** : Dans ces pompes, une roue avec des aubes ou des ailettes en rotation fournit au fluide de l'énergie cinétique, dont une partie est convertie en pression grâce à un composant appelé récupérateur.

Les turbopompes incluent plusieurs types :

- Pompes centrifuges
- Pompes à hélice
- Pompes hélico-centrifuges
- Pompe volumétrique ;
- Pompe à piston.

On peut classer les pompes centrifuges comme suit :

✚ **Suivant la forme de la roue :**

- **Pompes centrifuges radiales**
- **Pompes centrifuges semi axial.**

✚ **Suivant la forme du corps de la pompe :**

- **Pompe à volute ou colimaçon ;**
- **A diffuseur circulaire ou type burine.**

✚ **Suivant le nombre de roue :**

- **Monocellulaire** : utilisées pour des pressions moyennes de 15 à presque 100 m d'eau.
- **Multicellulaire** : utilisées pour des hautes pressions atteignant plusieurs centaines de mètres.

✚ Suivant la position de son axe :

- Pompe à axe horizontal ;
- Pompe à axe vertical.

V. 3. Caractéristiques des pompes centrifuges [6] :

Les principales caractéristiques d'une pompe centrifuge sont :

V. 3.1. Le débit de pompage ;

Le débit Q fourni par une pompe centrifuge est le volume refoulé pendant l'unité de temps. Il s'exprime en (m^3/s) ou plus pratiquement en (m^3/h).

V. 3.2. La vitesse de rotation (N) :

C'est le nombre de tours qu'effectue la pompe par unité de temps, noté N , l'unité de mesure utilisée est le tour par minute (tr/mn).

V. 3.3. La hauteur manométrique totale (Hmt) :

La hauteur manométrique totale est la somme des termes suivants :

$$H_{mt} = H_a + H_r + J_a + J_r \quad (V-1)$$

H_{mt} : La hauteur manométrique totale en (m) ;

H_r : La hauteur géométrique de refoulement en (m) ;

H_a : La hauteur géométrique d'aspiration en (m) ;

J_a : Pertes de charges à l'aspiration (m) ;

J_r : Pertes de charges au refoulement (m).

V. 3.4. La hauteur géométrique d'aspiration (Ha) :

Qui sera négative pour une aspiration en dépression, positive pour une aspiration en charge. C'est la distance séparant l'axe de la pompe du plan de pompage pour un groupe horizontal; ce sera la distance qui sépare le plan de la première roue (pompe multicellulaire) et le plan de pompage s'il s'agit d'un groupe vertical.

V. 3.5. La hauteur géométrique de refoulement (Hr) :

Elle est toujours positive pour un groupe horizontal, c'est la distance entre le point le plus haut à atteindre et l'axe horizontal de la pompe. Pour un groupe vertical, elle représente la distance séparant le point le plus haut et le plan de la première roue.

V. 3.6. Rendement de la pompe (η) :

Le rendement (η) d'une pompe est égale le rapport de la puissance utile P_u sur la puissance absorbée P_a (Puissance fournie sur l'axe de la pompe), Le rendement (η) est toujours inférieur à 1 ;

Donc :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{\rho g Q H_{mt}}{P_a} \quad (V-2)$$

H_{mt} : La hauteur manométrique totale en (m)

Q : débit relevé en (m³ /s) ;

g : l'accélération de la pesanteur (9,81 m/s²) ;

ρ : la masse volumique de l'eau (1000 Kg/m³) ;

P_u : Puissance utile de la pompe (kw) ;

P_a : Puissance absorbée de la pompe (kw) ;

V. 3.7. Puissance utile de la pompe (P_u) :

Elle correspond au travail à effectuer pour élever, par unité de temps, un volume de liquide de masse volumique ρ à la hauteur H_{mt}:

Donc :
$$P_u = \rho g Q H_{mt} \quad (V-3)$$

Avec :

P_u : Puissance utile de la pompe (kw) ;

V. 3.8. Puissance absorbée par la pompe (P_a) :

C'est la puissance disponible au niveau de l'ordre d'entraînement de la roue de la pompe notée par (P_a), unité de mesure (Kw)

V. 4. Constitution d'une pompe centrifuge [6] :

- ✓ **Volute** : Également appelée corps de pompe, la volute est une tubulure profilée conçue pour convertir une partie de la vitesse de l'eau en pression à la sortie de la roue.
- ✓ **Roue** : Aussi connue sous le nom de rotor ou d'impulseur, la roue est un composant mobile formé de deux flasques, l'un à l'avant et l'autre à l'arrière, ainsi que des aubes dont la concavité est orientée à l'opposé du centre de rotation de la machine. La roue se caractérise par l'angle de ses aubes, ses diamètres, sa longueur, et la vitesse de rotation.
- ✓ **Vis de remplissage** : Située sur le corps de la pompe, elle permet le remplissage de celle-ci.
- ✓ **Presse-étoupe** : Utilisé pour éviter l'entrée d'air ou de fluides dans le corps de la pompe, le presse-étoupe assure l'étanchéité autour de la roue.
- ✓ **Flasques** : Ils assurent la connexion entre la pompe et le presse-étoupe, garantissant l'étanchéité et le maintien des composants en place.
- ✓ **Palier** : Il supporte l'arbre de transmission et contient les différents roulements nécessaires au bon fonctionnement de la pompe.
- ✓ **Arbre** : Cet élément assure l'accouplement avec un moteur électrique ou thermique, transmettant ainsi l'énergie nécessaire au fonctionnement de la pompe.

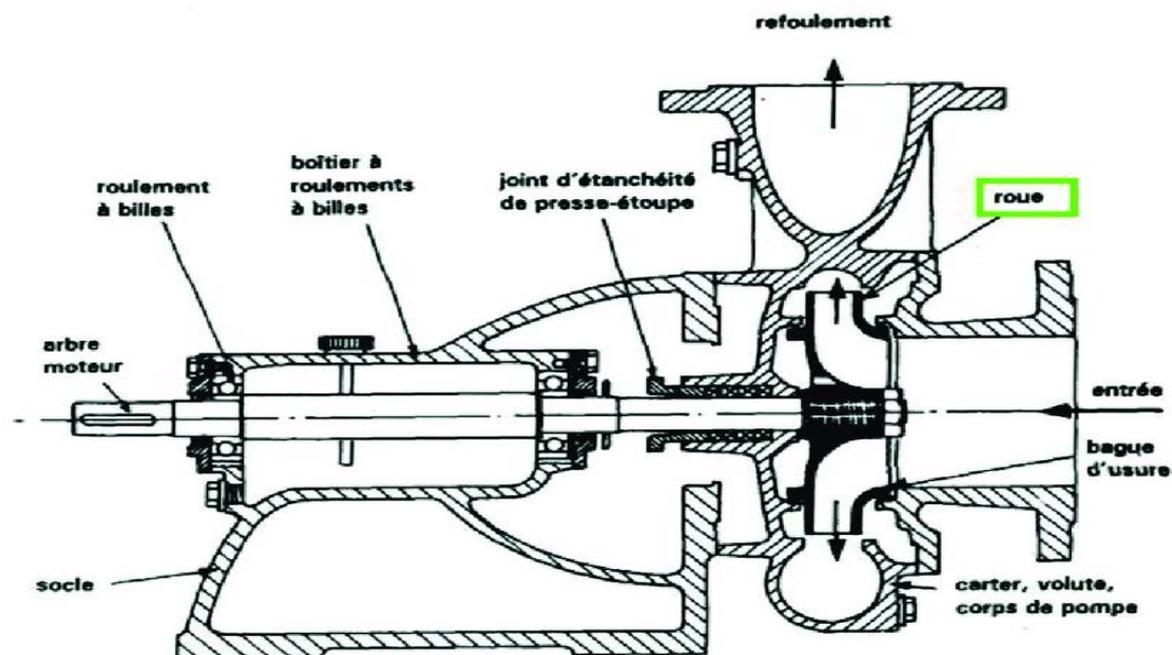


Figure V.1 : Eléments constitutifs d'une turbopompe

V. 5. Choix de la pompe

Les critères qui agissent sur le choix des pompes sont :

- Le débit à refouler.
- La hauteur manométrique totale.
- Le temps mis par la pompe pour élever un certain volume d'eau.
- Le meilleur rendement qui conduirait à un cout acceptable du mètre cube d'eau à refouler.
- Fiabilité.

V. 5.1. Installation d'une pompe



Figure V.2 : Installation d'une pompe horizontale



Figure V.3 : Installation d'une pompe verticale

V. 6. Courbes caractéristiques d'une pompe [6]:

Les performances d'une pompe sont représentées par les courbes suivantes

V. 6.1. La courbe hauteur - débit « $H = f(Q)$ » :

C'est une représentation graphique qui exprime les variations des différentes hauteurs d'élévation en fonction du débit $H = f(Q)$.

V. 6.2. La courbe puissance - débit :

Elle présente variations de la puissance absorbée en fonction des débits, c'est une courbe en branche de parabole, dont la courbure est tournée vers la bas $P = f(Q)$.

V. 6.3. La courbe rendement – débit :

Elle exprime les variations du rendement de la pompe en fonction du débit $\eta = f(Q)$. Le point d'intersection de la courbe $H = f(Q)$ avec l'axe des ordonnées s'appelle le point de barbotage ou point à vanne fermée.

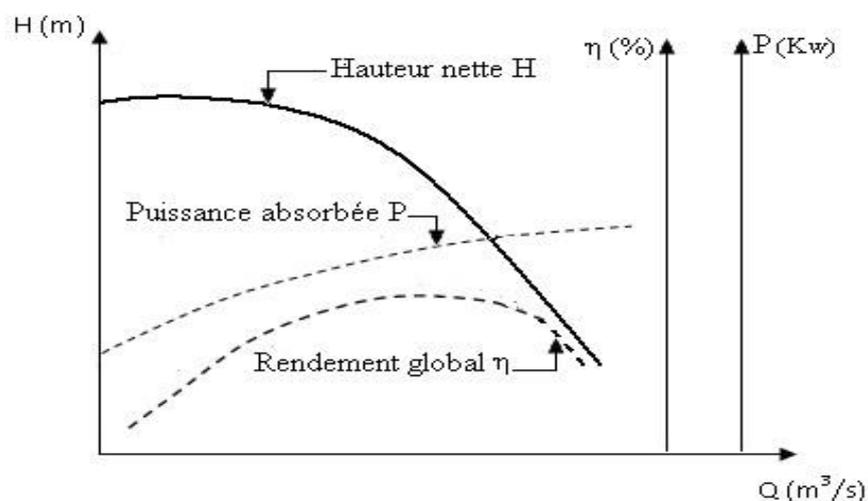


Figure V.4 : La courbe caractéristique d'une pompe centrifuge.

V. 7. Puissance absorbée :

L'expression de la puissance absorbée par une pompe est la suivante :

$$P_a = \frac{9.81 \times H_{mt} \times Q}{\eta} \quad (V-4)$$

Avec :

- **Pa** : puissance absorbée en (Kw).
- **Q** : Débit à refouler en (m³/s).
- **HMT**: Hauteur manométrique total (m).
- **η** : rendement de la pompe.

V. 8. Hauteur manométrique total (HMT) :

La HMT est la somme des termes suivants :

a) La hauteur géométrique de refoulement (Hr) :

Elle est toujours positive pour un groupe horizontal, c' est la distance entre le point le plus haut à atteindre et l'axe horizontale de la pompe.

Pour un groupe vertical, elle représente la distance séparent le point le plus haut et le plan de la première roue.

b) La hauteur géométrique d'aspiration (Ha) :

Qui sera négative pour une aspiration en dépression, positive pour une aspiration en charge. C'est la distance séparent l'axe de la pompe du plan de pompage pour un groupe horizontal, ça sera la distance qui sépare le plan de la première roue (pompe multicellulaire) et le plan de pompage s'il s'agit d'un groupe vertical.

c) Les pertes de charges d'aspiration et de refoulement :

La pompe devra compenser les dissipations d'énergie dans les conduites tant d'aspiration que de refoulement, elles sont évaluées en hauteur exprimée en mètres.

V. 9. Point de fonctionnement :**V. 9.1. Caractéristique de la conduite :**

La caractéristique de la conduite est déterminée par la formule suivante :

$$H_c = H_g + RQ^2 \quad (V-5)$$

Avec:

RQ^2 : Valeur de la perte de charge au point considéré en (m).

Q : Débit (m³ /j).

H_g : Hauteur géométrique en (m).

R : coefficient qui caractérise la résistance de la conduite (m) ;

$$R = (8 \times \lambda \times L) / (g \times \pi^2 \times D^5) \quad (V-6)$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite en (m) ;

L : Longueur de la conduite en (m) ;

g : Accélération de la pesanteur ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) ;

λ : Coefficient de frottement, qui dépend de la rugosité relative et du nombre de Reynolds.

V. 10. couplage des pompes :

Les pompes pouvant couplées en série ou en parallèle, selon qu'il est recherché d'augmenter, la hauteur d'élévation ou le débit

V. 10.1. Couplage en série :

Dans ce cas le refoulement d'une pompe arrive à l'ouïe d'aspiration de la pompe suivante, et pour un débit donné, la hauteur d'élévation totale est égale à la somme des hauteurs d'élévation de chaque groupe. Ce couplage sera donc utilisé pour refouler un débit sensiblement constant à des hauteurs différentes.

V. 10.2. Couplage en parallèle :

Dans ce type de couplage, les pompes fonctionnent sous une même hauteur d'élévation et réunisse l'eau refoulée dans une même canalisation.

V. 11. Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré :

Le point de fonctionnement d'une pompe est défini comme étant le point d'intersection de la courbe ($H = f(Q)$) avec la courbe caractéristique de la conduite

$$H_C = f(Q).$$

Dans le cas où le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré de coordonnées H et Q déterminés, on sera dans l'obligation d'apporter quelques modifications afin d'adopter la pompe aux conditions de travail désirées.

Le point de fonctionnement peut être obtenu par la modification de l'un des paramètres de fonctionnement de la pompe, d'où l'intérêt pratique des lois de similitudes (**Figure (V-4)**). Pour cela, quatre cas peuvent se présenter :

A- Première variante : Réduction ou augmentation du temps de pompage.

On garde la courbe $H = f(Q)$ telle qu'elle est, le débit Q sera plus grand que le débit désiré, nous sommes tenus de faire diminué le temps de pompage tout en conservant le volume d'eau constant.

Le volume d'eau entrant dans le réservoir pendant un temps $T_1 = 21$ heures est de $V(\text{m}^3) = 21 \times Q_1$, ce même volume sera obtenu par le refoulement d'un débit Q pendant un temps T . Donc on peut écrire :

$$Q \times T = 21 \times Q_1 \quad (V-6)$$

$$D'o\grave{u} : T = 21 \times \frac{Q_1}{Q}$$

Et la puissance absorbée par la pompe sera :

$$P = \frac{g \cdot Q_1 \cdot H'}{\eta} \quad (V-7)$$

B- Deuxième variante : régulation par étouffement (le vannage)

Elle consiste à vanner au refoulement pour créer une perte de charge afin d'obtenir le débit Q_1 .

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad (\text{Kw}) \quad (V-8)$$

Avec : $H' = H_1 + (m)$

Ou :

- **h** : Perte de charge engendrée par vannage en (m).
- **H'** : La distance séparée entre le point désiré et l'intersection de la verticale passant par le même point avec la caractéristique de la pompe.
- **η** : Le rendement.

C- Troisième variante : rognage de la roue.

Le rognage s'effectue en gardant la même vitesse de rotation N , et cela, en traçant une droite par l'origine et par le point P_1 ; celle-ci coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P_2 (Q_2, H_2) avant le rognage qui est le point homologue du point désiré. On aura alors

$$m = (Q_1 / Q_2)^{1/2} \times (H_1 / H_2)^{1/2} \quad (V-9)$$

Avec :

- m : Coefficient de rognage.

- Le pourcentage de rognage (r) :

$$r = 1 - m \quad (\%)$$

- La puissance absorbée par la pompe :

$$P_a = (g \times Q_1 \times H_1) / \eta \quad (\text{Kw}) \quad (V-10)$$

D- Quatrième variante : variation de la vitesse de rotation La diminution de la vitesse de rotation entraîne la diminution du débit ainsi que la puissance absorbée. On trace la courbe iso-rendement ($H = aQ^2$) qui passe par l'origine et par le point P_1 (Q_1, H_1) et qui coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P_3 (Q_3, H_3).

