

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Renforcement de l'alimentation de l' eau potable de la ville d'Ain-Romana par les eaux des sources Malakhal et Yesmet daïra de Mouzaia.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0018-10

APA Citation (توثيق APA):

Boulali, Abdelaziz (2010). Renforcement de l'alimentation de l' eau potable de la ville d'Ain-Romana par les eaux des sources Malakhal et Yesmet daïra de Mouzaia[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

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

DEPARTEMENT SPECIALITES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable

THEME

**Renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville
d'Ain Romana par les eaux des sources Malakhal et
Yesmet daïra de Mouzaia
(W. Blida)**

**Présenté par :
M^r BOULALI ABDELAZIZ**

**Promoteur :
M^r RAISSIO**

Devant le jury composé de :

**Président: M^r B. SALAH
Examineurs: M^r A. HACHEMI
M^r D. KOLIAI
M^r R. KERID
M^{me} H. MEDDI
M^{me} S. OUIR**

juillet 2010

∞ Dédicace ∞

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

- ✚ A mes très chers parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour me voir enfin atteindre cet objectif.*
- ✚ Mes frères et mes sœurs particulièrement (Othmane , Abdellatif ,Saliha ,Nasira et Karima) ;*
- ✚ Mes cousins et cousines.*
- ✚ A toute ma grande famille.*
- ✚ Tous mes amis (Abdelhamid ; AEK; Abderrahmane; Houssine).*
- ✚ A tous les élèves ingénieurs de ma promotion.*

ABDELAZIZ.

Remerciement

Avant tout, je remercie "Allah" qui a illuminé mon chemin et qui m'aide et de me donner le courage pour achever mes études.

Je remercie fortement mon promoteur : M^r RAISSI OMAR de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener a bien ce travail.

Je tiens à remercier aussi :

- ✚ Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail.*
- ✚ Le corps d'enseignants et les étudiants de l'ENSH.*
- ✚ Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.*

ABDELAZIZ.

ملخص:

في اغلب الحالات تكون المصادر المائية الصالحة للشرب بعيدة عن السكان و من اجل هذا السبب يتوجب علينا أن نخطط لوضع قنوات لجر هذه المياه إلى الخزانات. نتطرق في هذه المذكرة إلى دراسة شبكة قنوات لجر المياه وذلك لتزويد بلديه عين الرمانة بالماء الصالح للشرب وذلك من خلال المنابع (يسمط و ماء لكحل) بدائرة موزاية وهذا لتلبية الضروريات الحياتية لهؤلاء السكان.

Résumé :

Dans le plus part des cas les ressources en eau potable se trouvent loin des agglomérations et pour cette raison l'on est obligé de projeter des adductions pour ramener l'eau chez les consommateurs.

Dans le cadre de cette mémoire de fin d'étude on fait une étude d'un réseau d'adductions pour alimenter la commune d'Ain Romana à partir des sources « Yesmet et Malakhal » daïra de Mouzaia dans le but de satisfaire les besoins futurs de consommation de ces agglomérations.

SUMMARY:

In most of the cases, the drinking water resources are far from the urban areas and for this reason, one is obliged to project canals to bring back water to the consumers. Within the framework of this memoir, one makes a study of a net work of canals to feed out drinking water the areas of Ain Romana starting from these sources of "Yesmet et Malakhal " to Mouzaia with the aim of satisfying the need for future consumption of these urban areas.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION GENERALE.....01

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA REGION

1. Situation géographique.....	02
2. Situation administrative.....	02
3. Situation topographique	02
4. Situation géologique	03
5. Situation climatique	06
5.1. Pluviométrie.....	06
5.2. Température.....	06
6. Sismicité.....	06
7. Démographie.....	06
8. Hydrogéologie	07
9. Situation Hydraulique.....	07
9.1. Réseau d'adduction	07
9.2. Réservoir d'eau.....	08
Conclusion.....	08

CHAPITRE II : DEMOGRAPHIE ET ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

1. Introduction.....	10
2. Estimation Des Besoins En eau.....	10
2.1. Consommations domestiques	10
2.2. Consommation public.....	11
a. Besoins scolaires	12
b. Besoins socioculturels.....	12

c. Besoins administratifs.....	12
d. Besoins sanitaires	13
2.3. Consommations Total	13
3. Calcul du débit majeure	13
3.1. Variation de la consommation journalière.....	14
a. Consommation maximale journalière	14
b. Consommation minimale journalière	14
3.2. Variation de la consommation horaire.....	14
a. Consommation maximale horaire.....	14
b. Consommation minimale horaire	15
c. Débit moyen horaire.....	16
d. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant	16
Conclusion.....	20

CHAPITRE III : *ETUDE DU RESEAU D'ADDUCTION*

1. Introduction.....	21
2. Type d'adduction.....	21
2.1. Adduction gravitaire.....	21
2.2. Adduction par refoulement.....	21
2.3. Adduction mixte.....	21
3. Choix du tracé.....	22
4. La ligne piézométrique	22
5. L'air dans les tuyauteries	22
6. Choix du type du matériau de la tuyauterie	23
7. Assemblage et diamètre	23
7.1. Electrosoudage	23
7.1. Soudage bout à bout.....	24
8. Tracé et dimensionnement d'une adduction	24
9. Choix du cite de stockage	24

10. Schéma général de l'adduction reliant : les sources (Yasmet ,Malakhal) et réservoir	24
11. Dimensionnement du réseau d'adductions	26
11.1. Méthode de calcul	26
a. cas gravitaire	26
b. Cas ou la ligne de charge écrête la conduite (B-A)	30
12. Accessoires et pièces spéciales	33
12.1. Les ventouses	33
12.2. Les vannes	33
12.2.1. Robinet vanne	33
12.2.2. Robinet papillon	34
12.3. Les pièces spéciaux	34
12.3.1. Les joints des conduites en frites béton	34
12.3.2. Les clapets	34
Conclusion	35

CHAPITRE IV : *ETUDE DES RESERVOIRS*

1. Introduction	36
2. Généralités	36
3. Emplacement des réservoirs	36
4. Classification et choix de type de réservoir	37
5. Détermination de la capacité du réservoir d'alimentation	37
6. Les équipements de réservoir	40
6.1. L'arrivée de la Conduite d'adduction	40
6.2. Le départ de la Conduite de distribution	40
6.3. Conduite du trop-plein	40
6.4. Conduite de vidange	40
6.5. Conduite BY-PASS	41
6.6. Matérialisation de la réserve d'incendie	41
Conclusion	42

CHAPITRE V : *PROTECTION DES CONDUITES*

1. Protection contre le coup de bélier.....	43
1.1. Définition	43
1.2. Causes du coup de bélier.....	43
1.3. Les risques dus aux coups de bélier	43
a. Cas de la surpression.....	43
b. Cas de dépression.....	44
c. Fatigue de la canalisation.....	44
1.4. Description des phénomènes physiques	44
1.4.1. État d'équilibre d'un système hydraulique.....	44
1.4.2. Onde élastique et oscillation en masse.....	44
1.4.3. Perturbation de l'équilibre, effet sur les pressions	45
1.5. Moyens de protection contre le coup de bélier.....	45
1.5.1. Les volants d'inertie.....	45
1.5.2. Les soupapes de décharge.....	45
1.5.3. Vanne à fermeture lente.....	46
1.6. Protection de la conduite gravitaire reliant les sources et le réservoir d'alimentation contre le coup de bélier	46
2. Protection des conduites contre la corrosion	48
2.1. Définition	48
2.2. Facteurs de la corrosion	48
2.3. Classification de la corrosion	49
2.4. La corrosion électrochimique.....	49
2.5. Mécanisme de la corrosion	49
2.6. Fonctionnement d'une pile de corrosion	49
2.7. Protection contre la corrosion externe	50
2.7.1. Protection cathodique	50
2.8. Corrosion interne des canalisations	51

Conclusion.....	52
-----------------	----

CHAPITRE VI : *QUALITES DES EAUX*

1. Introduction.....	53
2. Caractéristiques physico-chimiques de la source Yesmet et el Ma lakhal.....	53
2.1. Prélèvements d'échantillons d'eau	53
2.2. Résultats d'analyses.....	53
2.3. Classification des eaux des sources Yesmet et Ma lakhal	60
2.3.1. Facies chimiques.....	60
2.3.2. Composition ioniques des eaux.....	62
3. Les paramètres de qualité de l'eau des sources.....	64
3.1. Principaux paramètres de potabilités.....	64
Conclusion.....	68

CHAPITRE VII : *ORGANISATION DU CHANTIER*

1. Introduction	69
2. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain	69
2.1. Matérialisation	69
2.2. Nivellement.....	69
2.3. Excavation des tranchées	69
2.3.1. Enlèvement de la couche végétale	69
2.3.2. Excavation	70
2.3.3. La profondeur de la tranchée.....	70
2.3.4. Largueur de la tranchée	70
2.3.5. Section de la tranchée	70
3. Pose de la conduite.....	71
3.1. Pose en terre.....	71
3.2. Essai sur la canalisation en place.....	71
3.3. Remblaiement de la tranchée	72

4. Calcul des volumes de terrassement	72
a. Décapage de la couche de terre végétale	72
b. Volume des déblais.....	72
c. Aménagement du lit de sable.....	72
d. Volume des remblais	73
e. Volume excédentaire.....	73
5. choix de l'excavateur	73
5.1. Pelle équipée en rétro.....	74
5.2. Pelle équipée en butée.....	74
5.3. Rendement d'exploitation de la pelle choisie	75
6. La durée d'excavation.....	75
7. Elaboration du Planning d'exécution des Travaux	76
7.1. Méthodologie de construction du diagramme	76
7.2. Planification des travaux.....	77
8. Evaluation du projet	80
8.1. Devis estimatif d'établissement de la conduite et de réservoir d'eau.....	80
8.2. Devis estimatif des équipements	81
Conclusion	81

CHAPITRE VIII : *PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL*

1. Introduction.....	82
2. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique	82
2.1. Facteurs humains	82
2.2. Facteurs matériels	83
3. Liste des conditions dangereuses.....	83
4. Liste des actions dangereuses	83
5. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	84
5.1. Protection individuelle	84
5.2. Autres protections	84
5.3. Protection collective	84

5.3.1. Equipement de mise en œuvre du béton	84
5.3.2. Engin de levage	84
5.3.3. Appareillage électrique	84
5.3.1. Equipement de mise en œuvre du béton.....	84
6. Organisation de la prévention des accidents du travail	84
Conclusion.....	86

<i>CONCLUSION GENERALE</i>	87
----------------------------------	----

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE

Liste des tableaux

	Pages
Tab I.1 Les coordonnées des sources Yesmet et Malakhal.....	3
Tab I.2 Précipitations.....	6
Tab I.3 Températures moyennes mensuelles	6
Tab I.4 Evolution de la population à l’horizon d’étude	7
Tab I.5 Caractéristiques des réservoirs.....	8
Tab II.1 Estimation de la population future de la ville	11
Tab II.2 Estimation des Besoins domestiques	11
Tab II.3 Estimation des Besoins scolaires	12
Tab II.4 Estimation des Besoins socioculturels	12
Tab II.5 Estimation des Besoins administratifs	12
Tab II.6 Estimation des Besoins sanitaires	13
Tab II.7 Récapitulation des consommations totales.....	13
Tab II.8 Calcul des consommations maximale et minimale journalières pour la commune	14
Tab II.9 β_{max} en fonction du nombre d’habitants.....	15
Tab II.10 β_{min} en fonction du nombre d’habitants	15
Tab II.11 Calcul des consommations maximales, minimales, et horaires pour la commune	16
Tab II.12 Répartition des débits horaires en fonction du nombre d’habitants.....	17
Tab II.13 Variation des débits horaires de la ville d’Ain Romana	18
Tab III.1 Coefficients K, m, β pour différents types du tuyau	26
Tab III.2 Débits en fonction des diamètres et gradients de perte de charge (acier)	27
Tab III.3 Diamètres des tronçons.....	28
Tab III.4 Diamètres des tronçons.....	29
Tab III.5 Tableau récapitulatif de dimensionnement.....	28
Tab IV.1 Détermination de la capacité du réservoir	39
Tab V.1 Coefficient k pour divers matériaux	46
Tab V.2 Calcul de la célérité	47
Tab V.3 Calcul du temps de retour de l’onde de déformation	47
Tab V.4 Valeurs du coup de bélier	48
Tab VI.1 Résultats d’analyses physico-chimiques de la source Yesmet de l’année 2003	54
Tab VI.2 Résultats du faciès chimique de la source Yesmet	55
Tab VI.3 Résultats d’analyses des eaux de la source de la source Yesmet N°1	56
Tab VI.4 Résultats d’analyses des eaux de la source de la source Yesmet N°2.....	57

Tab VI.5 Résultats d'analyses des eaux de la source de la source Ma lakhal N°1	58
Tab VI.6 Résultats d'analyses des eaux de la source de la source Ma lakhal N°2	59
Tab VI.7 Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (OMS – AFNOR)	64
Tab VI.8 Classification des eaux en fonction du degré Hydrométrique.....	67
Tab VII.1 Récapitulatif des différents paramètres de tranchée:	71
Tab VII.2 Récapitulatif des différents volumes	73
Tab VII.3 Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.....	75
Tab VII.4 Détermination du délai de la réalisation (conduite gravitaire):.....	77
Tab VII.5 Devis estimatif de l'établissement de la conduite et de réservoir d'eau	80
Tab VII.6 Devis estimatif des équipements	81

Liste des figures

	Pages
Fig I.1 Localisation des sources : Yesmet ET Malakhal	4
Fig I.2 Carte géologique de la zone d'étude	5
Fig I.3 coupe géologique de la zone d'étude	5
Fig I.4 : localisation des sources Yesmet et Ma Lakhhal ainsi que le réservoir d'eau.....	8
Fig I.5 Réseau d'adduction de la commune d'Ain Romana.....	9
Fig II.1 graphique de la consommation totale de la région de Ain Romana.....	19
Fig II.2 courbe d'intégration.....	20
Fig III.1 schéma du réseau d'adductions.....	25
Fig III.2 Cas où la ligne de charge écrête la conduite	30
Fig III.3 Divers accessoires.....	35
Fig IV.1 équipement de réservoir	41
Fig IV.2 Matérialisation de la réserve d'incendie	42
Fig V.1 Corrosion interne	48
Fig V.2 Corrosion externe.....	48
Fig V.3 Le fer est protégé, Le Mg est attaqué.....	50
Fig V.4 Corrosion par formation de pile	50
Fig V.5 Protection cathodique par anode réactive.....	51
Fig V.6 Schéma de protection par soutirage de courant.....	51
Fig VI.1 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Yesmet.....	55
Fig VI.2 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Yesmet N° 1	60
Fig VI.3 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Yesmet N° 2	60
Fig VI.4 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Ma lakhhal N°1	61
Fig VI.5 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Ma lakhhal N°2.....	61

Fig VI.6 Composition chimique de la source Yesmet N° 1	62
Fig VI.7 Composition chimique de la source Yesmet N° 2	62
Fig VI.8 Composition chimique de la source Ma Lakhal N°1	63
Fig VI.9 Composition chimique de la source Ma Lakhal N°2	63
Fig VII.1 Pelle mécanique	74
Fig VII.2 Réseau à nœud (conduite gravitaire)	79
Fig VII.3 Plagning des traveaux	81
Fig VIII.1 Organigramme de la prévention.....	86

Liste des planches

Planche -1 : Trace en plan de la conduite d'adduction.

Planche -2 : Plans de situation de la ville de Ain Romana.

Planche -3 : Profils en long de l'adduction projeté.

Planche -4 : Profil en long de point Avers le réservoir d'eau .

INTRODUCTION GENERALE :

Lorsqu'on parle de l'eau on pense à la vie et en aucun cas la vie n'est possible sans l'existence de l'eau ; Ce qui est apparent que l'eau est inépuisable et qui représente les 3/4 de notre planète, tandis qu'en réalité le taux de l'eau douce appropriée à l'homme est très faible et à une forte tendance à se réduire en considérant la croissance démographique et la pollution.

Ce problème qui interpelle plusieurs chercheurs dans le monde est posé avec intensité en ALGERIE.

Devant de telles situations il est impératif de concevoir des systèmes de protection de cette ressource et un système judicieux d'adduction, de stockage et de distribution, afin de satisfaire la demande et de pallier aux pertes.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'études qui est le renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville d'Ain Romana (wilaya de Blida).

Concernent l'adduction des sources existant dans la zone montagneuse vers le réservoir d'Ain Romana, notre projet vise à satisfaire les besoins des consommations futures de ces agglomérations à savoir la population de Ain Romana.

La ressource souterraine ayant considérablement diminuée, et vue la proximité des sources nous proposons un renforcement de la ressource par les eaux des sources Yesmet et Malakhal.

Une vérification de l'état et de la capacité de réservoir est prévue. Par la suite des propositions seront faites suivant les problèmes rencontrés.

CHAPITRE I



PRESENTATION DE LA REGION

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA REGION

1. Situation géographique

La commune d'Ain Romana est située au piémont de la montagne de l'Atlas Blidéen à sept Km (7km) au Sud de la Daïra de MOUZAIA et à dix-neuf km (19km) au Sud-ouest du chef lieu de Blida. La superficie de cette commune est de 101km².

La commune est divisée en plusieurs agglomérations qui sont :

- Rayhan
- Bordj El Amir AEk
- Ain Romana centre
- N'haoua
- Zones éparses [4]

La commune s'étend du Sud vers le Nord sur des zones de montagnes, de piémonts et de plaines.

Le Sud constitue le versant Nord de l'Atlas Blidéen et le Nord correspond à la plaine de Mitidja.

2. Situation administrative

Depuis le dernier découpage administratif de 1984, la commune d'Ain Romana relève de la Daïra de Mouzaia, les limites administratives sont :

- Au Nord la commune de MOUZAIA
- Au Sud la wilaya de MEDEA
- A l'Est la commune de CHIFFA
- A l'Ouest la commune d'OUED DJER et la wilaya d'AIN DEFLA
- Au Nord-Ouest par la commune d'EL AFROUN. [4]

3. Situation topographique

La topographie joue un rôle important dans la conception du système d'alimentation en eau potable. En effet le schéma d'alimentation peut varier d'un relief à un autre, suivant que le terrain est plat ou accidenté. [4]

Le territoire relevant de la commune d'Ain Romana est composé essentiellement de terrain à forte pente.

4. Situation géologique

Notre commune fait partie de la Mitidja qui est un grand bassin alluvionnaire constitué des graviers, de galets avec des argiles en quantités variables. L'épaisseur de ces matériaux diminue dans la Mitidja Ouest. [4]

Pour les sources de Yesmet N°1 et 2 sont localisées respectivement à une altitude de 804 m et de 791 m. La première émergence n'est pas captée alors que la deuxième il y a un système de captage installé au temps du colonialisme. Pour la source de Ma Lakhal où nous avons inventorié deux émergences, elle se situe à une altitude respectivement de 829m et de 828m.

Le tableau suivant donne les coordonnées des sources Yesmet et Malakhal :

Tab I.1 les coordonnées des sources Yesmet et Malakhal

Source	Coordonnées géographiques			Coordonnées LAMBERT		
	X	Y	Z	X	Y	Z
YASMET N°1	36° 22' 11N	002°40'51E	804	498,415Km	341,098 Km	804
YASMET N°2	36° 22'09''N	002°40' 47''E	791	498,315Km	341,037Km	791
MALAKHAL N°1	36°22' 46''N	002°41' 18''E	829	499,088Km	342,177Km	829
MALAKHAL N°2	36°22' 51''N	002°40' 15''E	828	499,613Km	342,331Km	828

(Source bureau d'étude)

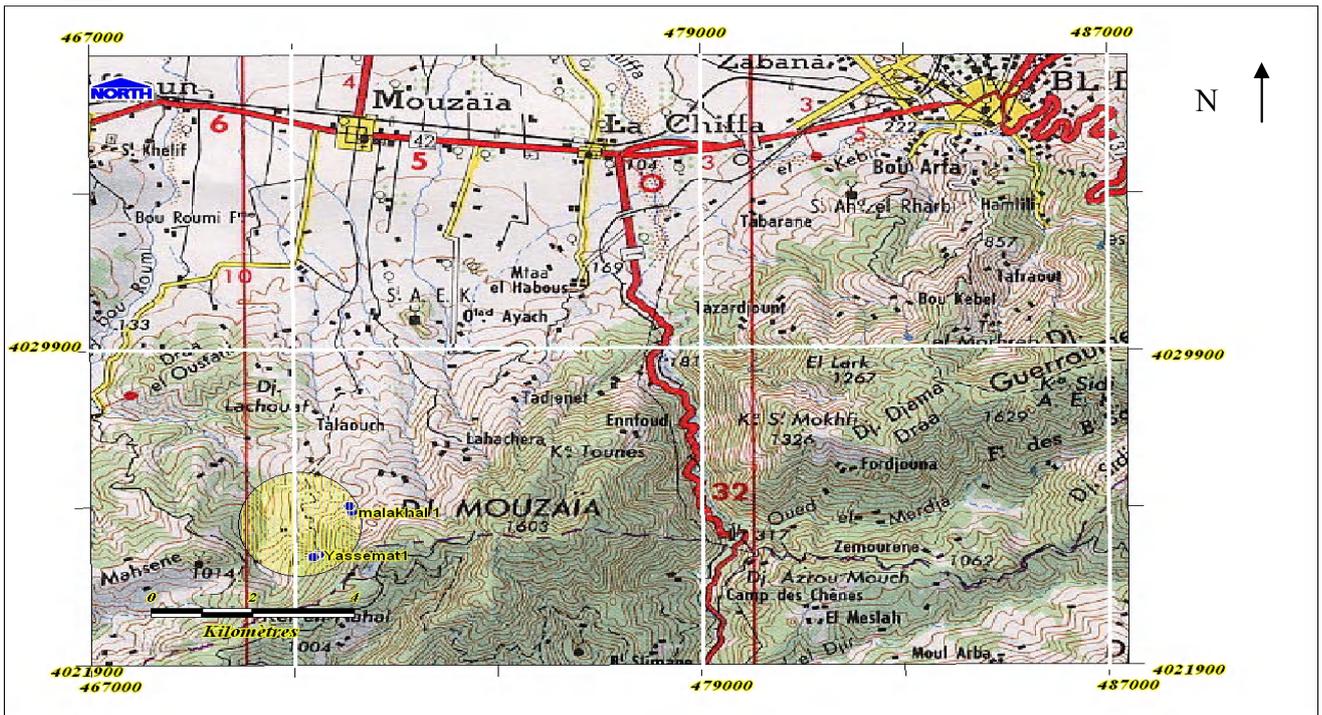


Fig I.1 Localisation des sources : Yesmet ET Malakhal

(Carte topographique au 1/200.000)