La nouvelle vitesse de rotation est :

$$N^3 = N \times (Q_1 / Q_3) \quad (V-11)$$

V. 12. Phénomène de la cavitation [6]:

La cavitation est un phénomène physique complexe qui se produit lorsque la pression absolue du liquide descend en dessous de la tension de vapeur de ce liquide. Cela entraîne la formation de bulles d'air qui, lorsqu'elles atteignent des zones de pression plus élevée, provoquent des perturbations importantes telles que des bruits, des vibrations, et la détérioration des caractéristiques hydrauliques, notamment le rendement et la hauteur de refoulement. De plus, la cavitation peut causer une érosion significative des matériaux de la pompe.

Pour éviter la cavitation, il est essentiel de maintenir une certaine pression à l'aspiration, connue sous le nom de charge nette positive à l'aspiration disponible ($NPSH_d$), qui doit être supérieure à la charge nette positive à l'aspiration requise ($NPSH_r$) spécifiée par le constructeur de la pompe.

Charge Nette Positive à l'Aspiration (NPSH)

La NPSH requise ($NPSH_r$) est la hauteur minimale du liquide, supposée à sa température d'ébullition, nécessaire au-dessus de l'aspiration pour empêcher la cavitation. La $NPSH_r$ dépend de plusieurs facteurs :

- Le type de pompe.
- Le point de fonctionnement.

Les fabricants fournissent la $NPSH_r$ sous forme d'une courbe indiquant la NPSH requise (en mètres de liquide) en fonction du débit.

La NPSH disponible ($NPSH_d$) est une mesure quantifiant la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation au point de pression le plus bas dans la pompe. Assurer que $NPSH_d$ dépasse $NPSH_r$ est crucial pour prévenir la cavitation et garantir le bon fonctionnement et la longévité des systèmes de pompage.

Soit la condition de non cavitation : $(NPSH)_d > (NPSH)_r$

- Pour l'alimentation en charge $(NPSH)_d = \frac{P_0}{g \times \rho} + H_a - (J_a + T_v)$.
- Pour l'alimentation en dépression: $(NPSH)_r = \frac{P_0}{g \times \rho} - H_a - (J_a + T_v)$.

Avec:

H_a : Hauteur d'aspiration en (m).

J_a : Perte de charge à l'aspiration en (m).

$\frac{P_0}{g \times \rho}$: Pression en mètre colonne d'eau au point d'aspiration en (m).

T_v : La pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.

Tableau V.1 : Tension de vapeur d'eau pompée en fonction de la température.

T	0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	100
T_v (m)	0.06	0.083	0.125	0.24	0.43	0.75	1.26	2.03	4.1	4.8	10.3

- **L'amorçage de la pompe** [6]:

C'est une opération nécessaire pour remplir la pompe d'eau et éliminer l'air présent avant sa mise en service, particulièrement lorsque la pompe centrifuge n'est pas en charge à l'aspiration. Cette opération se fait à l'aide d'un petit réservoir auxiliaire qui fournit l'eau nécessaire. Une fois l'amorçage terminé, ce réservoir est isolé pour permettre le fonctionnement normal de la pompe.

- **La motorisation** [6]:

Lors du choix du moteur, la puissance absorbée par la pompe détermine la puissance nécessaire du moteur. Il est crucial que le moteur soit suffisamment puissant pour couvrir toutes les situations de fonctionnement de l'installation. Une surcharge du moteur entraîne une augmentation de la température du bobinage. Si cette température dépasse la limite prévue par la classe d'isolation choisie, la durée de vie de l'isolation diminue, réduisant ainsi la durée de vie globale du moteur.

V. 13. Choix du type des pompes pour différentes stations [4]

V. 13.1. Tronçon SP1-1 RT1-1

V. 13.1.1. Caractéristiques de la conduite :

- Le débit refoulé : $Q = 3\,472.22$ l/s.
- La hauteur géométrique : $H_g = 135$ m.
- Les pertes de charges : $J_t = 0,821$ m. d'après **Tableau (III.3) du chapitre d'adduction**
- La hauteur manométrique totale : $H_{mt} = 135,821$ m

V. 13.1.2. Caractéristique de la pompe :

Pour trouver une pompe dans les standards constructeurs, La station de pompage SP1-1 sera équipée de (7) groupes électropompes dont 2 de secours (5+2). Le débit unitaire de chaque groupe est de **758,1l/s**.

On a trouvé **la pompe LOWARA** de Type:

- **Diamètre de la Roue : entre 760 et 950 mm**
- **Corps à double Volute**
- **Vitesse de Rotation : 1162.3 Tr/Min**
- **Rendement de la pompe : 85,49 %**
- **NPSH_r : 4,77 m**
- **P_a=1162,3 KW**

Notre Choix était afin d'avoir une pompe qui existe dans les standards des Constructions pour éviter les pompes spécifiques, qui coûteront très cher et même la Disponibilité de la pièce de rechange.

Voir Annexe 03

- Le point de fonctionnement $y_1 = (Q_1 = 758,1 \text{ l/s} ; \text{HMT} = 135.821\text{m})$

V. 13.1.3. Etude de la cavitation :

La cote de la station de pompage est de 312 m NGA

La température est considérée égale à 20 C donc $T_v = 0,24$

$\text{NPSH}_r = 4,77 \text{ m}$

$J_a = 0,821$

$H_a = 5\text{m}$

La pression à la cote d'aspiration :

$P_0 = 10.33 - (0.0016 \cdot C_a) = 9.83 \text{ m}$

$$\text{NPSH}_d = P_0 + H_a - (J_a + T_v)$$

$$\text{NPSH}_d = 15.41 \text{ m} > \text{NPSH}_r$$

Alors la pompe est hors domaine de cavitation

V. 13.2. Tronçon SP2-1 RT2-1

V. 13.2.1. Caractéristiques de la conduite :

- Le débit refoulé : $Q = 1010.1 \text{ l/s}$.
- La hauteur géométrique : $H_g = 160 \text{ m}$.
- Les pertes de charges : $J_t = 5,558 \text{ m}$. d'après **Tableau (III.6) du chapitre d'adduction**
- La hauteur manométrique totale : $H_{mt} = 165.558 \text{ m}$

V. 13.2.2. Caractéristiques de la pompe :

Pour trouver une pompe dans les standards constructeurs, La station de pompage SP2-1 sera équipée de 5 groupes électropompes dont un de secours (4+1). Le débit unitaire de chaque groupe est de **252.5L/s, HMT = 165.6m**

On a trouvé une pompe :

- **Diamètre de la Roue : 639 mm**
- **Corps à double Volute**
- **Fréquence du Courant : 50 Hz**
- **Vitesse de Rotation : 1493 Tr/Min**

- Rendement de la pompe : 85.6%
- NPSH_r : 5.431 m
- P=478.9 KW

Notre Choix était afin d'avoir une pompe qui existe dans les standards des Constructions pour éviter les pompes spécifiques, qui coûteront très cher et même la Disponibilité de la pièce de rechange.

Voir **Annexe 04**

- Le point de fonctionnement $y_1 = (Q_1 = 252.52 \text{ l/s} ; HMT = 165.558 \text{ m})$

V. 13.1.3. Etude de la cavitation :

La cote de la station de pompage est de 428 m NGA alors =

La température est considérée égale à 20 C donc $T_v = 0,24$

$NPSH_r = 5.431 \text{ m}$

$J_a = 5.558$

$H_a = 5 \text{ m}$

La pression à la cote d'aspiration :

$P_0 = 10.33 - (0.0016 \cdot C_a) = 9.65 \text{ m}$

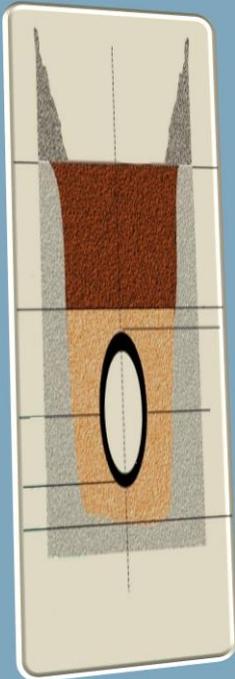
$$NPSH_d = P_0 + H_a - (J_a + T_v)$$

$$NPSH_d = 8.86 \text{ m} > NPSH_r$$

Alors la pompe est hors domaine de cavitation

V. 14. CONCLUSION :

Au cours de ce chapitre, nous avons identifié les caractéristiques des pompes adaptées à notre projet. Nous avons également décrit la procédure de sélection des pompes à titre indicatif, sans mentionner de marque ou de constructeur spécifique afin d'éviter toute publicité gratuite. Il est important de souligner que les choix présentés ne sont en aucun cas définitifs.



Chapitre VII

Protection et pose des conduites

VI.1. Introduction :

Les conduites d'adduction, qu'elles soient gravitaires ou par refoulement, sont sujettes à divers risques de destruction et de dégradation dus à plusieurs phénomènes, notamment :

- L'accumulation d'air dans les conduites,
- L'apparition d'ondes de pression ou de dépression,
- Les contraintes externes,
- La corrosion,
- Les conditions environnementales des conduites.

Pour garantir la durabilité et la fiabilité de ces conduites, il est impératif de mettre en place des mesures de protection adéquates contre ces divers risques.

VI.2. Protection contre la Corrosion :

VI.2.1. Corrosion externe :

La corrosion externe se manifeste par une attaque du métal provoquée par des facteurs externes, généralement liés à la nature du sol ou à la proximité d'installations électriques à courant continu.

Ces facteurs peuvent entraîner une destruction rapide des canalisations par perforation ou par formation de couches de rouille.

VI.2.1.1. Corrosion par Formation de Piles Géologiques [11]

Le sol, en raison de son humidité, constitue un électrolyte avec une conductivité variable. Les différences d'oxygénation et de concentration dans le sol peuvent créer, par hétérogénéité de l'électrolyte, des piles de concentration où la conduite forme le circuit extérieur.

Cela engendre un courant galvanique pouvant corroder le métal de la conduite dans la zone anodique. Ce phénomène est connu sous le nom de corrosion par formation de piles géologiques.

VI.2.1.2. Corrosion par suite de l'influence d'une source électrique extérieure :

Dans certains cas, la corrosion est due à l'électrolyse provoquée par des courants vagabonds, souvent présents dans les zones industrielles. Pour évaluer les risques de corrosion, on mesure principalement la résistivité des sols traversés par la conduite, car elle joue un rôle crucial dans le processus de corrosion. Une faible résistivité (forte conductivité) amplifie l'intensité des courants et favorise le processus électrochimique, tandis qu'une grande résistivité (faible conductivité) le ralentit grâce à sa résistance ohmique.

VI.2.1.3. Protection cathodique [6]:

Pour une protection efficace des réseaux en acier, il est essentiel d'utiliser des tuyaux revêtus d'une enveloppe isolante éprouvée et d'assurer une parfaite continuité de cet enrobage au niveau des joints. Cependant, cet enrobage peut se détériorer avec le temps ou accidentellement, exposant ainsi la conduite à la corrosion. La protection cathodique est alors nécessaire.

La protection cathodique consiste à modifier artificiellement le potentiel de la structure métallique pour qu'elle devienne cathodique en appliquant un potentiel électrique. Les principaux dispositifs de protection cathodique comprennent :

- Les anodes réactives,
- Le soutirage de courant,
- Le drainage de courant,
- L'association de plusieurs de ces systèmes.

En Algérie, les anodes réactives et le soutirage de courant sont les dispositifs les plus couramment utilisés.

A. Anodes réactifs

La protection cathodique consiste à relier la conduite à une pièce de métal plus électronégative que l'acier, comme le zinc, l'aluminium ou le magnésium, afin de former des piles où la conduite en acier joue le rôle de la cathode.

Cette méthode est généralement utilisée pour les conduites de petits diamètres et de courtes longueurs.

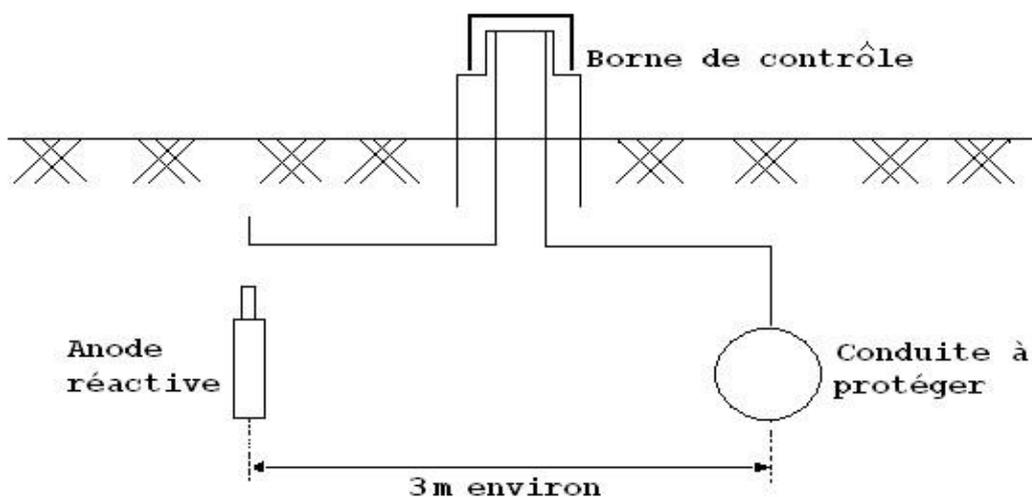


Figure (VI-1) : Protection par anode réactive

B. Soutirage de courant

Le soutirage de courant est une méthode de protection cathodique utilisant une source de courant continu. Dans cette méthode, la conduite est reliée à la borne négative de la source électrique, tandis que la borne positive est raccordée à une prise de terre composée d'une chaîne d'anodes enterrées dans un milieu humide, à environ 100 mètres de la conduite. Le courant, en quittant la prise de terre, retourne à la borne négative de la source en passant par la conduite, ce qui entraîne la dissolution anodique de la prise de terre.

Nous avons opté pour cette méthode en raison de son efficacité, particulièrement adaptée aux grandes conduites et dans les environnements où les courants vagabonds sont fréquents.

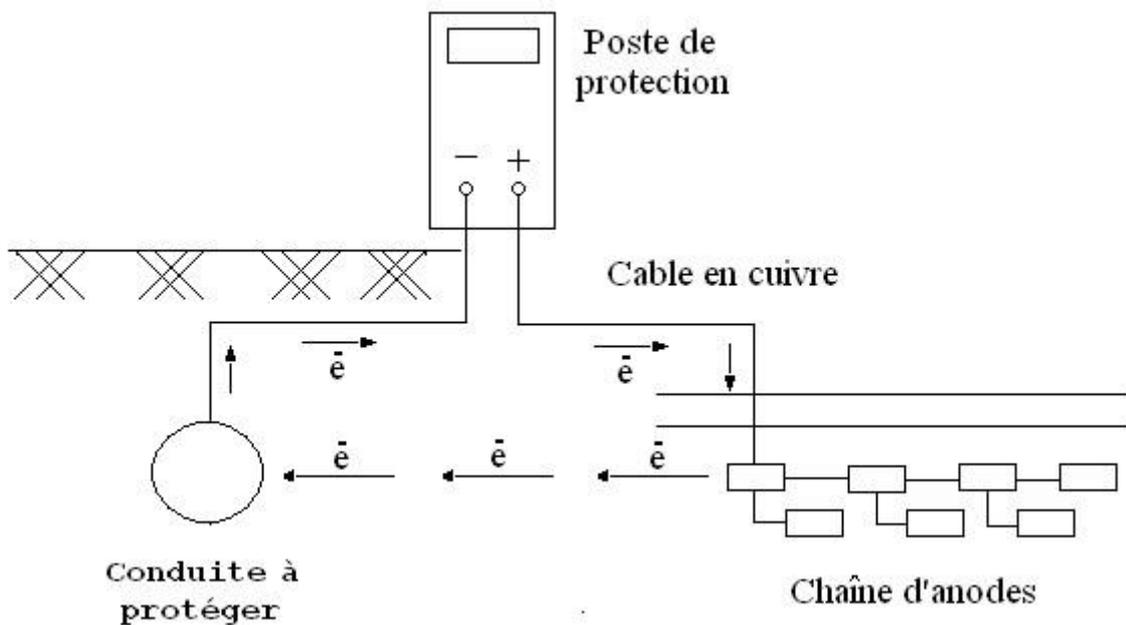


Figure (VI-2) : Protection par soutirage de courant

VI.2.2. Corrosion interne [1]:

La corrosion interne des conduites est liée à la nature de l'eau qu'elle véhicule et sa composition, elle dépend en particulier :

- ✚ Du PH ;
- ✚ De la teneur en carbonate et bicarbonate ;
- ✚ De la teneur en oxygène dissout dans l'eau ;
- ✚ De la vitesse de circulation de l'eau ;
- ✚ De la minéralisation de l'eau.