(Source ANRH)

L'analyse stratigraphique locale se caractérise par les formations suivantes du plus ancien au plus récent :

➤ **C8-7 Sénonien :**

Marnes bleuâtres ou noirâtres, feuilletées, avec rognons de calcaires jaunes et intercalations de calcaires marneux à empreintes d'incrâmes : c'est le faciès du Sénonien de l'Atlas Mitidjien à fossiles très rares.

Cette puissante formation, fortement plissée écrasée, occupe la majeure partie de la zone crétacée.

➤ **M¹a Grés et poudingues (Cartennien) :**

Développés d'une manière irrégulière à la base de l'étage où ils se trouvent parfois sporadiquement au milieu des marnes schisteuses (Col de Mouzaïa), cette assise est très puissante à la crête des Beni Mahcen, et renferme de nombreux fossiles, clypeaster, pecten, Solarium etc..., au marabout Sidi Brahim Berkrissa .

Ces poudingues sont fortement redressés à l'arête de Raroula, à l'Ouest de hammam-Righa.

➤ **M^{1c} Marnes du Cartennien :**

Calcaire, bleuâtres, à cassure conchoïde, présentant les ravinements caractéristiques, contrastant par leur aridité avec les pentes adoucies des argiles helvétiques. Ces marnes s'intercalent de petits lits de grés à empreintes végétales.

Ces marnes sont brunes et renferment des zones de calcaires noduleux, et présentent des couches de gypse nettement stratifiées (plâtrières d'El Afroun).

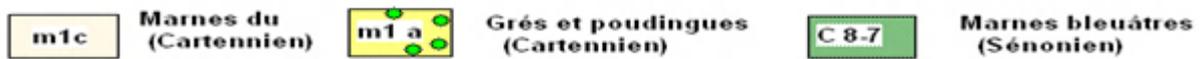
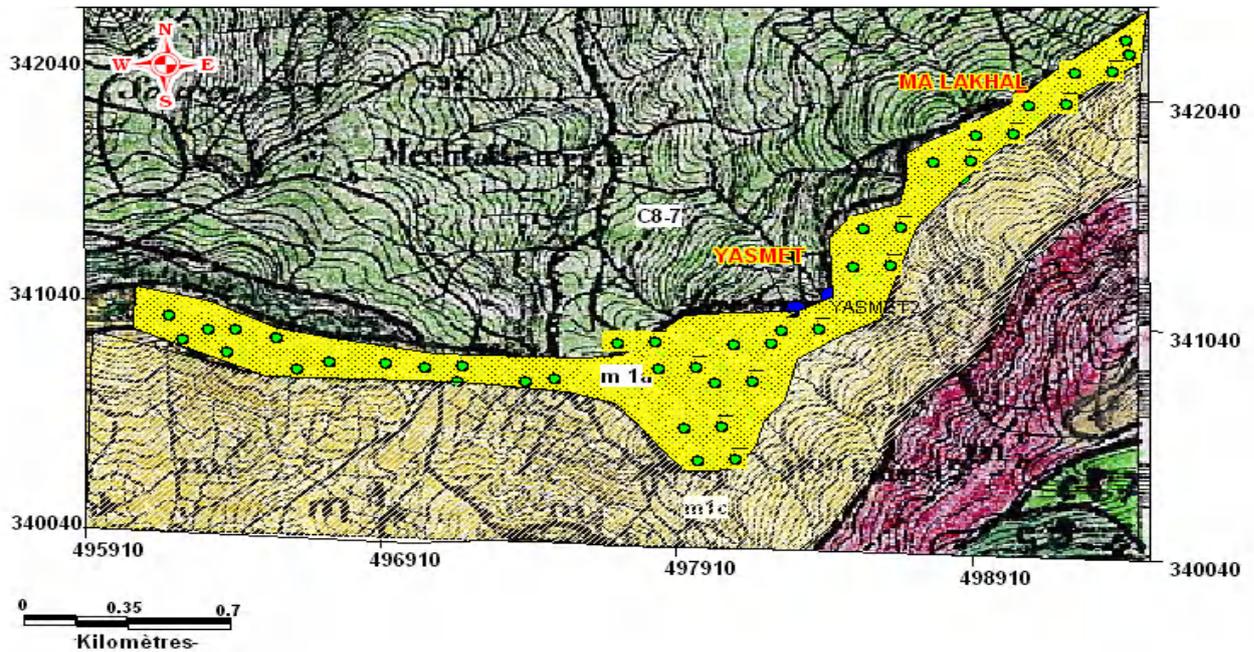


Fig I.2: Carte géologique de la zone d'étude (Source ANRH)

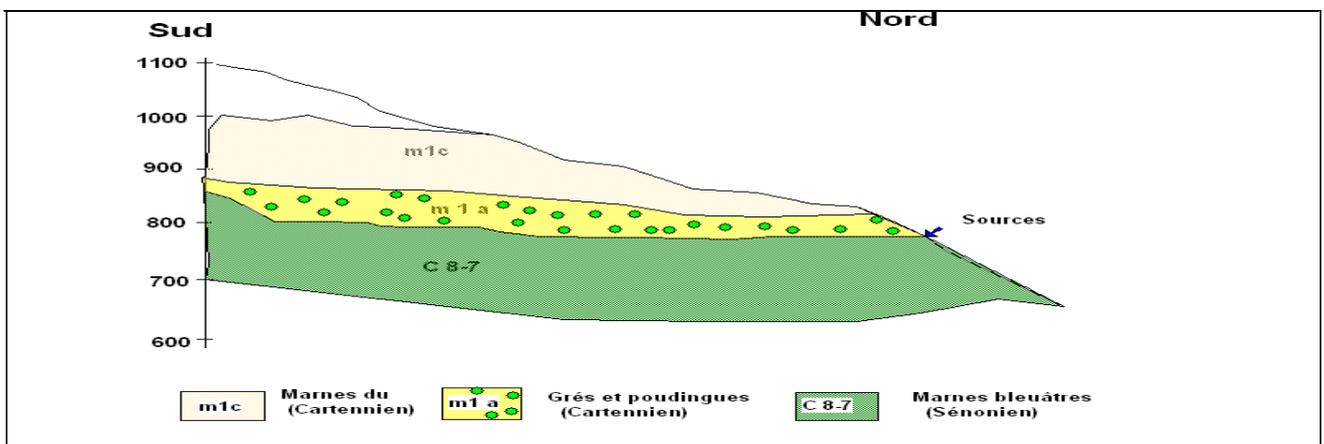


Fig I.3 : coupe géologique de la zone d'étude (Source ANRH)

5. Situation climatologique

Du fait de sa situation géographique, la commune se caractérise par un climat semi-aride, qui présente les caractères principaux suivants :

Un été sec et chaud, un hiver relativement humide et froid. La saison sèche et chaude, s'étale du mois d'Avril au mois de Septembre suivie d'une saison froide et humide du mois d'Octobre au mois Mars.

5.1. Pluviométrie

Cette commune est située dans une zone où la pluviométrie annuelle est comprise entre 600 et 800 mm/an. La répartition des précipitations est très irrégulière à l'échelle annuelle.

Le tableau I.2 donne une Précipitations maximum en Octobre, par contre nous avons un minimum en juin, juillet et Août.

Les valeurs des précipitations maximales journalières pour chaque mois de l'année

2007 sont représentées dans le tableau I.2 :

Tab I.2 Précipitations

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mai	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
P(mm)	38,1	89,5	92	58,3	20,8	11,5	62,3	17,5	55,6	9,4	3,8	0

(Source ANRH)

Répartition mensuelle de la pluviométrie (moyenne de la série pluviométrique 2007-2008 station expérimentale Mouzaia SP, code : 021132).

5.2. Température

La température moyenne du mois le plus froid est de 13,6°C et celle du mois le plus chaud est de 29,5°C. Elles correspondent respectivement au mois de janvier et d'Août.

Tab I.3 Températures moyennes mensuelles

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T_{moy}(°c)	26	22,2	17,8	14,7	13,6	13,9	15,9	17,4	21	25,7	28,8	29,5

(Source ANRH)

6. Sismicité

L'Algérie est découpée en quatre zones séismiques. D'après le découpage de la willaya de Blida se trouve dans la zone deux (2) c'est-à-dire une zone à moyenne sismicité

7. Démographie

L'étude de la population occupe une place fondamentale dans notre étude, dans la mesure où elle fournit des éléments appréciables (type de population, catégorie de sous population, comportement sociaux,... etc.) pouvant déterminer le développement urbain. [4]

D'après le dernier recensement qui a été effectué par le service de l'APC de Ain Romana (2008), la population de la commune a été de 12483habitants, avec un taux d'accroissement de 2,02 % (Source APC d' Ain Romana).

Le tableau ci-après illustre l'évolution, de la population, résidente aux différents ternis de projection.

Tab I.4 Evolution de la population à l'horizon d'étude :

agglomération	Taux d'accroissement	2008	2015	2020
Ain Romana ville	2,02 %	4710	5418	5988

(Source APC d'Ain Romana)

8. Hydrogéologique

Du point de vue hydrogéologique, la plaine de la Mitidja se décomposé en deux section :

La première: en montagne à fort pente, présentée sous la forme de ruissellement.

La seconde : en plaine quand les pentes s'adouissent, la forme de ruissellement concentrés qui constituent les oueds principaux, dont Bouroumi et Chiffa qui se rejoignent pour former la Mazafran leurs débits sont très faible en été, mais l'irrigation est possible grâce à des simples procédés de pompage.

Les nappes aquifères sont exploitées à des moyennes profondeurs (40 à 100m), la réalisation de système de forage est favorable.

les Grés et poudingues Cartennien(M¹a) constituent des formations perméables, permettant la circulation des eaux et forment des nappes d'eaux assez importantes.

L'exutoire de ces nappes constitue les émergences des différentes sources rencontrées dans la région d'étude, entre autres, ceux de Yesmet et Ma Lakhhal dont le débit maximum enregistré est évalué entre 5 à 6l/s durant la période des basses eaux et de 7 à12 l/s pendant la période des hautes eaux pour la source Yesmet. Alors que celle de Ma Lakhhal, le débit est plus modeste, généralement inférieur à 2l/s.

9. Situation hydraulique

9.1. Réseau d'adduction

Le réseau d'adduction (voir fig I.5) existant dans la ville Ain Romana est de longueur 8558,46m.

À partir des deux sources Yasmet et Malakhhal jusqu'au réservoir d'eau de Ain Romana.

9.2. Réservoir d'eau

Le tableau suivant donne les caractéristiques des réservoirs :

Tab I.5 Caractéristiques des réservoirs

agglomération	Capacité du réservoir	CTN(m)	CTP(m)
Ain Romana	500 m ³	309,93	313,93

(Source subdivision de Mouzaia)

CTN : cote du terrain naturel

CTP : cote de trop plein

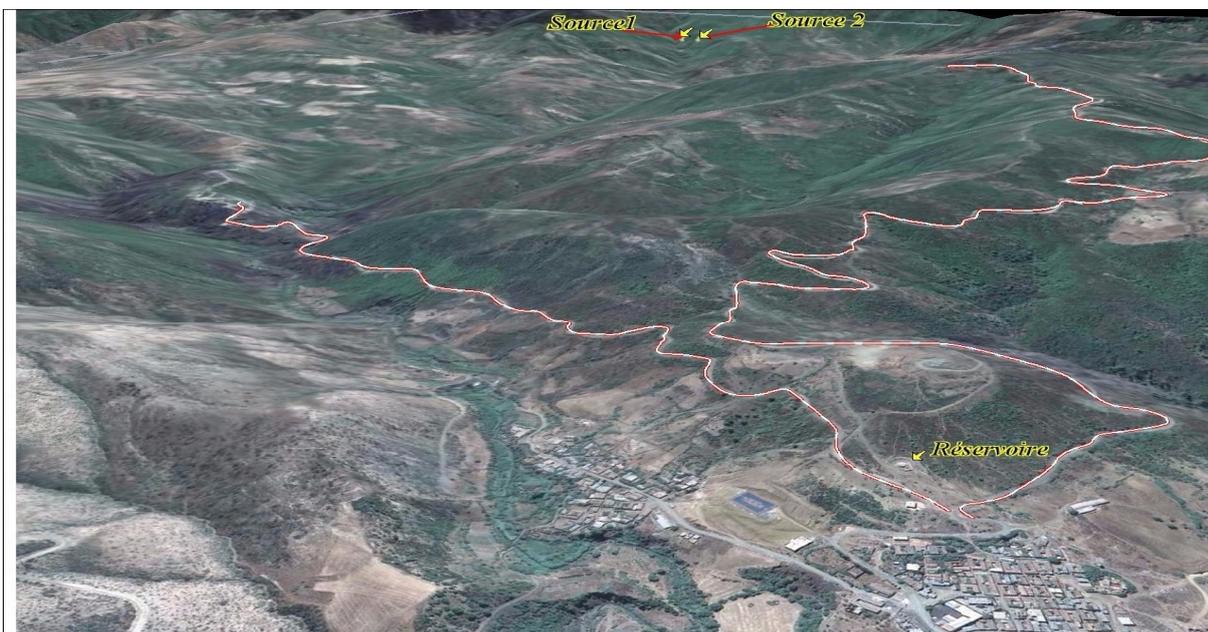


Fig I.4 : localisation des sources Yesmet et Ma Lakhel ainsi que le réservoir d'eau

(Source : Google Earth)

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de représenter la ville, connaître la topographie, le climat et l'état actuel du système d'alimentation en eau potable.

les informations disponibles dans la région à étudier.

Nous allons donc, procéder dans le chapitre qui suit au calcul des besoins en eau de la commune.

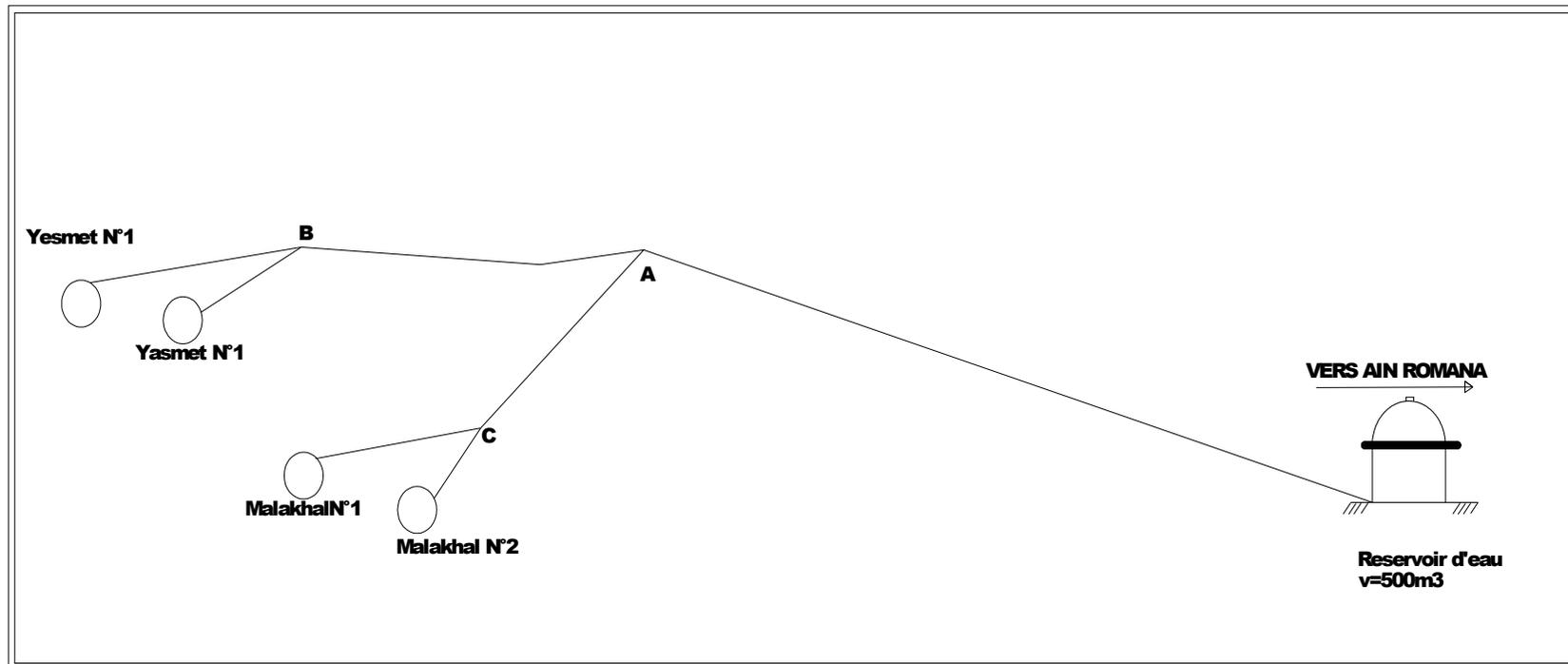


Fig I. 5 Réseau d'adduction de la commune d'Ain Romana

CHAPITRE II



DEMOGRAPHIE ET ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

CHAPITRE II

DEMOGRAPHIE ET ESTIMATION

DES BESOINS EN EAU

1. Introduction

Le présent chapitre a pour objectif la mise en évidence de l'évolution de la population de la zone d'étude ainsi que l'évolution de ses besoins en eau potable et cela à différents horizons.

L'estimation des besoins en eau de la ville d'Ain Romana exige de fixer une norme pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie en fonction des besoins de chaque consommateur et de la capacité de la ressource. Cette estimation en eau dépend aussi d'autres facteurs suivant : (l'évolution de la population, des équipements sanitaires, le niveau de vie de la population, ...). Elle diffère aussi d'une agglomération à une autre.

2. Estimation des besoins en eau

L'évaluation des besoins élémentaires unitaires est délicate, elle dépend de la façon d'utilisation de l'eau. La quantité nécessaire d'eau par exemple pour une douche n'est pas la même d'un usager à un autre et varie avec le mode de vie de la population

Nous allons tenter de déterminer la consommation moyenne journalière, pour chaque type de consommateur.

La consommation moyenne journalière est définie comme étant le produit de la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs, d'où :

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

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

Q_i : dotation journalière en $\text{l}/\text{j}/\text{hab}$.

N_i : nombre de consommateurs.

i : Nombre de groupes. [1]

La totalité des besoins se détermine à partir de la détermination de :

- Consommations domestiques.
- Consommation publique.

2.1. Consommations domestiques

En Algérie il a été constaté que l'évolution démographique suit la loi des accroissements géométriques et donné par la loi des intérêts composés :

$$P_n = P_0 \cdot (1 + t)^n \quad (II.2)$$

P_n : Population à l'année de référence.

P_0 : Population pour l'horizon considéré.

t : Taux d'accroissement annuel de la population %.

N : Nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Tab II.1 : Estimation de la population future de la ville

Agglomération	Taux d'accroissement (%)	Population		
		2008	2015	2020
Ain Romana	2,02	4710	5418	5988

Dotation pour différentes agglomérations :

- Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200à300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

La dotation hydrique estime par la direction d'hydraulique de la wilaya (D.H.W) est de 150 l/j/hab. pour l'année de 2008et de 150 l/j/hab pour l'horizon 2020

Tab II.2 : Estimation des Besoins domestiques

Horizon	Qi (L/j/hab)	Nombre d'habitants 'Ni'(hab)	Qmoyj (m ³ /j)
2020	150	5988	898,2

2.2. Consommation public

Les besoins public (équipements) se présentent comme suit :

- Besoins scolaires.
- Besoins sanitaires.
- Besoins administratifs.
- Besoins socioculturels.