Pour remédier à cela ; il faut :

- ✚ Un revêtement intérieur fait à l'usine,
- ✚ Eviter les faibles vitesses de circulation dans les conduites,
- ✚ Evacuation de l'air par voie des venteuses.
- ✚ L'exécution des travaux devra ensuite être suivie attentivement.

VI.3. Protection contre le coup de bélier

VI.3.1. Introduction [1]:

Dans certains cas, la corrosion est due à l'électrolyse provoquée par des courants vagabonds, souvent présents dans les zones industrielles. Pour évaluer les risques de corrosion, on mesure principalement la résistivité des sols traversés par la conduite, car elle joue un rôle crucial dans le processus de corrosion.

Une faible résistivité (forte conductivité) amplifie l'intensité des courants et favorise le processus électrochimique, tandis qu'une grande résistivité (faible conductivité) le ralentit grâce à sa résistance ohmique.

VI.3.2. Conséquences du phénomène

Dans les installations modernes, le phénomène du coup de bélier est aggravé par l'utilisation croissante d'appareils à fermeture rapide. Cela entraîne une augmentation significative des coups de bélier, se traduisant par :

- Déboîtement des conduites,
- Détérioration des joints,
- Érosion des joints, rendant la conduite non étanche,
- Détérioration du revêtement intérieur,
- Rupture de la conduite due à la surpression ou à l'éclatement,
- Écrasement de la conduite dû à la dépression

VI.3.3. Cause du phénomène [6]:

Les principaux générateurs de coups de bélier sont :

- Fermeture instantanée d'un robinet ou vanne à l'extrémité d'une conduite d'adduction.

- Arrêt brutal dû à la disjonction imprévue d'un ou plusieurs groupes de pompes alimentant une conduite de refoulement.
- Démarrage d'un groupe électropompe avec vanne ouverte.
- Démarrage ou arrêt d'une pompe dans une conduite déjà alimentée.
- Modification de la vitesse d'une pompe.
- Mise en marche des pompes dans des conduites sous pression par refoulement.

VI.3.4. Moyens de protection contre le coup de bélier [1]:

Afin de limiter les variations de la pression dans les conduites, les appareils antibélier devons avoir pour effet de limiter la dépression ainsi que la surpression. Parmi ces moyens, on trouve

- o Volant d'inertie ;
- o Les ventouses ;
- o Clapet by-pass,
- o Soupape de décharges ;
- o Les réservoirs d'air ;
- o Cheminée d'équilibre ;
- o Vanne de fermeture lente.

VI.3.4.1. Volant d'inertie :

Un moyen efficace pour atténuer le coup de bélier consiste à utiliser un volant d'inertie, qui maintient l'alimentation en eau même lorsque le moteur s'arrête. Ce volant, une roue de masse significative, est installé sur l'arbre du groupe de pompage. Il accumule de l'énergie cinétique pendant le fonctionnement normal et la restitue lors de la disjonction du moteur, prolongeant ainsi le temps d'arrêt de l'ensemble du groupe. Cela permet de diminuer l'intensité du coup de bélier.

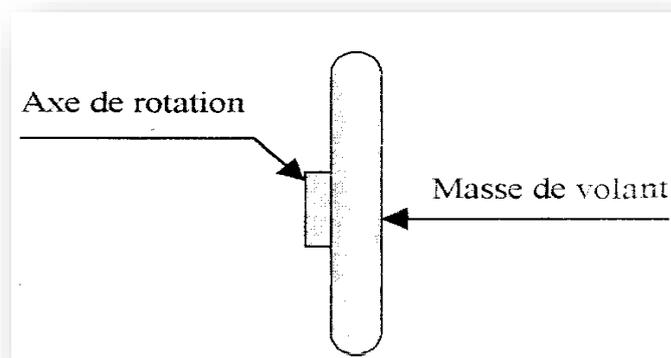


Figure (VI.3) : Volant d'inertie

VI.3.4.2. Les ventouses :

Ces dispositifs ont pour rôle principal d'évacuer l'air présent dans la conduite. Ils permettent également l'admission de l'air lorsque les conduites sont vidangées ou en cas de formation de cavitation à un point haut.

VI.3.4.3. Soupape de décharges :

Les soupapes de décharge sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression. Cette soupape ne doit s'ouvrir que sous une pression déterminée, légèrement supérieure (5% environ) à la pression normale. L'ouverture doit se faire très rapidement pour que l'opération soit efficace.

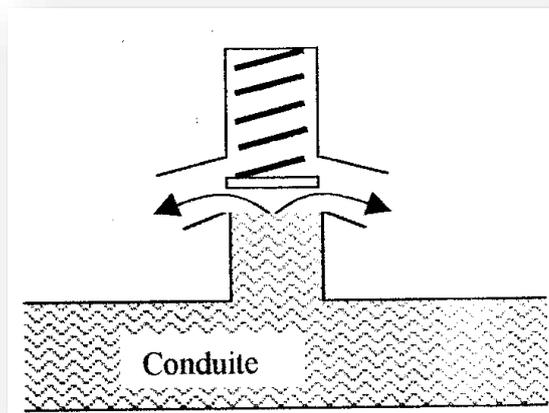


Figure (VI.4) : Les soupapes de décharge

VI.3.4.4. Cheminée d'équilibre :

Une cheminée d'équilibre est généralement installée en dérivation à la jonction entre une galerie d'amenée en charge et une conduite forcée. Elle a pour but de réduire les surpressions causées par le coup de bélier et est utilisée sur les tracés de refoulement comportant des points hauts où une cavitation peut se produire en régime transitoire.

Cette solution présente plusieurs avantages :

- Un fonctionnement qui ne nécessite aucun entretien,
- La protection idéale pour les points du parcours difficilement accessible

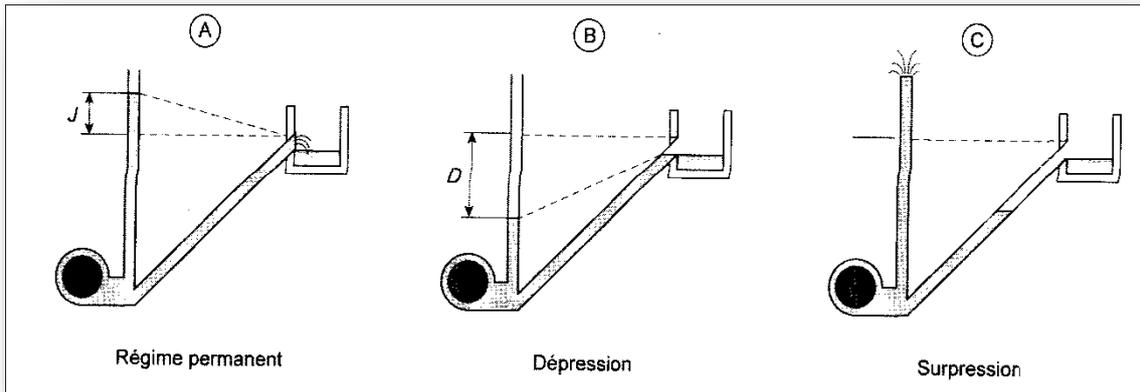


Figure (VI.5) : Fonctionnement des cheminées d'équilibre

VI.3.4.5. Les réservoirs d'air comprimé :

Un réservoir d'air est un dispositif utilisé pour absorber les variations de pression dans un système de conduites. Il atténue les coups de bélier et prévient les surpressions ou dépressions soudaines en utilisant de l'air comprimé comme amortisseur, ce qui stabilise la pression et protège les conduites et équipements.

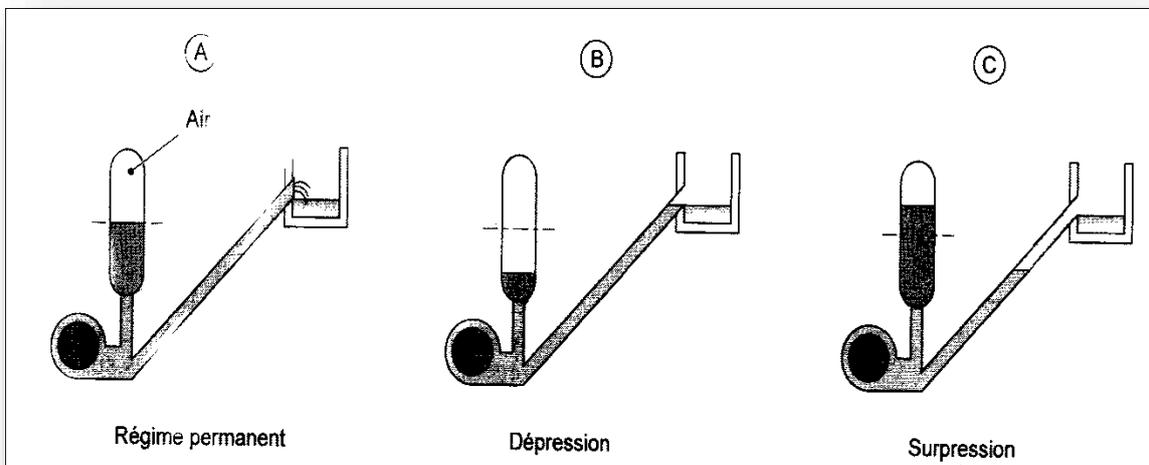
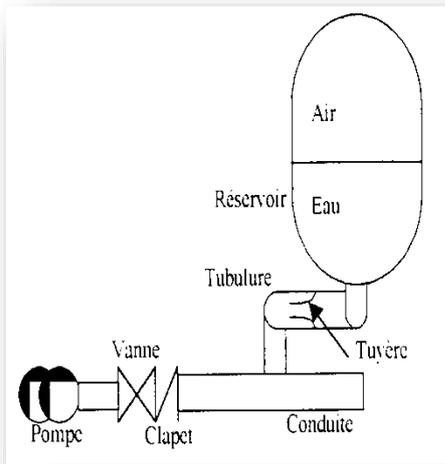
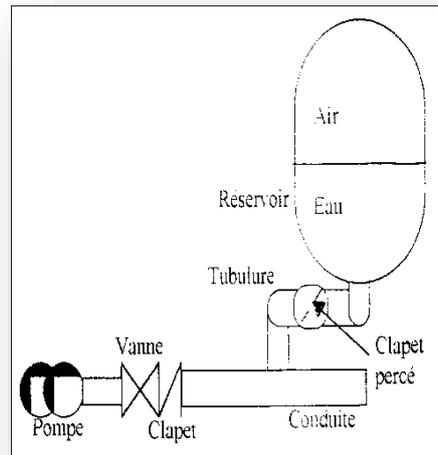


Figure (VI.6) : Fonctionnement des réservoirs d'air



Etranglement au moyen d'une tuyère



Etranglement au moyen d'un clapet à battant percé

Figure (VI.7) : Moyens d'étranglements

VI.3.5. Etude du coup de bélier [6]:

L'étude consiste à calculer les surpressions et les dépressions ainsi que la valeur numérique du coup de bélier dans les différents tronçons des conduites de refoulement, et vérifier que ces valeurs ne dépassent pas la valeur de la pression nominale.

VI.3.5.1. La célérité d'ondes :

La vitesse de propagation des ondes. Elle est donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad (VI.1)$$

D'ou:

- ✓ a : Célérité de l'onde (m/s).
- ✓ D : Diamètre intérieur de la conduite (mm).
- ✓ e : Epaisseur de la conduite (mm).
- ✓ K : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation

K= 83 pour le PEHD

K= 1 pour la fonte

K= 0.5 pour l'acier

VI.3.5.2. Valeur numérique du coup de bélier [1]:

1^{er} Cas : Fermeture brusque :

La fermeture brusque est caractérisée par un temps de fermeture T, tel que :

$$T < 2 \frac{L}{a}$$

Avec :

- ✓ $2 \frac{L}{a}$: Temps d'aller et retour de l'onde.

La valeur maximale du coup de bélier est :

$$B = \frac{a \times V_0}{g} \tag{VI.3}$$

Avec :

- ✓ B : La valeur du coup de bélier (m),
- ✓ a : La célérité de l'onde (m)
- ✓ V₀ : Vitesse d'écoulement (m/s),
- ✓ g : Accélération de la pesanteur (m/s²).

• La valeur maximale de la pression-surpression est :

$$H_s = H_0 + B \tag{VI-4}$$

• La valeur maximale de la pression-dépression est :

$$H_d = H_0 - B \tag{VI-5}$$

Où :

H₀: La pression absolue au point le plus haut de la conduite, tel que :

$$H_0 = H_g + 10 \tag{VI.6}$$

Avec :

- ✓ H_g : Hauteur géométrique de refoulement,
- ✓ 10 : Pression atmosphérique,
- ✓ H₀ : Pression absolue de la conduite.

2^{ème} Cas : Fermeture lente :

La fermeture lente est caractérisée par un temps T tel que :

$$T > 2 \frac{L}{a}$$

. La valeur maximale du coup de bélier sera calculée par la formule de MICHAUD :

$$B = \frac{2 L V_0}{T g} \tag{VI-5}$$

Tançons										PNS
	D	e	V ₀	H _g	H ₀	a	B	H _s	H _d	
SDEM-RMC	2* 1400	16	1.128	288	299	1031.86	118.64	417.64	180.36	25
SP1-1 – RT1-1	1800	16	1.365	135	145	968.22	134.72	279.72	10.28	25
SP2-1 – RT2-1	1000	16	1.287	160	170	1110	145.62	315.62	24.38	25

Les valeurs numériques du coup de bélier pour chaque tronçon sont représentées dans le tableau suivant

Tronçon		SP1-1 – RT1-1	SP2-1 – RT2-1
Caractéristiques de la conduite	D (mm)	1800	1000
	e (mm)	16	16
	V (m/s)	1.365	1.287
H ₀ =H _g +10 (m)		145	170
Célérité " a " (m/s)		968.22	1110
Valeur du coup de bélier 'B'(m)		134.72	145.62
Dépression 'Hd'		10.28	24.38
Surpression 'Hs'		279.72	315.62
Type de la conduite		Acier	Acier
Pression de service 'PNS'(m)		300	400

D'après les résultats du tableau (VII.4), la surpression maximale dépasse la valeur de pression de service dans la conduite et la dépression n'est pas négative ce qui lui nécessite une protection anti-bélier.

On a opté pour une soupape de décharges

VI.4. Pose des conduites

Le rôle de la conduite ce n'est pas seulement le transit d'un certain débit, mais elle doit résister aux surpressions et aux dépressions, aux flexions longitudinales, aux efforts dues à son propre poids et au poids de l'eau ainsi qu'à l'agressivité du sol.

La pose de la conduite est la deuxième partie du projet, elle a une grande importance, pour cela on doit tenir compte de certaines impératives, lors de l'aménagement de la fouille et de la pose de la conduite.

Les différents modes de pose des conduites sont [7]:

- La pose en tranchée (en terre).
- La pose en galerie.
- En évaluation en dessous de sol, sur les ouvrages d'art.

VI.4.1. Pose en tranchée (en terre)

La pose en terre s'effectue dans des tranchées de largeur dépendante du diamètre de la conduite avec un établissement de niche (élargissement) aux droits des joints pour faciliter leur exécution (0.6 au maximum) [7]. La profondeur de la tranchée est déterminée de telle sorte à avoir une distance de 0.6 m à 1.2 m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite de façon à éviter les risques de gel (Figure (VII.9)). Le fond des fouilles est recouvert d'un lit de pose dont l'épaisseur varie entre 0.15 à 0.20 m bien pilonné et bien nivelé suivant les cotes de profil en long.