D'après les informations de l'A.P.C on peut estimer les besoins public comme suit :

a. Besoins scolaires

L'estimation des besoins scolaires concernant les différents établissements sont regroupés dans le tableau suivant :

Tab II.3 : Estimation des Besoins scolaires

Horizon	Etablissement	Nombre	Nombre d'élèves(Ni)	Qi (L/j/élève)	Qmoyj(m ³ /j)
2020	Ecole fondamentale	01	508	15	7,62
	C.E.M	01	379	15	5,69
	Total				13,31

b. Besoins socioculturels

L'estimation des besoins culturels concernant les différents établissements sont regroupés dans le tableau suivant :

Tab II.4 : Estimation des Besoins socioculturels

Horizon	Equipements	Effectifs (personnes.)	Dotation (l/j/personne)	Q _{moyj} (m ³ /j)
2020	01 Mosquées	600	15	9
	Total			9

c . Besoins administratifs

L'estimation des Besoins administratifs concernant les différents établissements sont regroupés dans le tableau suivant :

Tab II.5 : Estimation des Besoins administratifs

Horizon	Etablissements	Nombre	Unité	Qi(l/j/hab)	Qmoyj(m ³ /j)
2020	APC	02	employés	5	0,01
	gendarmerie	15	agents	15	0,225
	Garde communale	44	employés	15	0,66
	Total				0,895

d. Besoins sanitaires

L'estimation des besoins sanitaire concernant les différents établissements sont regroupes dans le tableau suivant :

Tab II.6 : Estimation des Besoins sanitaires

Horizon	Etablissements	Unité	Nombre	Qi(l/j/unité)	Qmoyj(m ³ /j)
2020	salle de soins	travailleur	5	5	0,025
	pharmacie	travailleur	2	5	0,01
	Total				0,035

2.3. Consommations Total

Tab II.7 : Récapitulation des consommations totales

Horizon	Catégories des besoins		Qmoyj (m ³ /j)
2020	Besoins domestiques		898,2
	Besoins publics	Besoins scolaires	13,31
		Besoins socioculturels	9
		Besoins administratifs	0,895
		Besoins sanitaires	0,035
	Total		921,44

3. Calcul Du Débit Majoré

Des pertes inévitables d'eau sont dues aux fuites les robinets non ou mal fermes, et principalement aux fuites des canalisations de distribution enterrées ou des canalisations intérieures des immeubles, Alors le débit majoré est calculé selon la valeur de taux de fuite.

La valeur de taux de fuite d'est estimé de 20% selon la direction d'hydraulique de la wilaya (D.H.W).

(A.N) :

$$Q_{\text{moy, j}} = 921,44 * 1,2$$

$$Q_{\text{moy, j}} = 1105,728 \text{ m}^3/\text{j}$$

3.1. Variation de la consommation journalière

a. Consommation maximale journalière

Elle est définie par le **coefficient d'irrégularité journalière maximum** ($K_{max,j}$) qui tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages peuvent être obtenus par le rapport de la consommation maximale journalière à la consommation moyenne journalière.

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moyj}} \tag{II.3}$$

Avec : $K_{max,j} = (1.1 - 1.3)$

On prend $K_{max,j}=1,2$.

Ce coefficient nous permet de savoir de combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

b. Consommation minimale journalière

Elle est définie à partir du **coefficient d'irrégularité journalière minimum** ($K_{min,j}$) qui est déterminé comme étant le rapport de la consommation minimale journalière et la consommation moyenne journalière

$$K_{min,j} = \frac{Q_{minj}}{Q_{moyj}} \tag{II.4}$$

Avec : $K_{min,j} = (0.7 - 0.9)$

Il nous indique de combien de fois la consommation minimale journalière est inférieure à la consommation moyenne journalière.

Les résultats sont représentés dans le tableau II.8:

Tab II.8: Calcul des consommations maximale et minimale journalières pour la commune

Ville	Qmoy, j [m3/j]	Kmin, j	Qmin, j [m3/j]	Kmax, j	Qmax,j [m3/j]
Ain Romana	1105,728	0,8	884,58	1,2	1326,873

3.2. Variation de la consommation horaire

a. Consommation maximale horaire

Elle est représentée par le **coefficient d'irrégularité maximale horaire** ($K_{max,h}$) qui représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. Il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que du degré de confort et du régime de travail de l'industrie.

D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : α_{\max} et β_{\max} ; tel que :

$$K_{\max,h} = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max} \quad (II.5)$$

Avec :

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

➤ β_{\max} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau II.9 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tab II.9 : β_{\max} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β_{\max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,13	1,1

Donc pour notre cas on prend $B_{\max} = 1,4$; d'où la valeur de $K_{\max,h}$ sera :

$$K_{\max,h} = 1,5 * 1,4 = 2,1.$$

$$K_{\max,h} = 2,1 .$$

b. Consommation minimale horaire

Elle est donnée par le **coefficient d'irrégularité minimale horaire** $K_{\min,h}$ qui permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} * \beta_{\min} \quad (II.6)$$

Avec :

➤ α_{\min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de 0,4 à 0,6. Pour notre cas on prend

$$\alpha_{\min} = 0,5.$$

➤ β_{\min} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau II.10 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tab II.10: β_{\min} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β_{\min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,63	0,7

Donc pour notre cas on prend $\beta_{\min} = 0,25$; d'où la valeur de $K_{\min,h}$ sera :

$$K_{\min,h} = 0,5 * 0,25 = 0,125.$$

$$K_{\min,h} = 0,125 .$$

c. Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24} \quad (m^3 / h) \quad (II.7)$$

Avec : - $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;

- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j ;

Donc : $Q_{moy,h} = 1105,728/24$.

$$Q_{moy,h} = 46,072 \text{ m}^3/h$$

Tab II.11.: Calcul des consommations maximales, minimales, et horaires pour la commune

Ville	Qmoy, h [m3/h]	Kmin, h	Qmin, h [m3/h]	Kmax, h	Qmax,h [m3/h]
Ain Romana	46,072	0,125	5,759	2,1	96,751

Dans notre travail nous avons opté pour la détermination du débit de pointe pour la méthode donnant les variations en se rapportant au nombre d’habitants

d. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d’habitant

Le débit horaire d’une agglomération est variable selon l’importance de cette dernière. La variation des débits horaires d’une journée est représentée en fonction du nombre d’habitants dans le tableau II.12 :

Tab II.12.: Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

Remarque :

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on choisie la répartition variant **moins de 10000 hab.** puisque le nombre d'habitants à l'année **2020** sera **5988 hab,** dont la répartition est indiquée dans le tableau II.13.

Tab II.13 : Variation des débits horaires de la ville d'Ain Romana

Heures	Consommation total Q max .j=1326,873m ³ /j		Courbe de la consommation Cumulée (intégrale)	
	%	m3/h	%	m3/h
0-1	01	13,27	1	13,27
1-2	01	13,27	2	26,54
2-3	01	13,27	3	39,81
3-4	01	13,27	4	53,07
4-5	02	26,54	6	79,61
5-6	03	39,81	9	119,42
6-7	05	66,34	14	185,76
7-8	6.5	86,25	20,5	272,01
8-9	6.5	86,25	27	358,26
9-10	5.5	72,98	32,5	431,23
10-11	4.5	59,71	37	490,94
11-12	5.5	72,98	42,5	563,92
12-13	07	92,88	49,5	656,80
13-14	07	92,88	56,5	749,68
14-15	5.5	72,98	62	822,66
15-16	4.5	59,71	66,5	882,37
16-17	05	66,34	71,5	948,71
17-18	6.5	86,25	78	1034,96
18-19	6.5	86,25	84,5	1121,21
19-20	5.0	66,34	89,5	1187,55
20-21	4.5	59,71	94	1247,26
21-22	03	39,81	97	1287,07
22-23	02	26,54	99	1313,60
23-24	01	13,27	100	1326,873
Total	100	1326,873	100	1326,873

Les résultats trouvés nous permettent de tracer les graphiques de la consommation totale et celui de la courbe intégrale (voir Fig II.1, II.2).