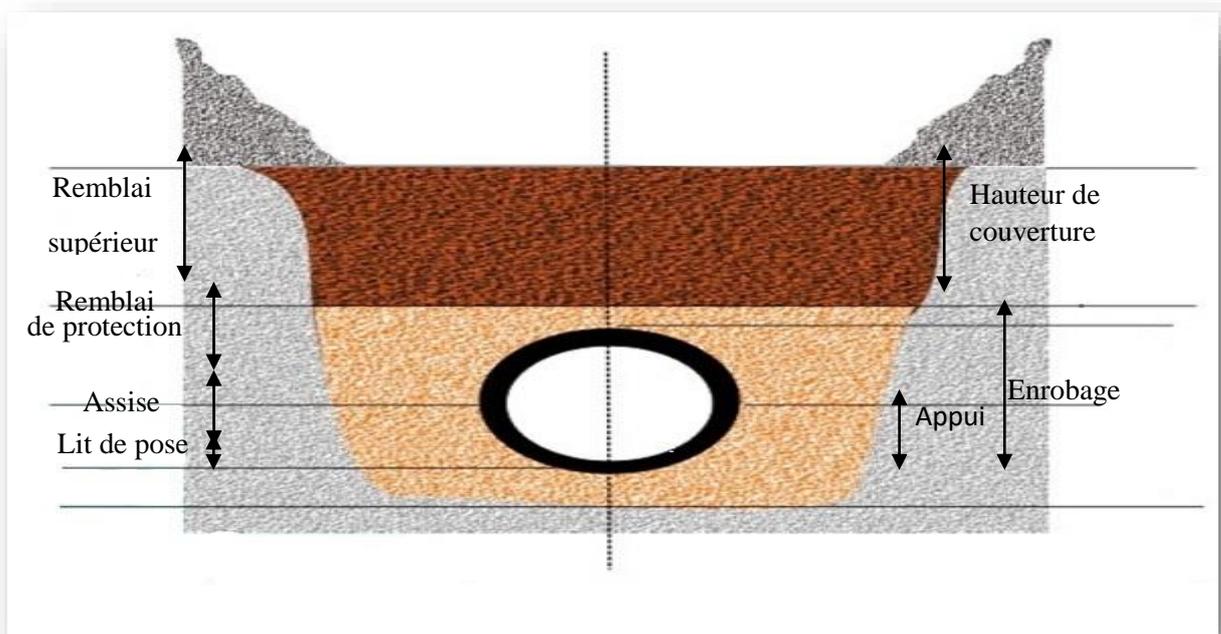


Figure (VI.8) : Disposition des couches dans une tranchée

VI.4.2. Traversée d'une route

Compte tenu des charges à supporter qui peuvent provoquer des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, la pose des conduites sera faite à l'intérieur des buses de diamètres supérieurs pour qu'elles soient protégées contre les vibrations et les charges provoquées de l'extérieur (Figure (VII.10)) [9].

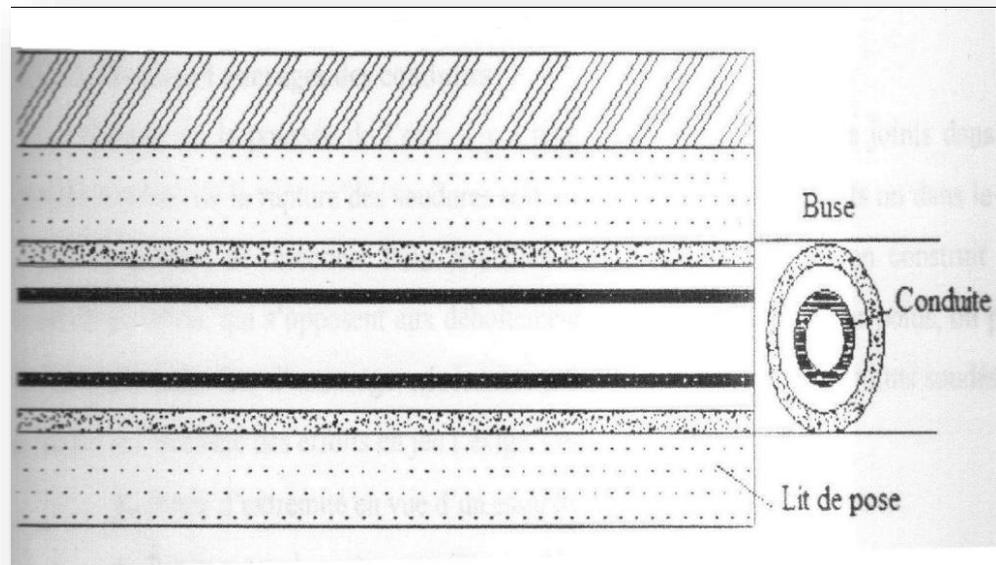


Figure (VI.9) : Traversée d'une route

VI.4.3. Traversée d'une rivière ou d'un oued

En fonction de la traversée et de l'importance de l'adduction, la pose de la conduite à la traversée de la rivière demande certains travaux confortatifs. Deux cas peuvent se présenter [9]:

- **Premier cas** : L'existence d'un pont-route servira de support à la conduite d'adduction.
- **Deuxième cas** : Si le pont n'existe pas, la canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée alors sur des ouvrages spéciaux (les tasseaux par exemple) et pour protéger, on utilise des conduites de diamètre supérieur, où, des gabions sur les deux côtés de la conduite (Figure (VII.11)).

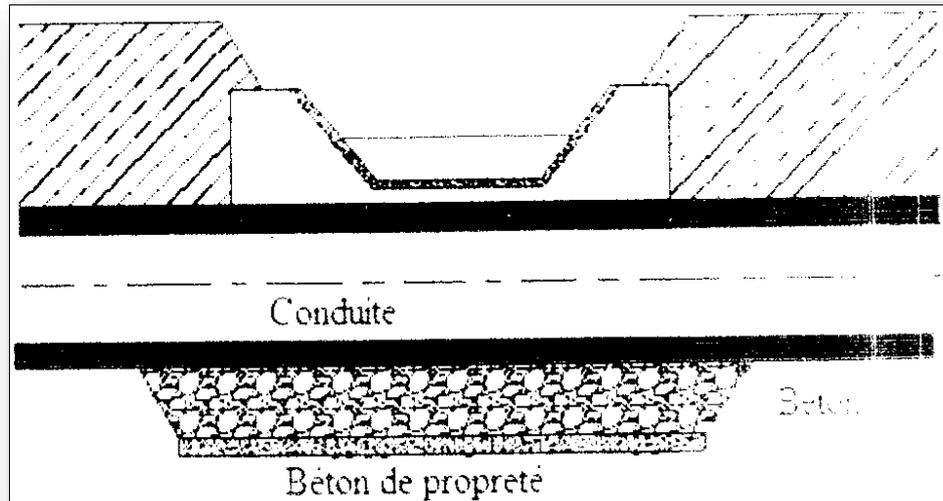


Figure (VI.10) : Traversée d'une rivière ou d'un oued

VI.4.4. Traversée d'un tunnel

Dans le tunnel, la conduite d'adduction sera surélevée à trois mètres. La pose s'effectue sur un support en acier encastré dans le mur du tunnel [9].

Un collier de prise sera nécessaire sur chaque support pour la conduite soit fixée.

VI.5. L'assemblage des conduites en acier

L'assemblage des conduites en acier est essentiel pour garantir l'intégrité et la durabilité des systèmes de tuyauterie. Voici quelques modes couramment utilisés pour l'assemblage des conduites en acier :

VI.5.1. Soudage

Le soudage est l'un des modes d'assemblage les plus courants pour les conduites en acier. Il existe plusieurs techniques de soudage, dont les principales sont :

- **Soudage à l'arc électrique (SMAW)** : Utilise un arc électrique pour fondre les métaux de base et un électrode enrobé.
- **Soudage TIG (GTAW)** : Utilise une électrode de tungstène non consommable et un gaz inerte comme l'argon pour protéger la zone de soudage.
- **Soudage MIG/MAG (GMAW)** : Utilise un fil électrode consommable et un gaz inerte (MIG) ou actif (MAG) pour protéger la soudure.
- **Soudage à l'arc submergé (SAW)** : Utilise un arc caché sous un flux de poudre.
-

VI.5.2. Raccords à brides

Les conduites en acier peuvent être assemblées à l'aide de brides. Ce mode d'assemblage permet un démontage facile pour l'entretien ou la réparation.

- **Brides soudées** : Les brides sont soudées à l'extrémité des conduites.
- **Brides vissées** : Utilisées pour les petites conduites et les systèmes de basse pression.

VI.5.3. Raccords filetés

Les conduites en acier peuvent être assemblées en utilisant des filetages. Les extrémités des tuyaux sont filetées et vissées dans des raccords filetés ou des coudes.

- **Filetage NPT (National Pipe Thread)** : Un type de filetage conique couramment utilisé en Amérique du Nord.
- **Filetage BSP (British Standard Pipe)** : Un autre type de filetage, principalement utilisé en Europe et dans le Commonwealth.

VI.5.4. Raccords mécaniques

Les raccords mécaniques sont utilisés pour assembler les conduites sans soudure ou filetage. Ils permettent un assemblage rapide et facile.

- **Raccords à emboîtement** : Utilisent des bagues d'étanchéité pour assurer l'étanchéité.
- **Raccords à compression** : Utilisent des bagues de compression pour serrer autour des tuyaux et assurer l'étanchéité.

VI.5.5. Raccords par emboîtement

Ce mode implique l'assemblage des tuyaux en les insérant l'un dans l'autre et en utilisant un joint pour sceller l'assemblage.

- **Manchons** : Des manchons de raccordement sont utilisés pour joindre deux tuyaux.
- **Raccords à collet battu** : Impliquent le façonnage de l'extrémité du tuyau pour former un collet qui est ensuite serré avec un écrou et un manchon.

VI.5.6. Raccords à joint soudé

Utilisé souvent dans les systèmes de haute pression, où les raccords sont soudés directement aux tuyaux pour créer une jonction sans fuites.

VI.5.7. Raccords à sertir

Utilisés principalement pour les systèmes de tuyauterie de petite à moyenne taille, où les raccords sont sertis à l'aide d'outils spéciaux.

Chaque méthode d'assemblage a ses propres avantages et inconvénients en termes de coût, de facilité de mise en œuvre, de durabilité et de performance en fonction des conditions spécifiques d'utilisation.

VI.6. Conclusion

Le rôle d'une canalisation est de transporter un débit souhaité tout en résistant aux surpressions éventuelles, aux flexions longitudinales et aux forces d'ovalisation. Par conséquent, la pose et la stabilité des conduites sont d'une importance capitale pour éviter leur destruction ou leur dégradation au fil du temps.

Pour la gestion et l'exploitation du réseau, il est essentiel de prendre des mesures préventives afin d'assurer un rendement optimal du réseau, c'est-à-dire minimiser la différence entre le volume d'eau entrant dans le réseau et le volume consommé ou facturé. Ainsi, le gestionnaire des services d'eau doit accorder une attention constante à l'équilibrage de ces deux systèmes complémentaires.



**Conclusion
générale**

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, ce projet de fin d'études a démontré la nécessité et la faisabilité de l'alimentation en eau potable de la ville de **BEJAIA** à partir de la station de dessalement d'eau de mer située à **Tighremt**, à l'ouest de la ville de **BEJAIA** d'une capacité de **300 000m³/j**. Après une analyse approfondie des besoins en eau, estimés à **97 107,69 m³/j**, nous avons conçu un système de stockage et de distribution optimisé.

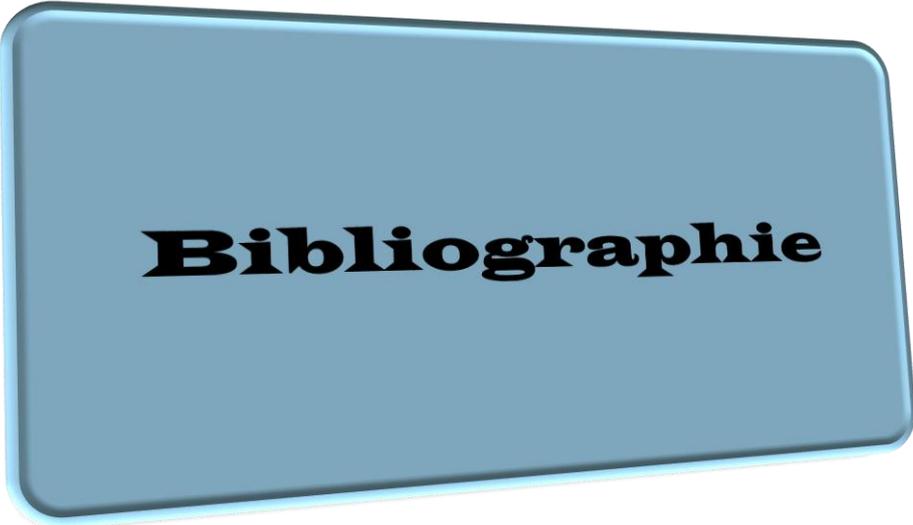
Le projet prévoit l'installation de huit réservoirs répartis sur six ouvrages de stockage et deux réservoirs de transit. Le premier réservoir (**RMC**) d'une capacité de **50 000 m³** sera alimenté par refoulement depuis la station de dessalement. Il alimentera par gravité la bache d'aspiration (**SP1-1**) de **25 000 m³**, qui à son tour alimentera le réservoir **RT1-1 de 25 000 m³** par refoulement depuis la station de pompage **SP1-1**. Ce dernier alimentera gravitairement la bache d'aspiration de **SP2-1 de 10 000 m³**, qui refoulera l'eau vers le réservoir **RT2-1 de 10 000 m³**. Ensuite, un réservoir de transit de **5 000 m³** alimentera gravitairement un autre réservoir de **transit de 5 000 m³**. Ces réservoirs de transit sont essentiels pour briser la charge hydraulique sur une conduite longue de **12 km**, ce qui permet de réduire la pression excessive et de prévenir les risques de dommages structurels sur le réseau. De plus, ils assurent une distribution plus stable et fiable de l'eau, en maintenant des niveaux de pression optimaux tout au long du trajet. Enfin, ce dernier réservoir alimentera le réservoir de **BEJAIA** d'une capacité de **25 000 m³**, complétant ainsi le système avec un réservoir existant de **10 000 m³** et un nouvel ajout de **15 000 m³**.

Pour le dimensionnement des conduites d'adduction, nous avons choisi les diamètres les plus économiques avec des vitesses acceptables, notamment des diamètres de **2x1400 mm, 1800 mm, et 1000 mm** en **ACIER**. Le choix des pompes adéquates pour assurer l'acheminement de l'eau jusqu'au point voulu a été fait à l'aide de logiciels spécialisés et de catalogues, à titre indicatif.

En outre, une vérification du risque d'apparition du phénomène de coup de bélier a été réalisée, confirmant que les tronçons ne présentent aucun risque significatif.

Ce projet propose une solution pratique aux défis de gestion de l'eau dans la région, en préservant les ressources hydriques locales et en assurant un approvisionnement continu et fiable. Les recommandations pour l'amélioration continue du système et la minimisation de l'empreinte environnementale renforceront la durabilité et l'efficacité de l'infrastructure.

En somme, ce travail contribue de manière significative à l'amélioration de la qualité de vie des habitants de **BEJAIA** et pose les bases d'un développement socio-économique équilibré et durable. Il constitue un modèle pour d'autres initiatives similaires et un pas important vers une gestion responsable et pérenne des ressources en eau.



Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : **Bonnin, J.** : « Hydraulique urbaine », Collection de la direction des études et recherche d'électricité de France, Edition Eyrolles, 216 pages, 1977.
- [2] : **M^r MELLOULI** : «Divisionnaire technique» service d'alimentation en eau potable de la direction hydraulique de la ville de Bejaia
- [3] : **Bonnin, J.** : « Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance ». Edition Eyrolles, 1977.
- [4] : **CARLIER, M.** : « Hydraulique générale et appliquée », Edition Eyrolles, 534 pages, 1980
- [5] : Direction d'Hydraulique de la wilaya de BEJAIA
- [6] : **Dupont, A.** : « Hydraulique Urbaine », Tome II : Ouvrage de transport-Elévation et distribution des eaux, Edition Eyrolles, 484 pages, 1979.
- [7] : **LAHDIRI, M.T. et MOUSSI, K.** : « Diagnostique et renforcement du réseau d'AEP de la commune de Oued Ghir, Wilaya de BEJAIA», mémoire de fin d'étude, Université de BEJAIA. 2003.
- [8] : direction de l'aménagement de l'ADE
- [9] Note de calcul AMARA Lyes sur les réservoirs anti-bélier, 2008.
- [10] Catalogue «Introduction des pompes centrifuges».
- [11] : **LABORDE, J.P.** : « Eléments d'Hydraulique générale ». Edition 2000

Annexes

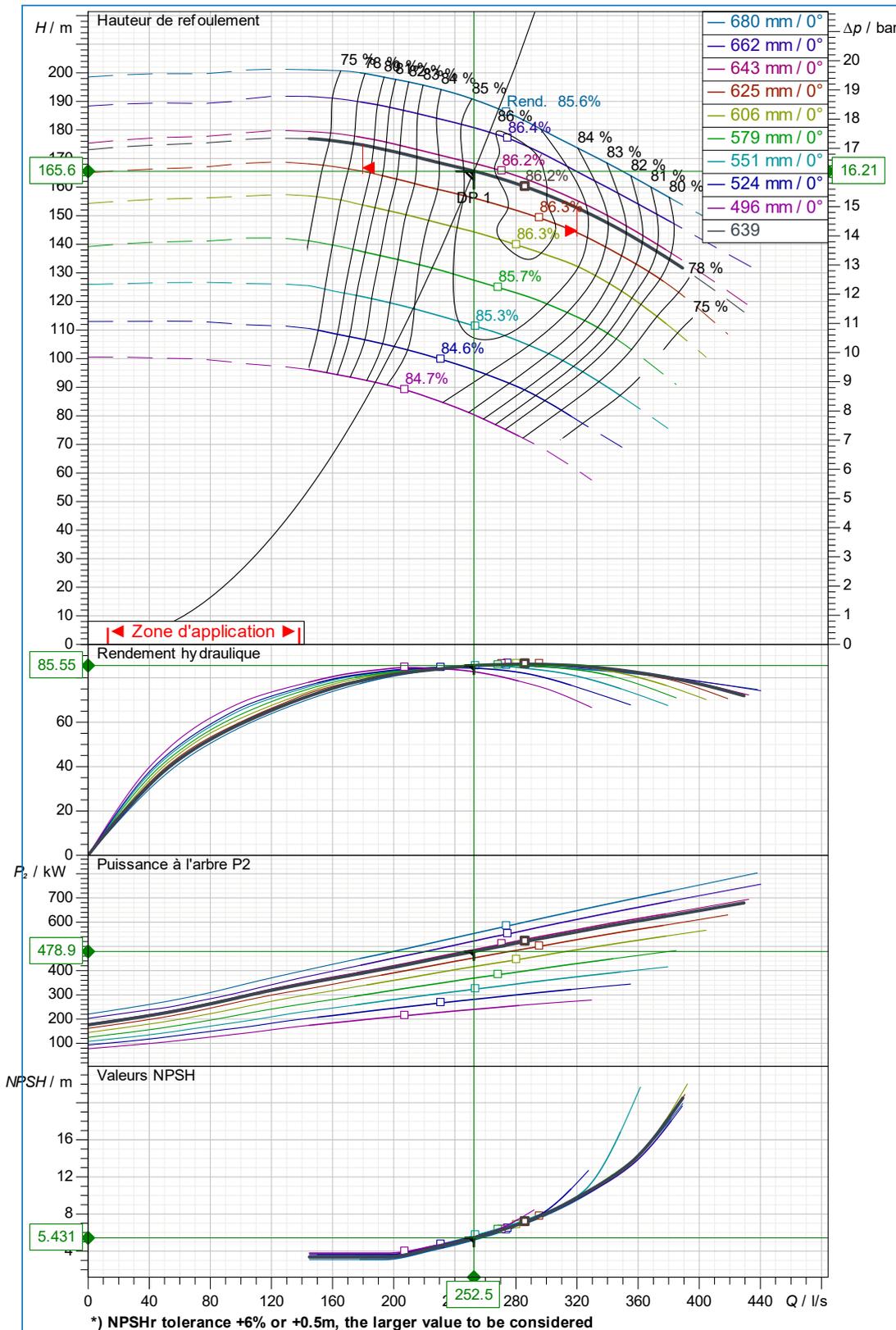
Annexe (2) : Les diamètre extérieur des tubes en ACIER

			AEP		CONDUITES FORCÉES	
DN	D.e	DiTULIPE ⁽²⁾	POIDS ⁽³⁾	PFA	POIDS ⁽³⁾	PFA
mm	mm	mm	kg/ml	Bar	kg/ml	Bar
100	114,3	118	13	72	16	106
125	139,7	144	16	59	-	-
150	168,3	172	20	49	25	109
200	219,1	223	28	42	39	104
250 ⁽⁴⁾	273,0	277	38	37	58	106
300	323,9	328	46	31	65	63
350	355,6	360	55	28	78	65
400	406,4	411	60	25	82	62
450	457,0	461	77	25	100	62
500	508	512	92	25	107	40
600	610	614	130	24	151	41
700	711	715	164	23	177	40
800	813	817	219	22	251	43
900	914	919	266	22	309	44
1000	1016	1021	333	22	385	43
1100	1118	1123	256	23	256	31
1200	1219	1224	315	21	315	32
1300	1321	1326	373	21	373	33
1400	1422	1428	402	20	402	30
1500	1524	1530	486	21	486	32
1600	1626	1632	519	20	519	30

Courbe de fonctionnement



Nom de la pompe **ASPP200-680R.6**
 Description de la pompe **single-stage, axial split case pump**



Caractéristiques por

Constructeur	ANDRITZ
Groupe de produit	ASPP
Série	ASP
Taille	200-680
Vitesse	1493 1/min
Fréquence	50 Hz
Nombre d'étages	1
Construction de la roue	Fermé
Type de roue	Roue radiale
Diamètre de roue	639 mm
Bride de refoulement	DN 200
Passage libre	40.8 mm
Puissance du moteur	560 kW
Nombre de pôles	4

Customer data

Débit	252.5 l/s
Hauteur de refoulement	165.6 m
Consistance	0 %

Caractéristiques tec

Débit	252.5 l/s
Hauteur de refoulement	165.6 m
Rendement hydraulique	85.6 %
Puissance à l'arbre P2	478.9 kW
Puissance à l'arbre max.	679.7 kW
NPSH	5.431 m

numéro d'identification de la r

numéro d'identification de la r

Additif

Courbe de base

La sélection se base sur :

Eau, pure; 20°C; 998.2kg/m³; 1mm²/s

ISO 9906:2012 Class 2B Shaft power P2 < 10 kW acc. ISO9906:2012 Paragraph 4.4.2

Remarques

Numéro de série de la pompe 1	Numéro de position du client	Client
N° de projet (CRM)	Projet	Projet sans titre 2024-06-11 12:13:51.383

Caractéristiques techniques



Client			
Nom du projet	Projet sans titre 2024-06-11 12:13:51.383		Quotation No. (CRM)
Numéro de position du client	Numéro de série de la pompe 1		N° de projet (SAP)
Données du client			
Application	ASPP200-680R	Description de la pompe single-stage, axial split case pump	
Débit	252.5 l/s	Altitude au dessus du niv. de l'as	500cm
Hauteur de refoulement	165.6 m	Pression d'admission (pin)	Intermittence <input type="checkbox"/>
NPSH disponible		Température ambiante	40 °C
Fluide			
Fluide	Eau, pure	Entrer les données client	
Température	20 °C	Consistance	0 %
Densité	998.2 kg/m³	Viscosité cinématique	1 mm²/s
Valeur pH	7	Viscosité dynamique	0.9986
Matière solide en suspension	<input type="checkbox"/> type	Concentration [ppm]	Granulométrie [µm]
Gaz ou vapeurs	<input type="checkbox"/> type	Concentration [%]	
Caractéristiques pompe			
Installation	Pompe (arbre nu)		Longueur standard après installation complète
Type de pompes	ASPP200-680R.6	Débit minimum	179.7 l/s
Vitesse	1493 1/min	Débit maxi.	320 l/s
max. Vitesse	1493 1/min	Eau d'étanchéité	Hauteur manométrique H(Qmax) 152.8 m
Puissance absorbée	478.9 kW	Rinçage	Non
Rendement	85.55 %	Lubrification	Graisse
NPSH *)	5.431 m	Hauteur manométrique l	173.1 m
Diamètre d'arbre	80 mm	Version du produit	Counterclockwise: Rotating direction (viewed from drive side)
Roue	Garniture d'arbre		
Diam. de roue	Maxi.	680 mm	Type d'étanchéité
	conçu	639 mm / 0 °	SMS Interne SMS1B31
	Min.	496 mm	Constructeur
Type de roue	Roue radiale		Type
Construction de la roue	Fermé		Diamètre
Accouplement	Palier		Code matériau
Constructeur	Drive side		SiC/SiC FKM
Type	Non drive side		Raccords à bride
Nom	Cage de palier		Norme de raccordement
Poids			EN 1092-2
Ø pompe/moteur	80/110 mm		Bride d'aspiration DN 300 / PN 40
			Bride de refoulement DN 200 / PN 40
			Nombre de trous In: 16 Out: 12
Matériaux			
Support de palier	ASPP BS80		
Enveloppe de volute	EN-GJS-400-18	Ductile cast iron	Roue
Bagues d'usures	1.4474	Duplex	1.4474 Duplex
Arbre	1.4021	Martensitic stainless steel	Corps du palier
Manchon de protection d'			EN-GJL-250 Grey cast iron
			Garniture d'étanchéité du NBR
Données moteur			
Constructeur	SIEMENS		Tension nominale
Nom	1LE5534-4AB33-4AB3		400 V
Rendement	IE4 = Rendement super-premi		Intensité nominale
Puissance nominale	560 kW		970 A
Vitesse nominale	1493 1/min		Entrainement
Taille	400		Fixed speed
			Classe d'isolation
			F
			Degré de protection sélectionné
			IP 55
			Moteur compr.
			Non
			Remarque
Autres		Listes d'accessoires	
Documentation spéciale requise	<input type="checkbox"/>	Coating system: C2	Norme de sens de la bride
Langue de la documentation		Shaft Option: Single Shaft End	Oui
Couleur Pompe	RAL5015 - ANDRITZ St	Système d'eau de barrage: Non	Définir contre-bride: Non
Protection d'accouplement	Non	Hydraulic Tests: No Test	Temp. sensor: Non
Bâti			Vibration sensor: Non
Bâti Poids			
Bâti Couleur			
Vis d'ancrage			
Plan de la pompe	704047240		
Plan coté			
Remarque			

Quotation No. (CRM)	Projet	Projet sans titre 2024-06-11 12:13:51.383	Client
---------------------	--------	---	--------

Dimensions

Nom de la pompe **ASPP200-680R.6**
 Description de la pompe **single-stage, axial split case pump**

Version du produit: Counterclockwise: Rotating direction (viewed from drive side)
 Shaft Option: Single Shaft End

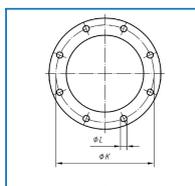
Type d'installation **Pompe (arbre nu)**

Name	Value	Name	Value	Name	Value	Name	Value	Name	Value
d	80 mm	HEIGHT	1022 mm	m2	310 mm				
DN_D	DN 200	l	153 mm	n1	560 mm				
DN_S	DN 300	l1	571.5 mm	s	28 mm				
h1	278.4 mm	l2	720 mm	w1	600 mm				
h2	600 mm	LENGTH	1292 mm	w2	600 mm				
h3	421.5 mm	m1	310 mm	WIDTH	1200 mm				

Raccord d'aspiration

Diamètre nominal **DN 300**
 Pression nom. **PN 40**
 Normalisé **EN 1092-2**

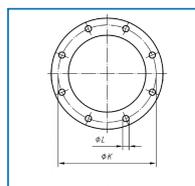
Boltsize	M30
K	450
L	34
No. holes	16



Bride de refoulement

Diamètre nominal **DN 200**
 Pression nom. **PN 40**
 Normalisé **EN 1092-2**

Boltsize	M27
K	320
L	31
No. holes	12



Remarque

Pump number 1	Numéro de position du client	Client
Quotation No. (CRM)	Projet Projet sans titre 2024-06-11 12:13:51.383	

Spécif. produit

			Boudemia, Mourad Atlas Fluides et Services Lot Amara 2 N°03 CHERAGA ALGERIA-16000 ALGER	
Qté	Ref.	Description	Prix unitaire	Prix brut
1	tbd	Bloc: 1 Pump: MP 300.1/4-SA141-		
1		Châssis: MP_Kundenspez.		
1	--	Protect. d'accoupl: MP_300		
1	--	Boxing P4 - covered in foil (<0.7m³)		
1	--	Boxing P4 - covered in foil (0.7-5m³)		
1	--	Boxing P4 - covered in foil (>5m³)		
1	777080090	Motor-Pump Mounting charges		
1	777100132	Motor-Pump Mounting charges		
1	777160180	Motor-Pump Mounting charges		
1	777200225	Motor-Pump Mounting charges		
1	777250280	Motor-Pump Mounting charges		
1	777000315	Motor-Pump Mounting charges		
1	777000355	Motor-Pump Mounting charges		
1	777400500	Motor-Pump Mounting charges		
1		PTC - Cold type thermistor (3 pcs.) Already available within the standard motor!		
1		isoliertes Lagerschild bereits im Standardmotor enthalten		
1		Frais de montage moteur		
1		Frais de montage moteur		
1		Frais de montage moteur		
1		Frais de montage moteur		
1		Frais de montage moteur (55-90 kW)		
1		Frais de montage moteur (110-400 kW)		
1		Frais de montage moteur		
1	--	Frais de montage moteur		
1		Frais de montage moteur (spécifiques)		
1		Spécifications peinture LX1.2		
1	tbd	Bloc: 2 Pump: e-XC400-970/12500W/W65ADS4AG		
1		Moteur: HGF 560 B3 1250 kW		
1	--	Accoupl.: A 400/4-120/150		
1		Châssis: consult factory		
1	--	Protect. d'accoupl: CG-06		
1		PTC - Cold type thermistor (3 pcs.) Already available within the standard motor!		
1		isoliertes Lagerschild bereits im Standardmotor enthalten		
1	tbd	Bloc: 3 Pump: e-XC350-780/W/ADSG		
1		Châssis: consult factory		
1	--	Casings: Fonte ductile		
1		Type de GM: M74		
1	--	Protect. d'accoupl: CG-03		
1		PTC - Cold type thermistor (3 pcs.) Already available within the standard motor!		
1		isoliertes Lagerschild bereits im Standardmotor enthalten		
1	777080090	Motor-Pump Mounting charges		
1	777100132	Motor-Pump Mounting charges		
1	777160180	Motor-Pump Mounting charges		
1	777200225	Motor-Pump Mounting charges		
1	777250280	Motor-Pump Mounting charges		
1	777000315	Motor-Pump Mounting charges		
1	777000355	Motor-Pump Mounting charges		
1	777400500	Motor-Pump Mounting charges		
			Prix total net	

MP 300.1/4-SA141-

Données techniques

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

Caract. de fonct.			
1	Type de pompe	Pompe seule	Fluide
2	Nb de pompes	1	Temp. de fonct. °C
3	Débit nominal	l/s 347,2	Valeur du pH
4	HMT nominale	m 290,5	Densité kg/m³
5	Hauteur statique	m 0	Viscosité cinématique mm²/s
6	Pression Asp.	kPa 0	Tension de vapeur kPa
7	Température ambiante	°C 20	Teneur en matières solides volumétrique
8	NPSH disponible	m 0	Altitude m

Caract. pompe			
9	Désignation	MP 300.1/4-SA141-	
10	Conception	Horizontale	
11	Execution	LO, DN _s -left/ DND _s -above aggregate (standard)	
12	Vitesse de fonct.	rpm	1475
13	Nombre d'étages	4	
14	Orifice d'asp.	DN 400/ PN10	/ EN 1092
15	Buse refoulement	DN 300/ PN63	/ EN 1092
16	Pression max (corps)	kPa	4500
17	Pression de service max.	kPa	4244,6
18	Type de roue	Données roue	Roue radiale Fermé
19	Support de palier		
20	Lubrification		
21	Constant level Oiler		
22	Poids pompe / poids total	kg	/ Sur dem.