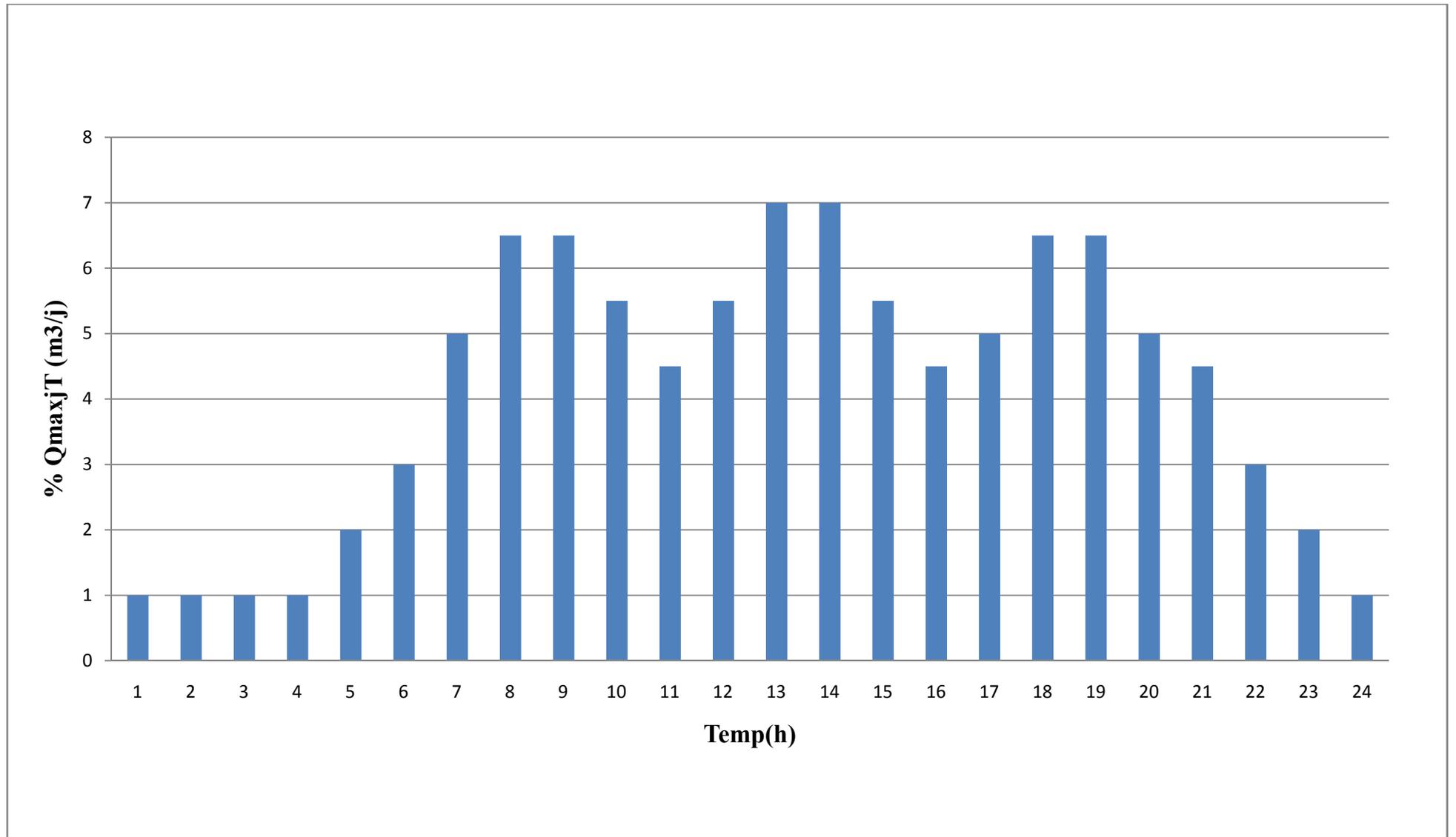


Fig II.1 : graphique de la consommation totale de la région de Ain Romana

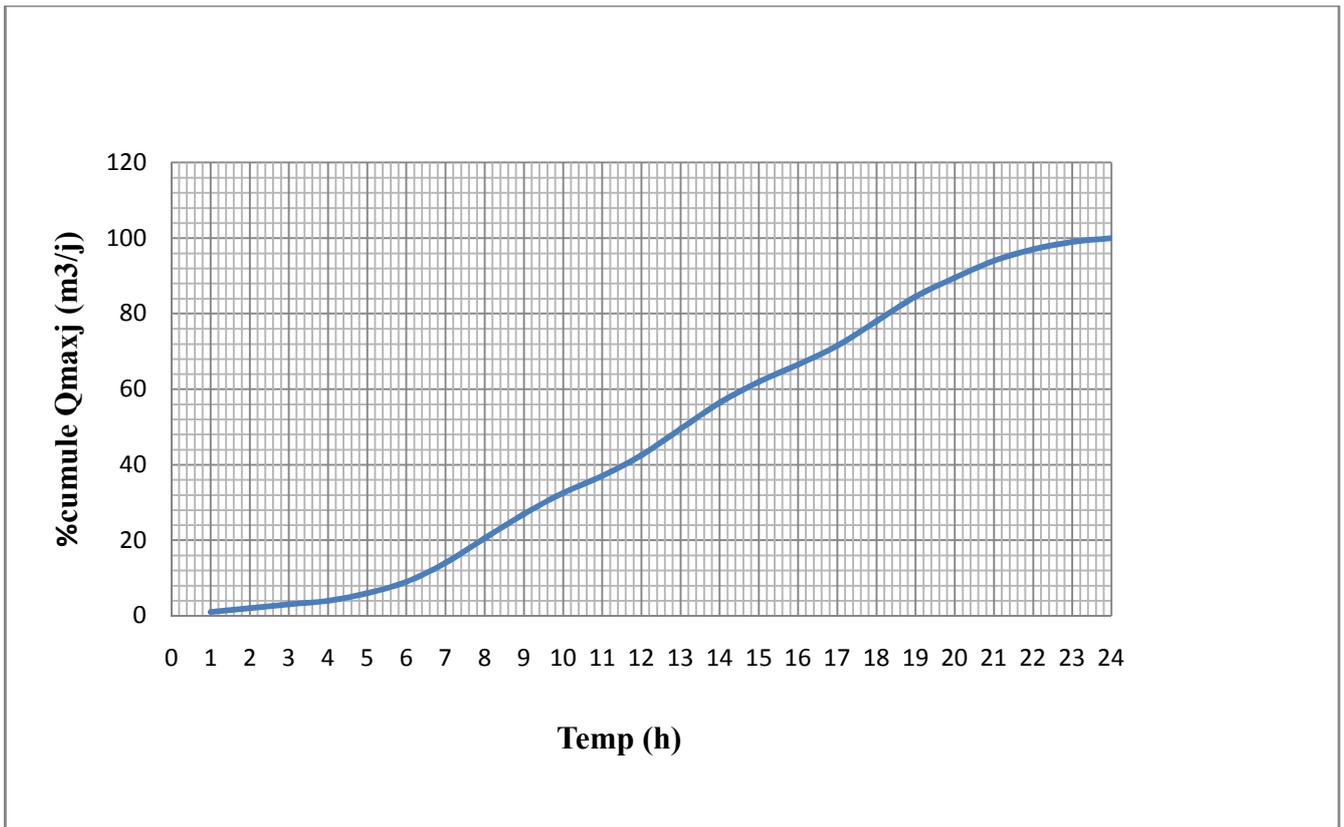


Fig II.2 : courbe d'intégration

Conclusion

En comparant le débit maximum journalier caractérisant la consommation aux débits disponibles pour les deux sources.

On remarque que :

$$Q_{\text{ressource}} = 1123,2 \text{ m}^3/\text{j}.$$

$$Q_{\text{max.j}} = 1326,873 \text{ m}^3/\text{j}.$$

On peut constater que les ressources existantes ne peuvent pas satisfaire la totalité des besoins en eau potable de la ville. Il est donc nécessaire de prévoir d'autres sources d'approvisionnement en plus des sources existantes pour satisfaire la demande.

CHAPITRE III



ETUDE DU RESEAU D'ADDUCTION

CHAPITRE III

ETUDE DU RESEAU D'ADDUCTIONS

1. Introduction

Les adductions sont nécessaires pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage et le point d'accumulation. Dans la pratique ces points sont relativement éloignés l'un de l'autre, parfois ils peuvent se trouver à des distances considérables. Les ouvrages d'adduction sont généralement de grandes dimensions. Nous devons examiner toutes les conditions dans lesquelles devra être établie notre canalisation, tout d'abord du point de vue technique puis économique. Etant donnés les deux aspects sont liés entre eux, l'étude nous permettra de choisir la meilleure solution. [5]

2. Type d'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire.
- Adduction par refoulement.
- Adduction mixte.

2.1. Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

Il existe deux types d'adductions gravitaires :

- à surface libre (non en charge).
- en charge (le plus rencontré).

2.2. Adduction par refoulement

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

2.3. Adduction mixte

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon. [1]

Dans le cas de notre étude, il s'agit d'une adduction gravitaire à projeter, à partir les deux sources Yasmets et Ma lakhal vers le réservoir d'eau.

3. Choix du tracé

Le choix des conduites d'adductions doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter.

Le tracé doit être le plus court possible entre les sources et le réservoir d'accumulation.

Aux points hauts du tracé, peuvent se présenter des bulles d'air difficile à évacuer ou des ventouses seront exigées ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes.

Il serait préférable de suivre les accotements des routes pour faciliter leurs poses et leurs exploitations (détection des fuites, tout dommage...) ainsi un accès rapide pour leurs entretiens et l'acheminement des matériaux. [1]

L'examen des conditions dans les quelles seront établies ces canalisations, aussi bien au point de vue technico-économique.

4. La ligne piézométrique

La ligne piézométrique permet de visualiser la pression exercée par l'eau en chaque point du tracé. Elle correspond au niveau qu'atteindrait l'eau dans un tuyau Vertical connecté sur l'adduction.

5. L'air dans les tuyauteries

Au remplissage ou à la mise en service d'une adduction, le phénomène est particulièrement sensible. Le profil d'une adduction présentant plusieurs points hauts et bas.

Dans de nombreux cas de figure de véritables bouchons d'air se produisent dans les points hauts. D'où la nécessité de respecter les conditions suivantes :

- D'éviter les fonctionnements mixtes, à surface libre et sous pression,
- De localiser les points hauts,
- D'y installer un organe de dégazage : ventouse, brise charge,
- D'accentuer les points hauts dans le cas d'un tronçon de pente très uniforme.

Il est recommandé d'éviter des tracés mous, où les points hauts et les points bas n'apparaissent pas clairement, car il sera impossible de placer l'organe de dégazage de façon optimale. D'autre part, pour les tronçons très plats, on accentuera la pente située en aval de la ventouse.

Pour le choix de l'organe de dégazage il est indispensable de tenir compte de l'effet de l'ouvrage sur le fonctionnement de l'adduction sachant que :

- La vanne de purge n'a pas d'effet sur le fonctionnement, et qu'elle sera actionnée manuellement,
- La ventouse fonctionne automatiquement, et ne casse la pression que si elle est négative,

➤ La brise charge ou la citerne casse la pression, qu'elle soit positive ou négative.

6. Choix du type du matériau de la tuyauterie

Le choix du type de matériau pour l'établissement des conduites dépend essentiellement de leurs aspects techniques et économiques.

Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- Diamètre
- Pressions supportées
- Les conditions d'installation
- Les revêtements
- La disponibilité
- Du prix unitaire
- Du type de sol
- Ne pas omettre d'intégrer le coût de transport qui reste un paramètre important

Dans le projet, nous avons opté pour les conduites en PEHD, la Fonte et l'acier et cela en raison des avantages qu'elles présentent :

- Très économiques
- Disponibilité sur le marché (production locale)
- Permettre une pose simple et adéquate (poids faible)
- Résistance à des grandes pressions (> à 20 bars)
- Réduction des pièces spéciales
- Adaptation aux terrains accidentés parce que le terrain est accidenté (rocheux).
- Une très faible rugosité (conduite lisse, notamment le PEHD)
- L'assemblage des tuyaux se fait par le soudage bout à bout, c'est une technique d'assemblage des thermoplastiques par la fusion des extrémités de deux éléments tubulaires au moyen d'une plaque chauffant (pour les conduites en PEHD).

7. Assemblage et diamètre

7.1. Electro soudage

L'assemblage pour les tubes en PE se fait par trois techniques:

Les raccords électro soudables sont équipés d'un fil résistant intégré au voisinage de la surface qui, après assemblage, se trouvera au contact du tube. Des bornes situées à l'extérieure de la zone de soudage permettent le raccordement de cette résistance à une source d'énergie.

Après grattage, nettoyage et positionnement des pièces à raccorder, la tension est appliquée aux bornes de raccord.

La dissipation, par effet joule, de la puissance électrique provoque une fusion de surface des deux pièces à assembler.

Un mélange intime entre les PE du tube et du raccord assure la cohésion et l'étanchéité parfaite entre le raccord et le tube.

7.1. Soudage bout à bout

Le soudage bout à bout par élément chauffant est utilisé pour assembler les tubes et raccords en PE d'épaisseurs identiques et d'indices de fluidité compatibles entre eux (entre 0,2 et 1,3 g/10 min).

Ce procédé consiste à porter à la température de soudage, par un outil chauffant (Miroir), les extrémités des tubes et/ou raccords.

Après avoir retiré l'outil chauffant, les extrémités plastifiées sont mises en contact et sont maintenues en pression l'une contre l'autre pendant un cycle complet de refroidissement.

Une bonne soudure bout à bout, exécutée correctement, reconstitue parfaitement la continuité de la canalisation avec une résistance mécanique identique.

Le soudage bout à bout ne peut être effectué qu'à partir du diamètre 90mm.

8. Tracé et dimensionnement d'une adduction

Le tracé et le dimensionnement d'une adduction seront établis après avoir soigneusement étudiés les besoins (quantité d'eau à fournir, et type d'agglomération...) Il faudra ensuite sélectionner la source répondant à ces contraintes, et définir un stockage éventuel (capacité et localisation).