Dia. Roue	Max.	mm	530
	Construction	mm	530
Débit	Min.	mm	450
	Nom.	l/s	343,2 (343,2)
H.M.T.	Max.	l/s	456,9
	Min.	l/s	90,3
Puiss. Abs.	Nom.	m	283,8
	A Qmax	m	181,4
Puiss. max. sur arbre	A Qmin	m	414,9
		kW	1174,3 (1174,3)
Rendement		%	81,19
NPSH 3%		m	7,4
HMT max. (Q=0)		m	430

Matériaux			
23		Pompe	Etanchéité
24	Roue	Fonte, 0,6025	garniture mécanique
25	suc., disch., stage casing	ductile iron, 0.7040	SA = non équilibré
26	Diffusor	ductile iron, 0.7040	Côté aspiration
27	lanterne	Fonte, 0,6025	1.1 Face de contact
28	Châssis porteur	Fonte, 0,6025	1.2 Face fixe
29	arbre, chemise d'arbre	acier allié, 1.4021	1.3 Joints fixes
30	balancing drum	acier inox moulé, 1.4027	1.4 Ressorts
31	balancing bush	Fonte, 0,6025	1.5 Autres
32	Bague d'usure	Fonte, 0,6025	Côté refoulement
33			2.1 Face de contact
34			2.2 Face fixe
35			2.3 Joints fixes
36			2.4 Ressorts
37			2.5 Autres

Caract. moteur				Accoupl.	
38	Constructeur	Tension		Constructeur	
39	Exécution			Séries	
40	Type			Type	
41	Puiss. nom.	Intensité		Taille	
42	Vitesse nom.	Protection		Longueur spa	
43	Taille	Protection antidéflagrante		Poids	kg
44	Poids	Diam. d'arbre		Protect. d'accoupl	yes

Châssis		Accessoires	
45	Désignation	Kundenspez.	Tuyauterie
46	Poids	kg 0	heating jacket (casing)
Remarques		heating jacket (casing cover)	<input type="checkbox"/> Oui / Non
47		Constant level Oiler	<input type="checkbox"/> Oui / Non
48		Boulons d'ancrage	<input type="checkbox"/> Oui / Non
49			<input type="checkbox"/> Oui / Non
50			<input type="checkbox"/> Oui / Non

MP 300.1/4-SA141-

Courbe de performance

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

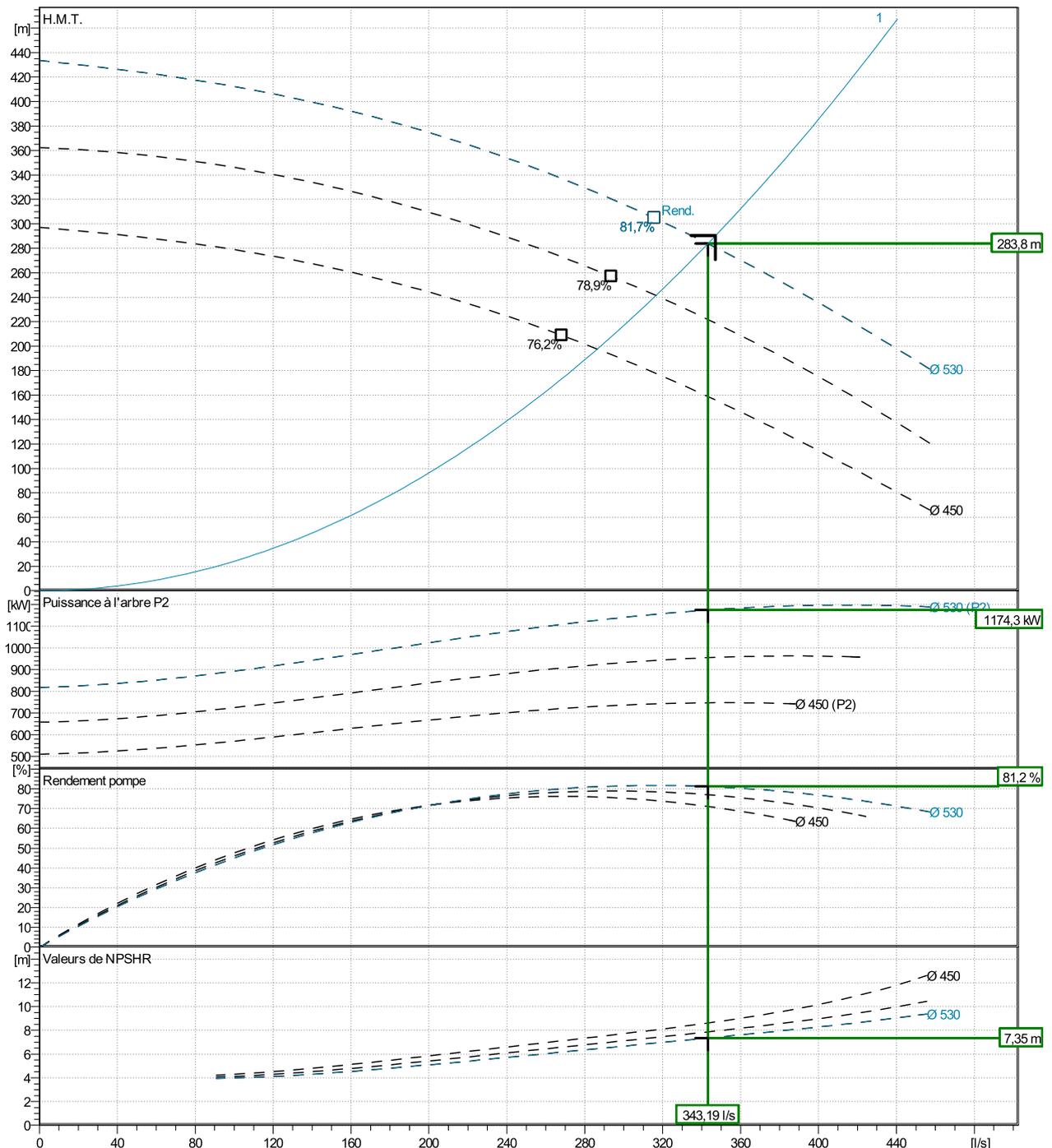
Roue										Type de roue			
Ø mm	Débit Plage de fonct. Min. /s /s		η Max. l/s	HMT H(Q=0) m /s		Puiss. sur arbre P2 P2(Q=0) kW			Données roue				
											Roue radiale		
Nominal	530	/	316	433	305		1200	1150	sens de rotation (moteur)		Fermé		
Min.	450	/	268	297	209		/	721	Larg. Refoulement		Suivant comptage horaire		
Max.	530	/	316	433	305		/	1150	Passage libre		mm 42,0		
										Fréquence		Hz	
										Vitesse nominale		1450/4	
										Vitesse de fonct.		rpm 1475	

Caract. de puissance d'après:

Eau [100%] ; 20°C; 998kg/m³; 1mm²/s

hydr. Leistungsprüfung nach EN ISO 9906 Klasse

Grade 2B



MP 300.1/4-SA141-

Dimensions

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

Pump with motor and accessories

LO, DN_s-left/ DN_d-above aggregate (standard)

Dimensions [mm]

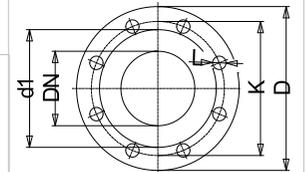
Dimensions

Masszeichnung auf Anfrage!
Dimension sheet on request!

Connexions [mm]

Orifice d'asp.	Buse refoulement
DN 400	DN 300
PN10	PN63
EN 1092	EN 1092

Poids [kg]	C	d	D	K	L	n
Pompe	24,5	482	565	515	28	16
Accoupl.						
Châssis						
Moteur						
Poids total	Sur dem.					



Projet	CHIALI Etudiant	Créé par	Mourad Boudemia	Mise à jour	6/3/2024
Bloc	Bloc: 1	Créé le	6/3/2024		

e-XC400-970/12500W/W65ADS4AG

Données techniques

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

Caract. de fonct.

1 Type de pompe		Pompe seule	Fluide		Eau
2 Nb de pompes		1	Temp. de fonct.	°C	20
3 Débit nominal	l/s	758,1	Valeur du pH		7
4 HMT nominale	m	135,8	Densité	kg/m ³	998
5 Hauteur statique	m	0	Viscosité cinématique	mm ² /s	1
6 Pression Asp.	kPa	0	Tension de vapeur	kPa	100
7 Température ambiante	°C	20	Teneur en matières solides	g/l	0
8 NPSH disponible	m	0	Altitude	m	0

Caract. pompe

9 Conception		Double Suction Split Case Pumps	Execution	Rotation horaire - vue coté moteur	
10 Vitesse de fonct.	rpm	994	Roue	Max.	mm 950
11 Nombre d'étages		1		Construction	mm 950
12 Orifice d'asp.		DNs 600 / EN1092-2 / PN25		Min.	mm 760
13 Buse refoulement		DNd 400 / EN1092-2 / PN25	Débit	Nom.	l/s 756,4
14 Connexion		Type A - Flat Face		Max.	l/s 1151,4
15 Pression max (corps)	kPa	2500,1	H.M.T.	Min.	l/s 295,8
16 Pression de service max.	kPa	1563		Nom.	m 135,2
17 Type de roue		Roue radiale		A Qmax	m 110,4
18 HMT max. (Q=0)	m	160	Puiss. Abs.	A Qmin	m 152,4
19 Puiss. max. sur arbre	kW	1524,8		Puiss. Abs.	kW 1162,3
20 Poids pompe	kg	3 708,1	Rendement	%	85,49
21 Poids total	kg	9 505,5	NPSH 3%	m	4,77

Matériaux

22		Pompe	Etanchéité	
23 Casings		Fonte ductile	Burgmann	GM à soufflet élastomère
24 Roue		Acier inox CF8 (304) [STD]	MG12 - Seal on sleeve (ID 120/150 mm)	
25 Shaft Construction		Dry(sleeves) [STD]	Diamètre de GM	150 mm
26 Arbre		1.7035 / 40Cr / AISI - 5140	Faces de contact	Carbone [STD]
27 Shaft Sleeves		Acier inox CF8 (304) [STD]	Stationary ring	Carbure de silicium
28 Shaft Sleeve Nuts		Acier inox CF8 (304) [STD]	Elastomères	EPDM [STD]
29 Casing Wear Ring		Bronze [STD]	Ressorts	Acier inox CF8M (316)
30 Impeller Wear Ring		Acier inox CF8 (304) [STD]	Other metal parts	Acier inox CF8M (316)
31 Lantern Ring		Fonte		
32 Seal flush lines		Acier inox CF8 (304) [STD]		
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				

Caract. moteur

42 Constructeur		WEG		Accoupl.		Flender	
43 Exécution		3ph Surface Motor - High voltage		Séries	N-EUPEX - Type A		
44 Type		HGF 560 B3 1250 kW		Type	A 400/4-120/150		
45 Puiss. nom.	1250 kW	Ref.		Taille	400		
46 Vitesse nom.	994 rpm	Fact. de service	1	Longueur spaceur	mm	4	
47 Taille	560	Tension	3000 V	Poids	kg	262,4	
48 Poids	kg 5 500,0	Diam. d'arbre	150 mm	Protect. d'accoupl	kg	CG-06	35,001 kg

Châssis

49 Désignation		consult factory		Remarques			
50 Poids	kg	0,0					

Projet	N° du projet	Créé par	Créé le	Mise à jour
	CHIALI Etudiant	Mourad Boudemia	06-03-24	06-03-24

e-XC400-970/12500W/W65ADS4AG

Courbe de performance

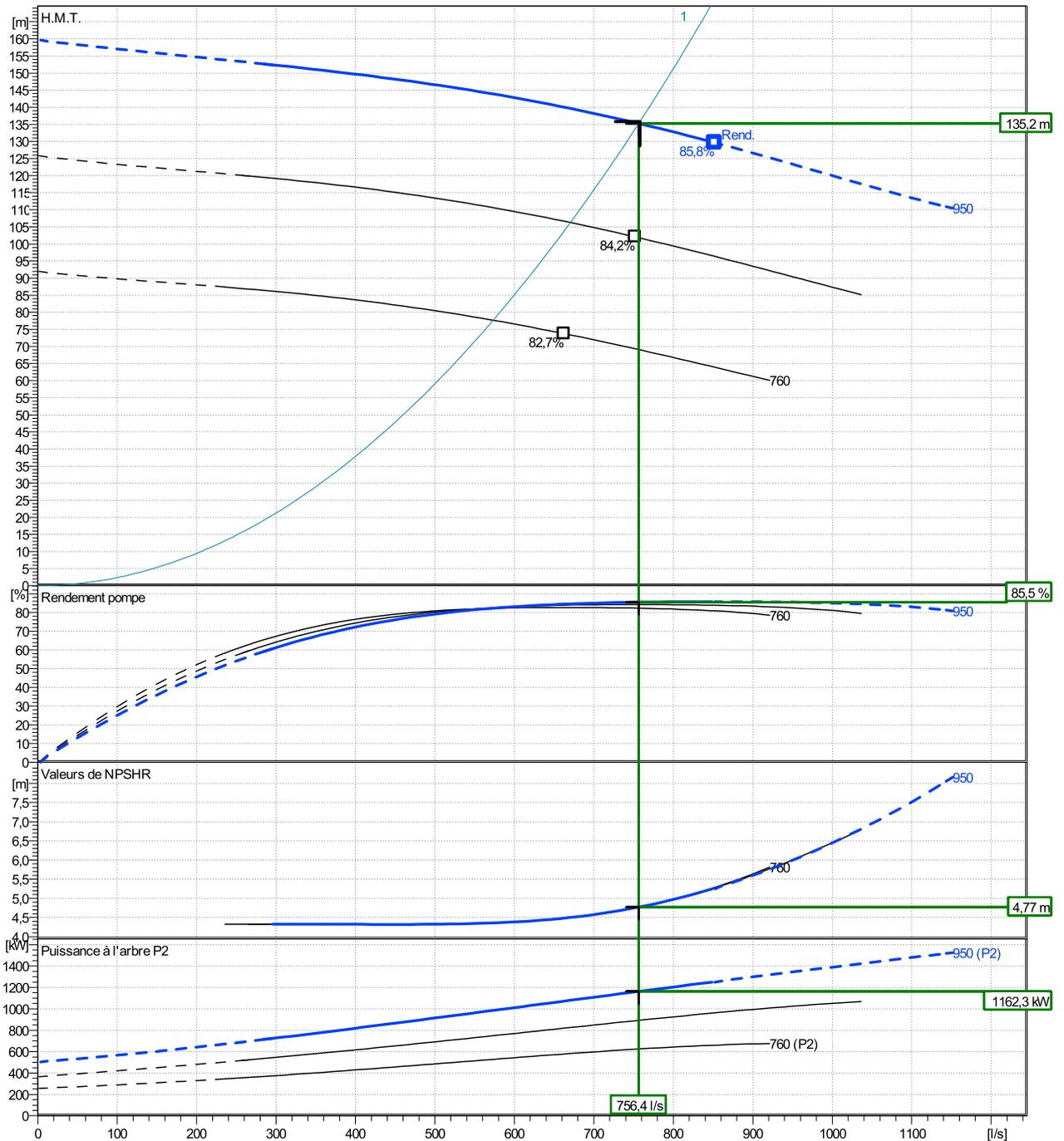
Company name
Contact
Phone number
E-Mail

	Ø inch	Débit Plage de fonct.		η Max. l/s	HMT		Puiss. sur arbre P2			Fréquence	Hz	
		Min. l/s	Max. l/s		H(Q=0) m	η Max. m	P2(Q=0) kW	Max. kW	η Max. kW	Vitesse de fonct. rpm		
Nominale	850	296	849	852	160	130		1520	1250	HMT nominale	m	135,8
Min.	760	/	/	662	92	73,7		/	578	Pression Asp.	kPa	0
Max.	950	/	/	852	160	130		/	1250	Hauteur statique	m	0

Caract. de puissance d'après:

Performances selon ISO 9906: 2012 - Grade Grade 2B

Eau [100%] ; 20°C; 998kg/m³; 1mm²/s



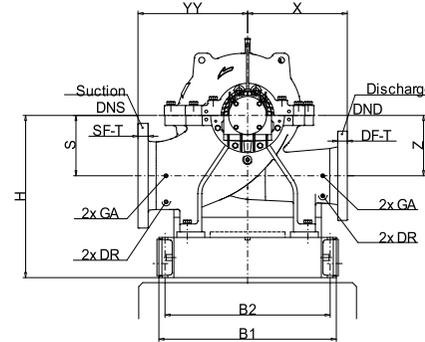
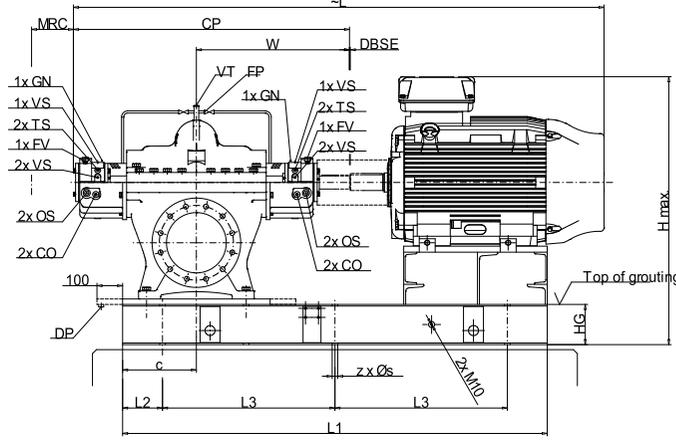
e-XC400-970/12500W/W65ADS4AG

Dimensions

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

Complete Unit with Baseplate
Rotation horaire - v ue coté moteur

3ph Surface Motor - High voltage
HGF 560 B3 1250 kW



- DR ... Drain Rp1/2
- FP ... Flush Rp3/8
- FV ... Fill/Vent Cup Rp3/8 standard
- GA ... Gauge Connection Rp1/2
- GN ... Grease Nipple M10x1 standard
- TS ... Temperature Sensor M10x1
- VT ... VentRp1/2
- VS ..

Rotation: CW View from Mtor to Pump

MRC Minimum removal clearance for bearing and seal maintenance
DBSE ... Distance between shaft ends

Dimensions [mm]

B1	N.A.
B2	N.A.
c	N.A.
CP	2156
DBSE	4
H Max.	N.A.
H	N.A.
HG	N.A.
L	5030
L1	N.A.
L2	N.A.
L3	N.A.
MRC	N.A.
S	550
s	N.A.
W	1188
X	900
YY	1000
Z	550
z	N.A.

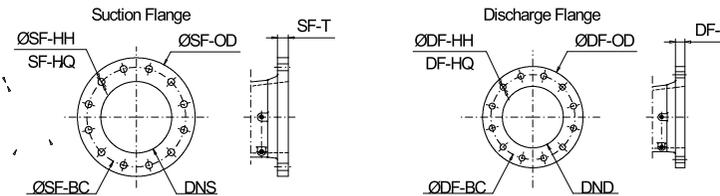
Poids (+/- 5%) 9 505 kg

NOTE: consult factory for any missing dimension (N.A.)

Connexions [mm]

Orifice d'asp.		Base refoulement	
DNs 600		DNd 400	
PN25		PN25	
EN1092-2		EN1092-2	
Type A - Flat Face			
SF-BC	770	DF-BC	550
SF-HH	41	DF-HH	37
SF-HQ	20	DF-HQ	16
SF-OD	845	DF-OD	620
SF-T	69,9	DF-T	57,2

Flange drillings (SF-HH, SF-HQ, DF-HH, DF-HQ) according standard.
Outer diameter (SF-OD, DF-OD) according standard.
Flange thickness (SF-T, DF-T) varies from Standard.



Dimensions

Projet	N° du projet CHIALI Etudiant	Créé par Mourad Boudemia	Créé le 06-03-24	Mise à jour 06-03-24
---------------	--	------------------------------------	----------------------------	--------------------------------

e-XC350-780/W/ADSG

Données techniques

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

Caract. de fonct.

Pompe seule		Fluide	Eau
1 Type de pompe			
2 Nb de pompes	1	Temp. de fonct. °C	20
3 Débit nominal	l/s 758,1	Valeur du pH	7
4 HMT nominale	m 165,6	Densité kg/m ³	998
5 Hauteur statique	m 0	Viscosité cinématique mm ² /s	1
6 Pression Asp.	kPa 0	Tension de vapeur kPa	100
7 Température ambiante	°C 20	Teneur en matières solides g/l	0
8 NPSH disponible	m 0	Altitude m	0

Caract. pompe

Conception Double Suction Split Case Pumps		Execution	Rotation horaire - vue coté moteur	
9			Max.	mm 780
10 Vitesse de fonct.	rpm 1500	Roue	Construction	mm 780
11 Nombre d'étages	1		Min.	mm 624
12 Orifice d'asp.	DNs 400 / EN1092-2 / PN25		Nom.	l/s 816,1
13 Buse refoulement	DNd 350 / EN1092-2 / PN25	Débit	Max.	l/s 970,8
14 Connexion	Type A - Flat Face		Min.	l/s 250,4
15 Pression max (corps)	kPa 2500,1	H.M.T.	Nom.	m 191,9
16 Pression de service max.	kPa 2448,1		A Qmax	m 173,7
17 Type de roue	Roue radiale		A Qmin	m 238,7
18 HMT max. (Q=0)	m 250	Puiss. Abs.	kW 1796,5	
19 Puiss. max. sur arbre	kW 2025,6	Rendement	% 85,37	
20 Poids pompe	kg 2 556,0	NPSH 3%	m 6,96	
21 Poids total	kg Sur dem.			

Matériaux

Pompe		Etanchéité	
22			
23 Casings	Fonte ductile		
24 Roue	Acier inox CF8 (304) [STD]		
25 Shaft Construction	Dry(sleeves) [STD]	Diamètre de GM	
26 Arbre	1.7035 / 40Cr / AISI - 5140		
27 Shaft Sleeves	Acier inox CF8 (304) [STD]		
28 Shaft Sleeve Nuts	Acier inox CF8 (304) [STD]		
29 Casing Wear Ring	Bronze [STD]		
30 Impeller Wear Ring	Acier inox CF8 (304) [STD]		
31 Lantern Ring	Fonte		
32 Seal flush lines	Acier inox CF8 (304) [STD]		
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			

Caract. moteur

Caract. moteur		Accoupl.	
42 Constructeur		Constructeur	
43 Exécution		Séries	
44 Type		Type	
45 Puiss. nom.	Ref.	Taille	
46 Vitesse nom.	Fact. de service	Longueur spaceur mm	
47 Taille	Tension	Poids kg	
48 Poids kg	Diam. d'arbre	Protect. d'accoupl. kg	CG-03 12 kg

Châssis

Châssis		Remarques	
49 Désignation	consult factory		
50 Poids kg	0,0		

Projet	N° du projet	Créé par	Créé le	Mise à jour
	CHIALI Etudiant	Mourad Boudemia	06-03-24	06-03-24

e-XC350-780/W/ADSG

Courbe de performance

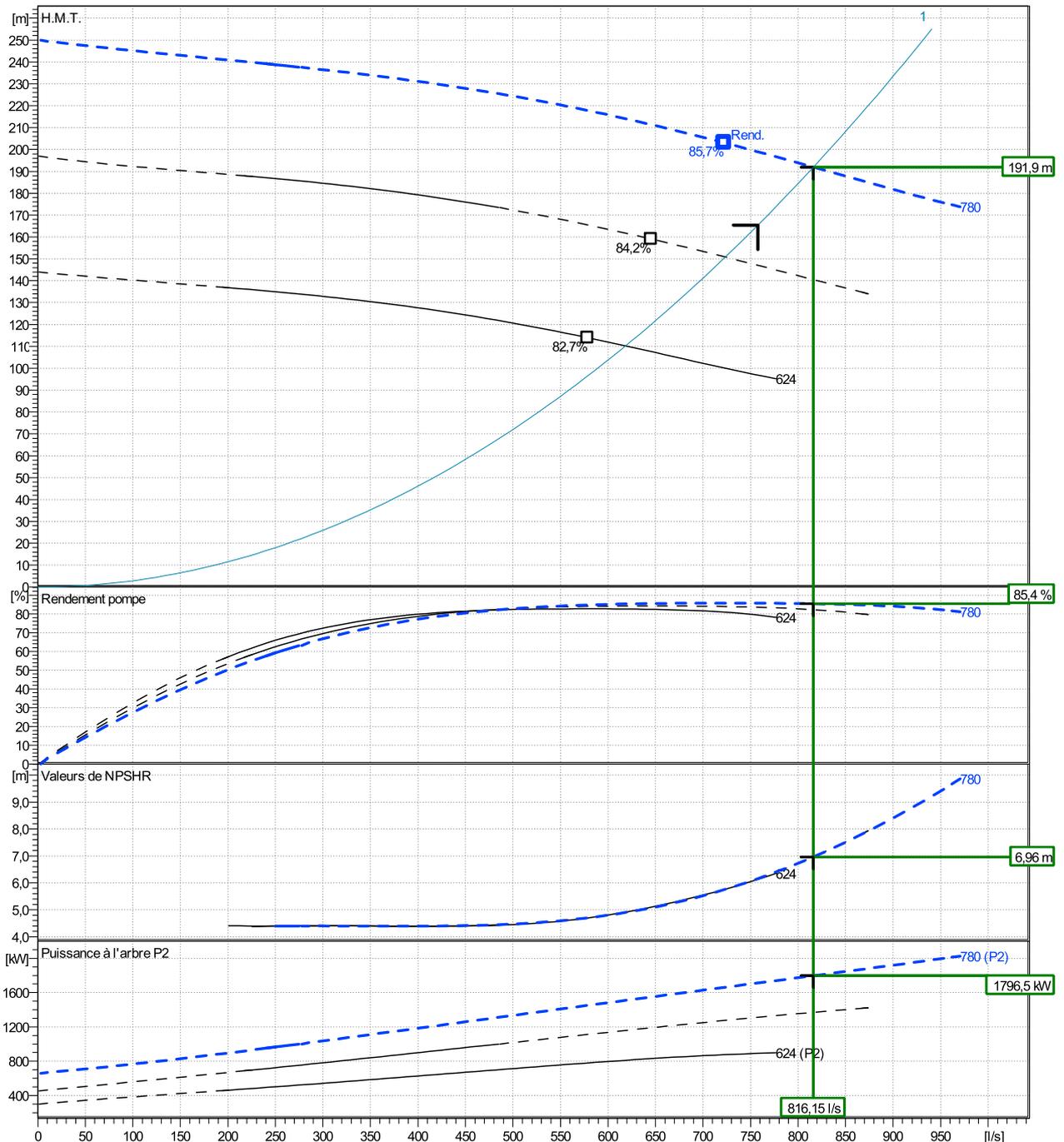
Company name
Contact
Phone number
E-Mail

	Ø inch	Débit Plage de fonct.		η Max. l/s	HMT		Puiss. sur arbre P2			Fréquence	Hz	50
		Min. l/s	Max. l/s		H(Q=0) m	η Max. m	P2(Q=0) kW	Max. kW	η Max. kW	Vitesse de fonct. rpm	1500	
Nominale	624	/	/	722	250	203		2030	1660	HMT nominale	m	165,6
Min.	624	/	/	579	144	114		/	779	Pression Asp.	kPa	0
Max.	780	/	/	722	250	203		/	1660	Hauteur statique	m	0

Caract. de puissance d'après:

Performances selon ISO 9906: 2012 - Grade Grade 2B

Eau [100%]; 20°C; 998kg/m³; 1mm²/s

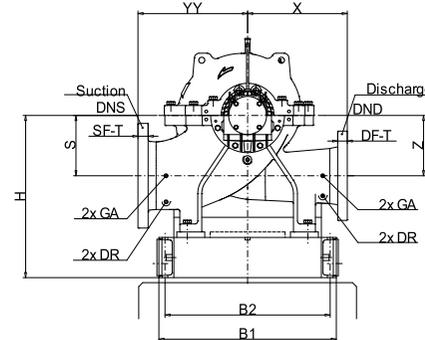
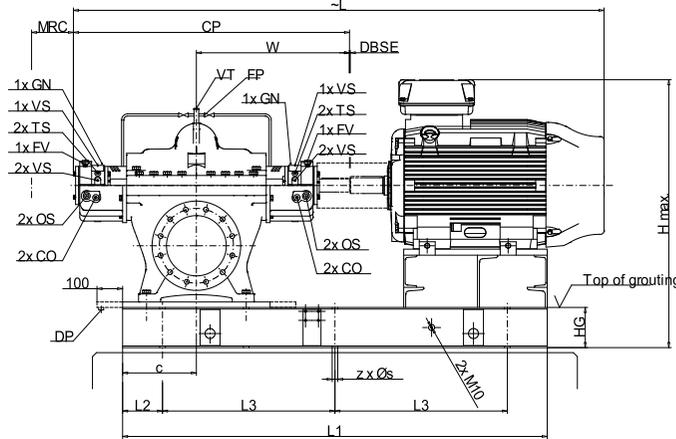


e-XC350-780/W/ADSG

Dimensions

Company name
Contact
Phone number
E-Mail

Complete Unit with Baseplate
Rotation horaire - v ue coté moteur



- DR ... Drain Rp1/2
- FP ... Flush Rp3/8
- FV ... Fill/Vent Cup Rp3/8 standard
- GA ... Gauge Connection Rp1/2
- GN ... Grease Nipple M10x1 standard
- TS ... Temperature Sensor M10x1
- VT ... VentRp1/2
- VS ..

Rotation: CW View from Mtor to Pump

MRC Minimum removal clearance for bearing and seal maintenance
DBSE ... Distance between shaft ends

Dimensions [mm]

B1	N.A.
B2	N.A.
c	N.A.
CP	1963
H Max.	N.A.
H	N.A.
HG	N.A.
L1	N.A.
L2	N.A.
L3	N.A.
MRC	77
S	450
s	N.A.
W	1093
X	750
YY	900
Z	450
z	N.A.

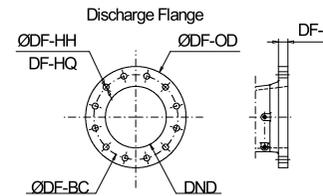
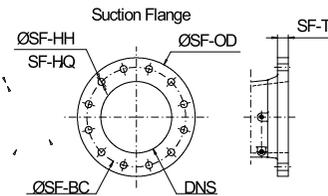
Poids (+/- 5%) Sur dem. kg

NOTE: consult factory for any missing dimension (N.A.)

Connexions [mm]

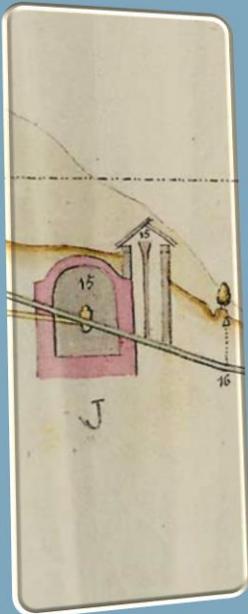
Orifice d'asp.		Buse refoulement	
DNs 400		DNd 350	
PN25		PN25	
EN1092-2		EN1092-2	
Type A - Flat Face			
SF-BC	550	DF-BC	490
SF-HH	37	DF-HH	34
SF-HQ	16	DF-HQ	16
SF-OD	620	DF-OD	555
SF-T	57,2	DF-T	54

Flange drillings (SF-HH, SF-HQ, DF-HH, DF-HQ) according standard.
Outer diameter (SF-OD, DF-OD) according standard.
Flange thickness (SF-T, DF-T) varies from Standard.

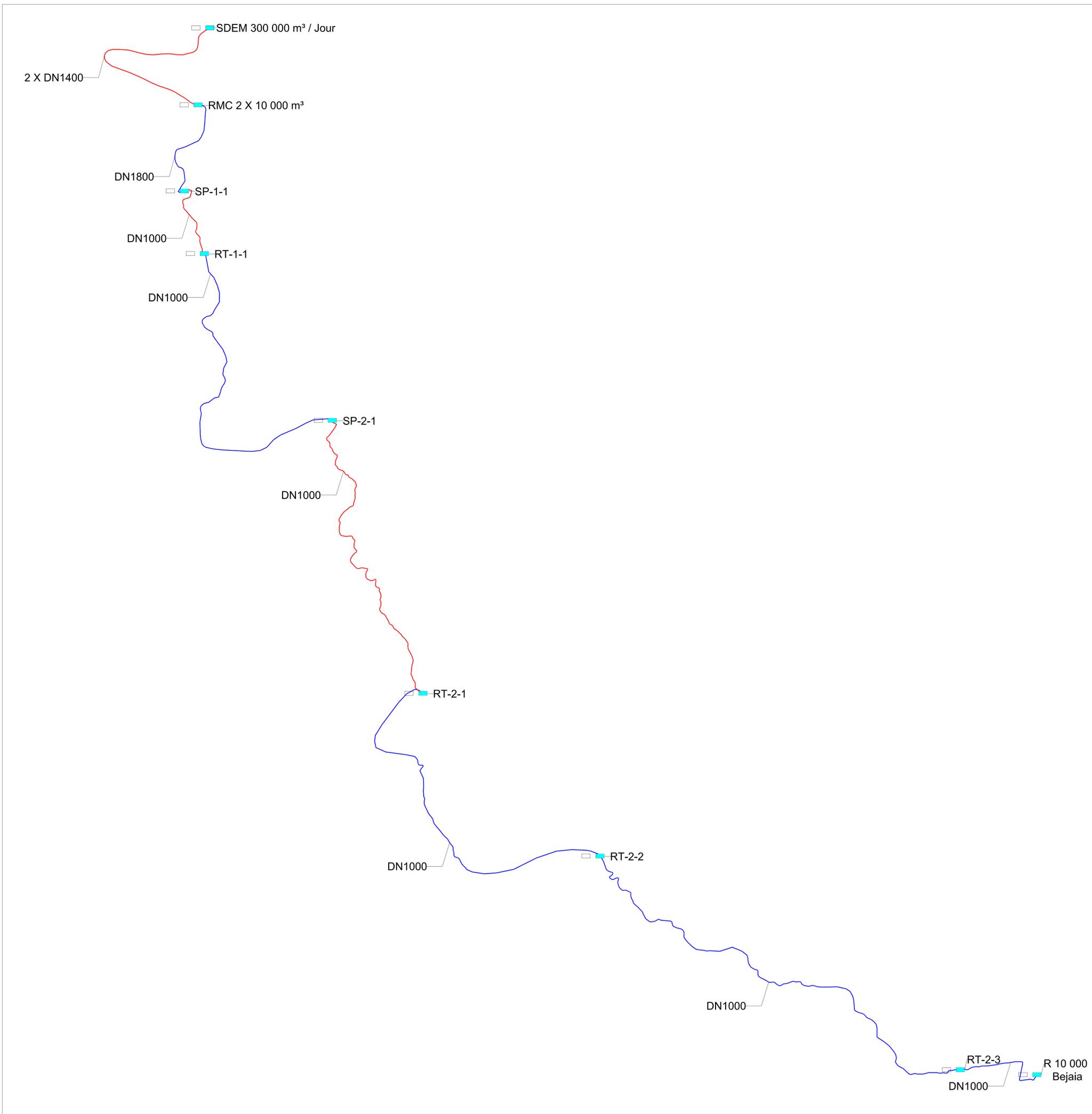


Dimensions

Projet	N° du projet CHIALI Etudiant	Créé par Mourad Boudemia	Créé le 06-03-24	Mise à jour 06-03-24
---------------	--	------------------------------------	----------------------------	--------------------------------