9. Choix du site de stockage

Le choix du site de stockage est un élément délicat, on tâchera de répondre aux normes suivantes

- Assurer une pression de 5 à 10 m sur chaque fontaine (le débit normal d'un robinet est de 0,2 l/s) ;
- Etre plus près des usagers ;

10. Schéma général de l'adduction reliant : les sources (Yasmet ,Malakhal) et réservoir

D'après les données le schéma de l'adduction gravitaire et les débits sont réparti comme suit :

- **Source Yesmet :**
 - Yesmet N°1 de cote terrain $C_{\text{YESMETN}^{\circ}1}=804\text{m}$ et de débit $Q = 4,5\text{l/s}$.
 - Yesmet N°2 de cote tarainn $C_{\text{YESMETN}^{\circ}2}=791\text{m}$ et de débit $Q = 3,5\text{l/s}$.
- **Source Malakhal:**
 - Malakhal N°1 de cote terrain $C_{\text{MALAKHALN}^{\circ}1}=829\text{m}$ et de débit $Q = 2\text{l/s}$.
 - Malakhal N°2 de cote terrain $C_{\text{MALAKHALN}^{\circ}2}=828\text{m}$ et de débit $Q = 3\text{l/s}$.
- **Réservoir d'eau :**
 - $R500\text{ m}^3$ Ain Romana de cote radier $C_R= 309,93\text{m}$, et de trop plein $C_{\text{TP}}=313,93\text{m}$

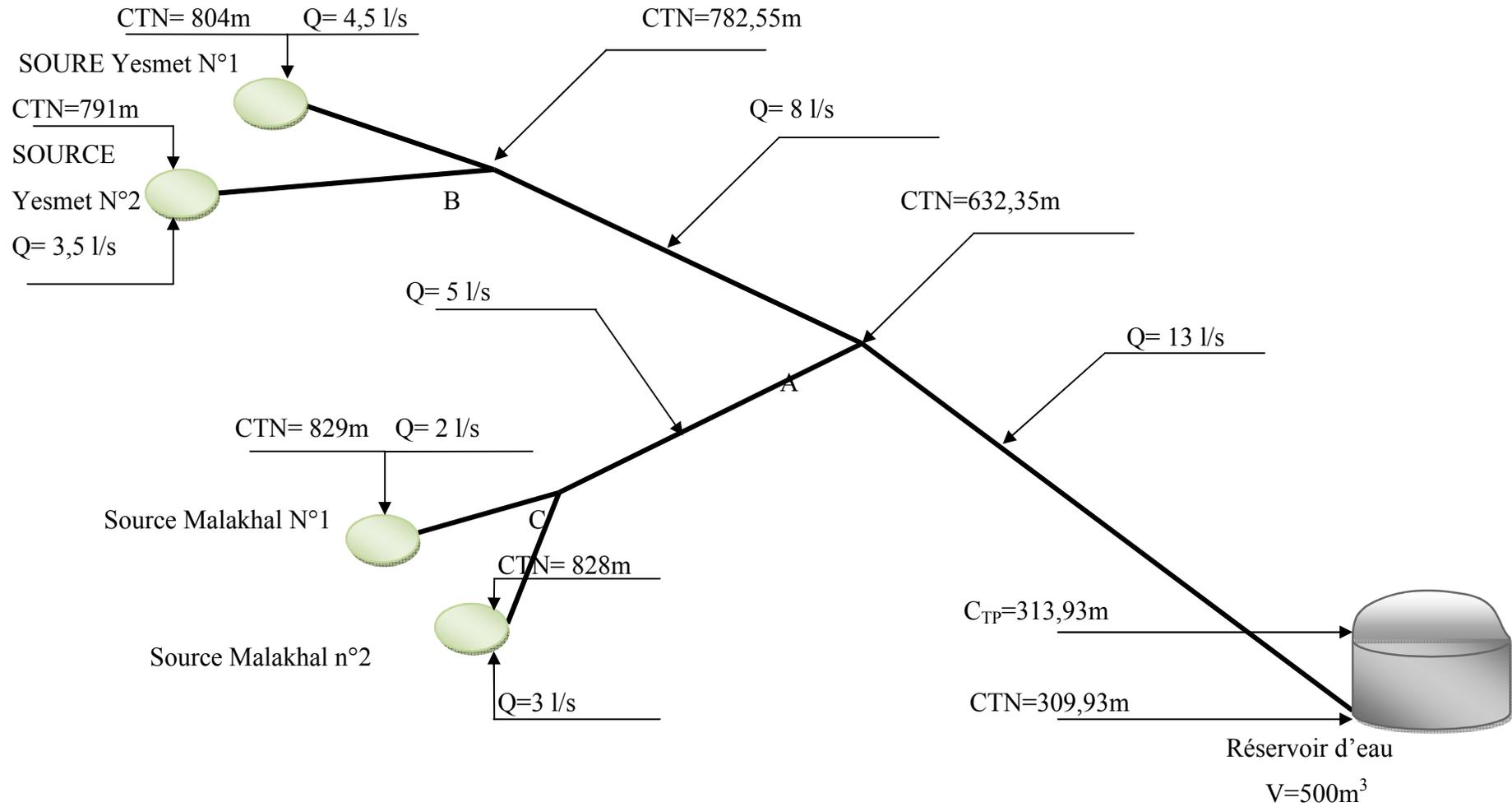


Fig III.1 : schéma du réseau d'adductions gravitaire.

11. Dimensionnement du réseau d'adduction

11.1. Méthode de calcul

a. Cas gravitaire :

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge dans une conduite est celle de DARCY :

$$\Delta H = \frac{K' \cdot Q^\beta}{D^m} \cdot L \quad (\text{m}) \quad (\text{III.1})$$

Telle que:

K' : Coefficient de frottement ;

Q : débit véhiculé (m^3/s) ;

L : longueur de la conduite gravitaire (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

β, m : coefficients dépendant du type de matériau et de type d'écoulement.

Tab III.1: Coefficients K, m, β pour différents types du tuyau

Tuyau	K'	m	β
Acier et fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

Nous avons utilisé les conduites en acier, alors on prend les coefficients $K=0,001735$, $m=5,3$ et $\beta=2$.

➤ Calcul de la charge disponible entre yesmet N°1 et le point B

Pour calculer la charge disponible on prend toujours le point le plus défavorable, dans notre cas le point d'extrémité de resrvoir d'eau c'est le point le plus défavorable

- Resrvoir d' Ain Romana de cote radier $C_R=309,93\text{m}$, et de trop plein $C_{TP}=313,93\text{m}$
- La source Yesmet de cote $C_R=804\text{m}$
- Longueur de la conduite **7442.09 m.**

Puisque le diamètre est inconnu on parle de la charge disponible :

Donc :

$$\Delta H_d = C_{YESMETN^{\circ}1} - C_{RESERVOIR} = 804 - 313.93 = 490.07 \text{ m} \quad (\text{III.2})$$

➤ Calcul du gradient hydraulique (I_{moy}):

$$I_{moy} = \frac{\Delta H_d}{L} = \frac{490,07}{7442,09} = 0,0658 \text{ m/m} \quad \text{(III.3)}$$

➤ Calcul de diamètre de chaque tronçon :

D'après le gradient hydraulique (I_{moy}) et le débit on choisie les diamètres de chaque tronçon à l'aide de tableau suivant :

Tableau III-2 : Débits en fonction des diamètres et gradients de perte de charge (acier)

Extrait de l'ouvrage d'Alimentation en Eau Potable d'ABRAMOV Ed. 1982.

Q (l/s)	0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.2	2.2	2.5	3.0	3.5
D(mm)	50	50	50	50	50	50	75	75	75	75
1000i	1.43	3.97	7.61	160	27.3	32.6	4.51	5.77	7.97	10.7
Q(l/s)	4.0	4.5	5.0	5.2	5.2	5.5	6.00	7.00	8.0	9.1
D(mm)	75	75	75	75	100	100	100	100	100	100
1000i	13.6	16.9	20.5	22.0	5.40	6.00	7.03	12.0	12.0	15.2
Q (l/s)	9.1	10	11	12	13	13.8	13.8	16	18	20
D(mm)	125	125	125	125	125	125	150	150	150	150
1000i	6.49	7.72	9.21	10.8	12.6	14.0	6.02	8.05	10.0	12.2
Q (l/s)	22	23.6	23.6	25	30	35	40	44	44	50
D(mm)	150	150	200	200	200	200	200	250	250	250
1000i	14.5	16.5	3.94	4.38	6.14	8.18	10.5	12.5	4.29	5.45
Q (l/s)	55	60	65	71	71	80	90	100	103	103
D(mm)	250	250	250	250	300	300	300	300	300	350
1000i	6.50	7.64	8.88	10.5	4.50	5.63	7.00	8.53	9.01	4.29
Q (l/s)	110	120	130	140	144	144	150	160	170	180
D(mm)	350	350	350	350	350	400	400	400	400	400
1000i	5.03	5.92	6.87	7.89	8.31	4.31	4.65	5.24	5.87	6.53
Q (l/s)	190	200	217	217	220	240	260	280	300	320
D(mm)	400	400	400	500	500	500	500	500	500	500
1000i	7.23	7.96	9.20	3.20	3.30	3.89	4.52	5.19	5.93	6.66
Q (l/s)	340	360	380	400	420	440	460	480	500	505
D(mm)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
1000i	7.47	8.31	9.21	9.21	11.1	12.1	13.2	14.3	15.5	15.8

On obtient les résultats dans le tableau suivant

Tableau III-3: Diamètres des tronçons

tronçons	Q(m ³ /s)	I _{moy} (m/m)	Diamètre(mm)
YESMET 1-B	4,5	0,0658	75
YESMET 2-B	3,5	0,0658	75
B-A	8	0,0658	100
Malakhal1-C	2	0,0658	50
Malakhal2-C	3	0,0658	75
C-A	5	0,0658	75
A - réservoir	13	0,0658	125

➤ **La cote piézométrique de point A et point B :**

La cote piézométrique de point A et point B c'est détermine par la formule suivant :

Pour le point A :

$$CP_A = CP_R + I_{moy} * L_{AR}$$

Sachant que

CP_A: cote piézométriques de point A

CP_R : cote trop plien de réservoir d'eau

$$CP_A = 309,93 + 0,0658 * 5604,72$$

$$CP_A = 678,72m$$

Pour le point B:

$$CP_B = CP_A + I_{moy} * L_{BA}$$

Sachant que

CP_B: cote piézométriques de point B

CP_A : cote piézométriques de point A

$$CP_B = 678,72 + 0,0658 * 1749,2$$

$$CP_B = 793,82m$$

➤ **Calcul de la charge disponible entre MALAKHAL N°1 et le point A :**

Pour calculer la charge disponible on prend toujours le point le plus défavorable, dans notre cas le point d'extrémité c'est le point A le plus défavorable