**tracer de la
conduite
d'adduction
de la
SDEM
jusqu'à R-
BEJAIA**



2 X DN1400

SDEM 300 000 m³ / Jour

RMC 2 X 10 000 m³

DN1800

SP-1-1

DN1000

RT-1-1

DN1000

SP-2-1

DN1000

RT-2-1

DN1000

RT-2-2

DN1000

RT-2-3

DN1000

R 10 000
Bejaia

SDEM__RMC 2X10 000 m³

SDEM_BEJAIA

Echelle en X : 1/4100

Echelle en Y : 1/1000

300
NGA

250
NGA

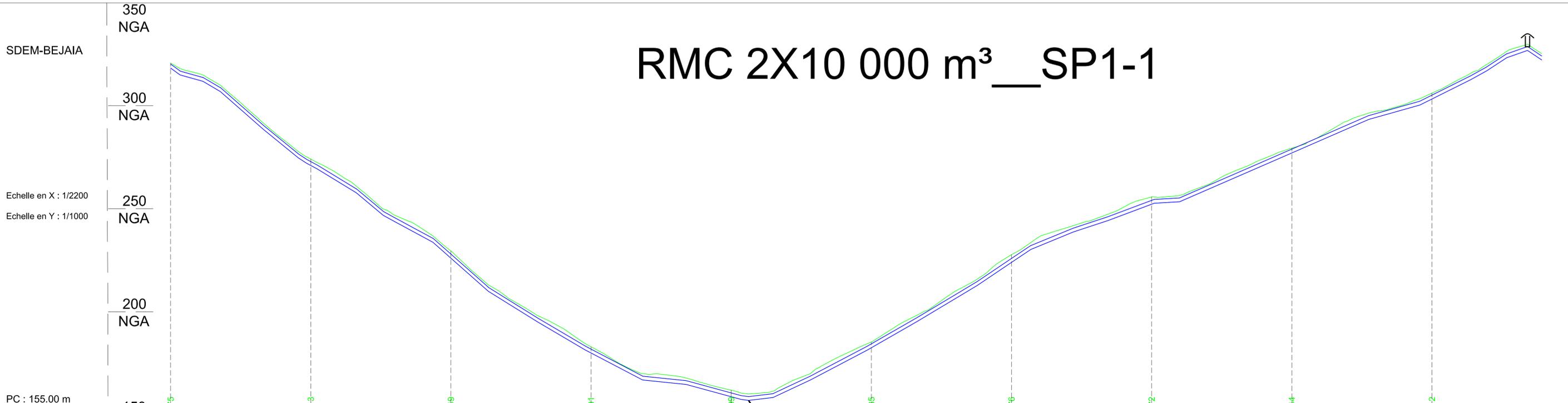
200
NGA

150
NGA

PC : 71.35 m

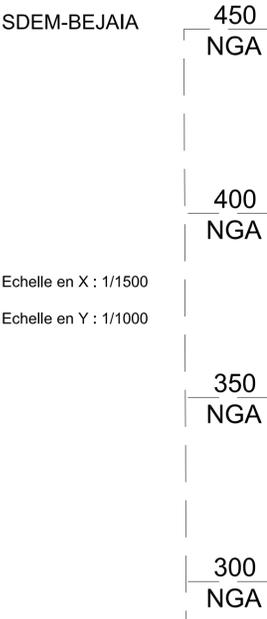
Cotes Terrain Naturel	75.95	83.59	86.34	77.09	81.04	83.88	76.43	80.64	96.22	74.41	96.09	122.98	147.60	164.14	170.60	211.69	262.45	276.98	309.51	320.24
Cotes de pose	73.35	81.15	83.75	74.35	76.68	81.14	73.79	77.95	93.70	72.20	92.09	120.33	143.97	161.55	167.28	209.65	257.17	274.05	306.50	316.69
Profondeurs de pose	2.60	2.44	2.59	2.66	2.36	2.74	2.64	2.70	2.51	2.60	3.91	2.65	3.03	2.59	2.72	2.04	5.28	2.93	3.01	3.55
Distances partielles		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Distances cumulées	0.000	150.000	300.000	450.000	600.000	750.000	900.000	1050.000	1200.000	1350.000	1500.000	1650.000	1800.000	1950.000	2100.000	2250.000	2400.000	2550.000	2700.000	2850.000
Dimensions et Matériaux	FT- 1400																			

RMC 2X10 000 m³__SP1-1



Cotes Terrain Naturel	320.75	274.49	229.49	183.01	161.99	185.95	227.76	255.72	279.44	306.42
Cotes de pose	318.29	271.03	226.02	179.99	158.78	182.54	223.96	252.22	277.08	303.26
Profondeurs de pose	2.46	3.11	3.47	3.02	3.21	2.81	3.80	3.50	2.36	2.86
Distances partielles	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Distances cumulées	0.000	150.000	300.000	450.000	600.000	750.000	900.000	1050.000	1200.000	1350.000
Dimensions et Matériaux	FT- 1800									

SDEM-BEJAIA



Echelle en X : 1/1500

Echelle en Y : 1/1000

PC : 280.00 m

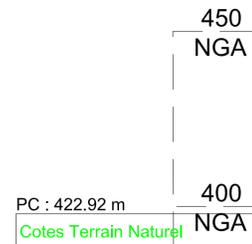
Cotes Terrain Naturel	306.88	322.15	362.81	378.89	393.14	416.63	422.89
Cotes de pose	303.62	319.83	360.14	376.38	390.90	414.51	420.11
Profondeurs de pose	2.46	2.32	2.18	2.50	2.24	2.02	2.18
Distances partielles		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Distances cumulées	0.000	150.000	300.000	450.000	600.000	750.000	900.000
Dimensions et Matériaux	FT- 1000						

SDEM_BEJAJA

SP-2-1_RT-2-1

Echelle en X : 1/6500

Echelle en Y : 1/1000



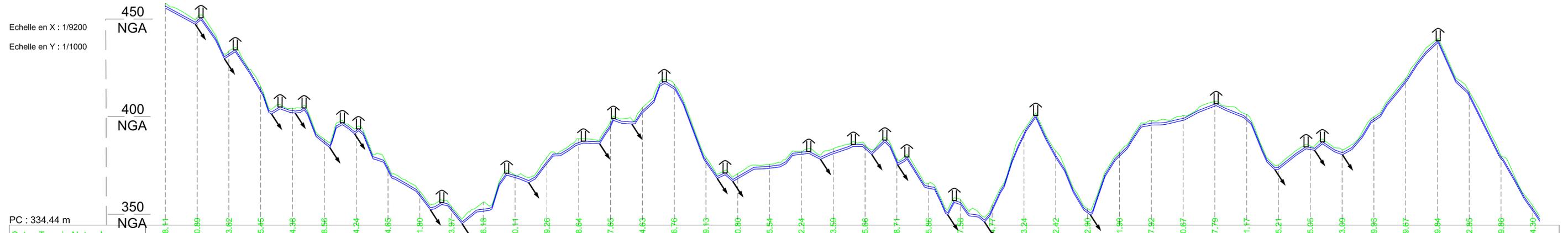
PC : 422.92 m

Cotes Terrain Naturel	427.98	438.78	438.45	441.24	439.84	436.52	442.12	452.22	456.50	477.28	496.67	510.74	528.35	530.71	534.67	531.63	528.61	532.41	539.89	549.85	548.31	537.44	532.20	527.96	528.48	519.79	513.53	519.92	517.78	511.24	530.57	543.75
Cotes de pose	424.92	438.98	436.33	438.68	437.43	434.00	439.92	450.32	456.43	475.12	494.21	508.30	526.16	528.35	531.89	528.52	526.22	530.09	537.39	547.34	545.28	535.03	529.72	525.74	526.02	517.19	511.18	517.78	511.24	527.82	540.52	
Profondeurs de pose	2.46	1.79	2.13	2.56	2.41	2.52	2.19	1.91	2.06	2.16	1.86	2.44	3.19	2.37	2.77	2.51	2.40	2.32	2.50	2.50	3.03	2.41	2.48	2.22	2.46	2.60	2.35	2.13	2.26	2.76	3.23	
Distances partielles		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	
Distances cumulées	0.000	150.000	300.000	450.000	600.000	750.000	900.000	1050.000	1200.000	1350.000	1500.000	1650.000	1800.000	1950.000	2100.000	2250.000	2400.000	2550.000	2700.000	2850.000	3000.000	3150.000	3300.000	3450.000	3600.000	3750.000	3900.000	4050.000	4200.000	4350.000	4500.000	
Dimensions et Matériaux	FT- 1000																															

SDEM_BEJAIA

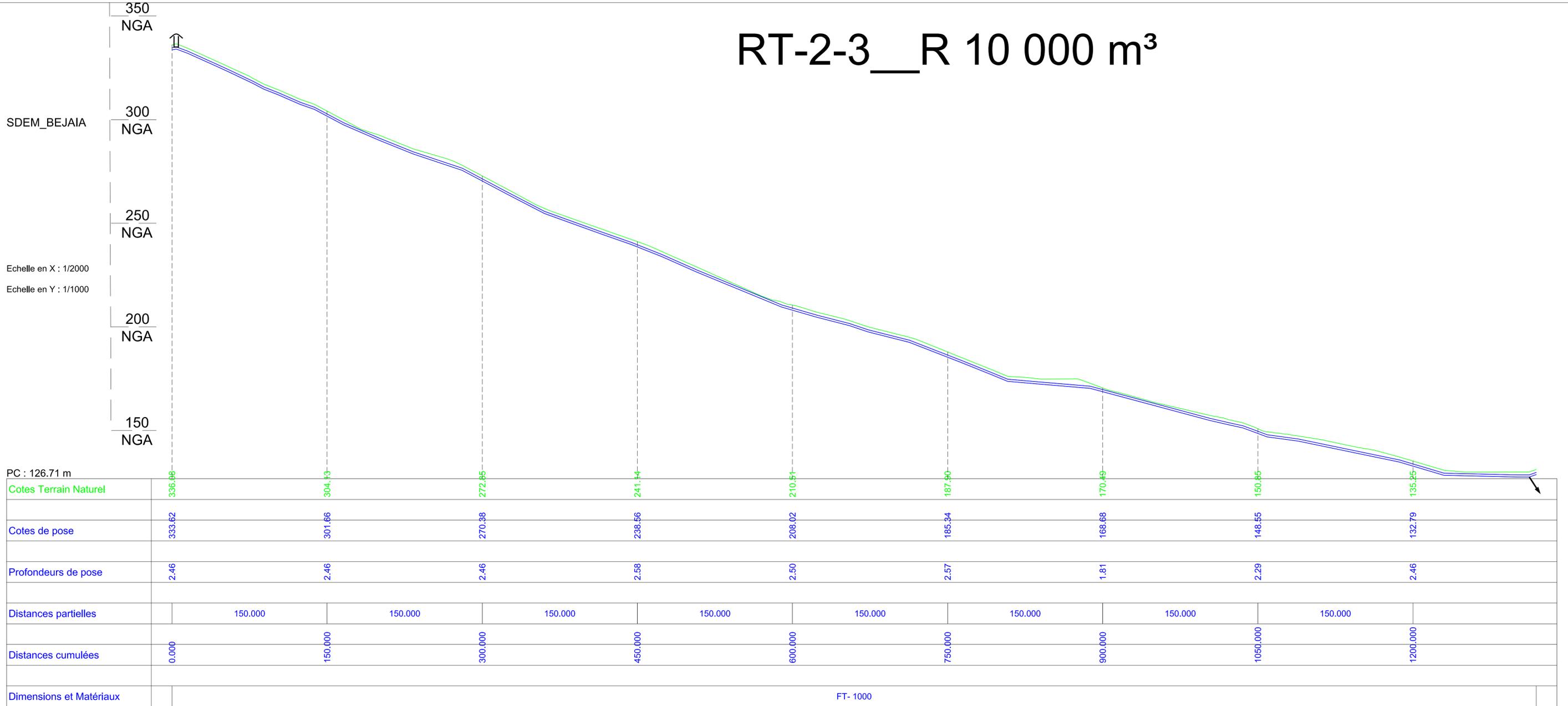
RT-2-2_RT-2-3

Echelle en X : 1/9200
 Echelle en Y : 1/1000
 PC : 334.44 m



Cotes Terrain Naturel	448.41	440.89	423.62	405.45	394.38	378.56	384.24	364.65	351.80	343.97	346.18	360.41	369.26	378.64	387.65	394.63	406.76	369.13	360.80	365.54	372.24	373.59	375.66	366.71	355.86	347.58	347.77	383.24	372.42	342.90	371.99	385.65	388.12	390.67	397.79	391.17	365.21	375.65	373.99	389.93	409.67	429.84	402.85	369.86	344.39
Cotes de pose	445.65	438.09	421.17	402.68	392.07	376.38	381.79	362.38	349.39	341.87	341.58	358.78	365.98	375.71	384.82	391.91	404.16	366.59	358.27	363.59	370.75	370.99	373.68	366.32	353.27	344.98	341.85	380.19	368.97	340.70	369.70	385.65	388.12	395.42	388.18	363.01	373.17	370.58	387.75	407.53	427.63	400.43	368.39	341.61	
Profondeurs de pose	2.46	2.80	2.45	2.77	2.30	2.19	2.44	2.28	2.41	2.10	4.60	1.34	3.28	2.93	2.83	2.73	2.60	2.54	2.53	1.95	1.50	2.60	1.99	2.38	2.59	2.60	2.92	3.05	3.45	2.20	2.20	2.26	2.56	2.38	2.99	2.20	1.88	2.51	2.18	2.14	2.21	2.42	1.49	2.69	
Distances partielles		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Distances cumulées	0.000	150.000	300.000	450.000	600.000	750.000	900.000	1050.000	1200.000	1350.000	1500.000	1650.000	1800.000	1950.000	2100.000	2250.000	2400.000	2550.000	2700.000	2850.000	3000.000	3150.000	3300.000	3450.000	3600.000	3750.000	3900.000	4050.000	4200.000	4350.000	4500.000	4650.000	4800.000	4950.000	5100.000	5250.000	5400.000	5550.000	5700.000	5850.000	6000.000	6150.000	6300.000	6450.000	
Dimensions et Matériaux	FT- 1000																																												

RT-2-3__R 10 000 m³



Résumé

Ce projet vise à résoudre le défi crucial de l'approvisionnement en eau potable de la ville de Béjaïa en exploitant la station de dessalement d'eau de mer située à Tighremt, à l'ouest de la ville. Il inclut une analyse approfondie des besoins actuels et futurs en eau, ainsi que la conception optimisée des infrastructures pour le transport et la distribution de l'eau. Ce travail propose ainsi, des solutions pratiques et durables pour répondre aux défis de gestion de l'eau dans la région.

ملخص

يهدف هذا المشروع إلى حل التحدي الكبير في توفير المياه الصالحة للشرب لمدينة بجاية وذلك باستخدام محطة تحلية مياه البحر الموجودة في تيجرمت، الواقعة في غرب المدينة. يتضمن المشروع تحليلاً شاملاً للاحتياجات الحالية والمستقبلية للمياه، بالإضافة إلى التصميم المحسن للبنية التحتية المخصصة لنقل وتوزيع المياه. يقدم هذا العمل حلولاً عملية ومستدامة للتحديات في إدارة المياه في المنطقة.

Abstract

This project aims to address the significant challenge of providing drinking water to the city of Béjaïa using the seawater desalination plant located in Tighremt, situated in the west of the city. It includes a deep analysis of current and future water needs, along with optimized design of infrastructure for water transport and distribution. This work offers practical and sustainable solutions to the water management challenges in the region.