- La source Malakhal N°1 de $C_{\text{MalakhaN}^\circ 1} = 829 \text{ m}$
- CP_A : cote piézométriques de point A $C_A = 678,72 \text{ m}$
- Longueur de la conduite **1038.66 m.**

Puisque le diamètre est inconnu on parle de la charge disponible :

Donc :

$$\Delta H_d = C_{\text{YESMETN}^\circ 1} - C_{\text{RESERVOIR}} = 829 - 678,72 = 150,28 \text{ m}$$

➤ **Calcul du gradient hydraulique (I_{moy}):**

$$I_{\text{moy}} = \frac{\Delta H_d}{L} = \frac{150,28}{1038,66} = 0,1446 \text{ m/m}$$

➤ **Calcul de diamètre de chaque tronçon :**

D'après le gradient hydraulique (I_{moy}) et le débit on choisie les diamètres de chaque tronçon à l'aide de tableau III-2 :

On obtient les résultats dans le tableau suivant

Tableau III-4: Diamètres des tronçons

tronçons	Q(m ³ /s)	Imoy(m/m)	Diamètre(mm)
MALAKHAL 1-C	2	0,1446	50
MALAKHAL 2-C	3	0,1446	50
C-A	5	0,1446	75

Pour les diamètres D=50mm on choisie le diamètre 75mm

La cote piézométrique de point C :

La cote piézométrique de point A et point B c'est détermine par la formule suivant :

Pour le point C :

$$CP_C = CP_A + I_{\text{moy}} * L_{CA}$$

Sachant que

CP_A : cote piézométriques de point A

CP_C : cote piézométriques de point C

$$CP_C = 678,72 + 0,1446 * 1038,66$$

$$CP_C = 828,91 \text{ m}$$

b. Cas ou la ligne de charge écrête la conduite (B-A) :

Dans ce cas la ligne de charge écrête la conduite, pour les grandes distances des conduites gravitaires, l'eau n'arrive pas au point A.

La conséquence résulte d'un écrêtement de la ligne de charge en un point du profil en long, et ceci dans le cas d'un diamètre unique.

Etant donné que les cotes des points A et B, on doit relever la ligne piézométrique BXA de quelques mètres au dessus du point X en provoquant la cassure de cette ligne par utilisation de deux tronçons BX et XA de diamètre D_{BX} et D_{XA} ($D_{BX} > D_{XA}$).

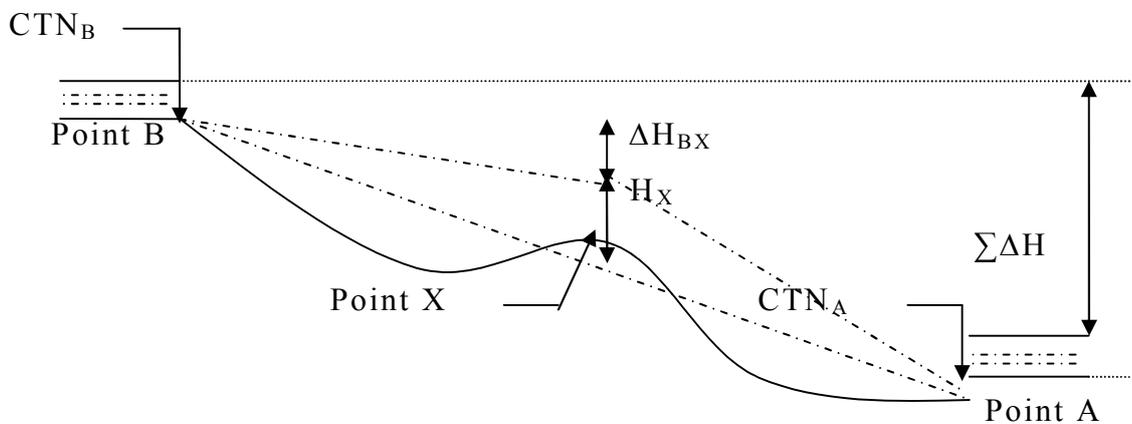


Fig III.2: Cas ou la ligne de charge écrête la conduite

➤ **Conduit XA :**

Pour le point X :

$$CP_X = CP_A + I_{moy} \cdot L_{XA}$$

Sachant que

CP_A : cote piézométriques de point A

CP_X : cote piézométriques de point x

$$CP_X = 678,72 + 0,0658 \cdot 226,90$$

$$CP_X = 693,65m \text{ on prend } CP_X = 695,65m$$

$$\Delta H = 695,65 - 678,72 = 16,93m.$$

$$Q = 8 \text{ l/s} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$L = 226,9m.$$

La formule de DARCY donne :

$$\Delta H = \frac{k' \cdot Q^\beta \cdot L}{D^m} \Rightarrow D = m \sqrt[m]{\frac{k' \cdot Q^\beta \cdot L}{\Delta H}}$$

$$D = \sqrt[5,3]{\frac{0,001735 \cdot (0,008)^2 \cdot 226,9}{17,28}} = 0,080m$$

On voit que le diamètre : (75 < D < 100) mm. Alors si on calcul les vitesses d'écoulement pour chaque diamètre :

➤ $D_N = 75$ mm:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,008}{3,14 \cdot 0,075^2} \quad V = 1,81 \text{ m/s}$$

➤ $D_N = 100$ mm:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,008}{3,14 \cdot 0,1^2} \quad V = 1,02 \text{ m/s}$$

Calcul des longueurs des diamètres normalisés :

On a:

$$\Delta H = \frac{0,001735 \cdot 0,008^2 \cdot X}{0,075^{5,3}} + \frac{0,001735 \cdot 0,008^2 \cdot Y}{0,1^{5,3}} = 16,93m$$

Et :

$$X + Y = L = 226,90m$$

X: longueur de la conduite de diamètre 75mm

Y : longueur de la conduite de diamètre 100mm

On ressolve le système à deux équations, on trouve:

Longueur de la conduite $D_N = 75$ mm: **X = 154,9m**

Longueur de la conduite $D_N = 100$ mm: **Y = 72m**

➤ **Conduit BX:**

$$\Delta H = 793,82 - 695,65 = 98,17 \text{ m.}$$

$$Q = 8/s = 0,008 \text{ m}^3/s;$$

$$L = 1522,3 \text{ m.}$$

La formule de DARCY donne :

$$\Delta H = \frac{k' \cdot Q^\beta \cdot L}{D^m} \Rightarrow D = \sqrt[m]{\frac{k' \cdot Q^\beta}{\Delta H} \cdot L}$$

$$D = \sqrt[5,3]{\frac{0,001735 \cdot (0,008)^2 \cdot 1522,3}{97,82}} = 0,0817m$$

On voit que le diamètre : (75 < D < 100) mm. Alors si on calcule les vitesses d'écoulement pour chaque diamètre :

➤ $D_N = 75$ mm:

$$V = \frac{4 * Q}{3,14 * D^2} = \frac{4 * 0,008}{3,14 * 0,075^2} \quad V = 1,81 \text{ m/s}$$

➤ $D_N = 100$ mm:

$$V = \frac{4 * Q}{3,14 * D^2} = \frac{4 * 0,008}{3,14 * 0,1^2} \quad V = 1,02 \text{ m/s}$$

Calcul des longueurs des diamètres normalisés :

On a:

$$\Delta H = \frac{0.001735 * 0.008^2 * X}{0.075^{5.3}} + \frac{0.001735 * 0.008^2 * Y}{0.1^{5.3}} = 98,17 \text{ m}$$

Et :

$$X + Y = L = 1522,3 \text{ m}$$

X: longueur de la conduite de diamètre 75mm

Y : longueur de la conduite de diamètre 100mm

On résout le système à deux équations, on trouve:

Longueur de la conduite $D_N = 75$ mm: $X = 846,55 \text{ m}$

Longueur de la conduite $D_N = 100$ mm: $Y = 675,75 \text{ m}$

Tab III.5 Tableau récapitulatif de dimensionnement

Conduite		Longueur (m)		Débit (m ³ /s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Matériau
YESMET 1-B		88,17		0,0045	75	1,019	acier
YESMET 2-B		14,84		0,0035	75	0,79	acier
B-A	B-X	1522,3	846,55	0,008	75	1,81	acier
			675,75		100	1,02	
	X-A	226,90	154,9		75	1,81	
			72		100	1,02	
Malakhal1-C		70		0,002	75	0,45	acier
Malakhal2-C		62,87		0,003	75	0,68	acier
C-A		968,66		0,005	75	1,13	acier
A - réservoir		5604,72		0,013	125	1,06	acier

12. Accessoires et pièces spéciales

Le long d'une canalisation divers accessoires et pièces spéciales sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement ;
- Régulariser les pressions et mesurer les débits ;
- Protéger les canalisations
- Les décharges servent à protéger les conduites. Elles sont placées aux points bas et sont constituées d'une canalisation piquée sur la génératrice inférieure, aboutissant à un regard maçonnerie.

12.1. Les ventouses

Elles sont installées aux points hauts du réseau d'adduction, les ventouses ont plusieurs fonctions :

- De chasser en permanence l'air contenu dans les conduites (pour ne pas gêner l'écoulement et pas corroder la conduite).
- Chasser l'air à grands débits au cours des opérations de remplissage des conduites.
- De laisser pénétrer l'air à grand débit lors de vidange involontaire de la conduite afin d'éviter la mise en dépression.
- Limiter la dépression et lutter contre le coup de bélier.

Les ventouses sont en deux types:

Si $d \geq 400\text{mm}$: on a une ventouse avec deux orifices.

Si $d < 400\text{mm}$: on a une ventouse avec un seul orifice.

Ils sont installés à la génératrice supérieure d'un tuyau et d'un robinet et elles sont distancées de 500m entre elle (si la longueur de la conduite est plus de 1km).

Le dimensionnement des ventouses se fait en prenant en compte deux paramètres :

- La pression de fonctionnement.
- La taille de la ventouse déterminée par celle du circuit d'évacuation de l'air dépend lui-même de débit d'air qui doit être chassé ou introduit dans la conduite.

Et comme notre conduite est très long on réalise chaque 500m un regard comportant un robinet de vidange, robinet vanne de sectionnement, et une ventouse.

12.2. Les vannes

12.2.1. Robinet vanne

Se sont des appareils de sectionnement utilisés pour les cas de manœuvres lentes pour les gros diamètres. Généralement ce Robinet vanne est utilisé pour faciliter l'ouverture, si celui-ci se trouve entre deux biefs (amont sous pression, aval vide). Seront placés à la fin de chaque tronçon, ce sont

des vannes dites à fermeture lente, leur manœuvre n'apporte généralement pas de perturbations sensibles dans le réseau (vanne de sectionnement). [5]

12.2.2. Vanne papillon

Les robinets à papillon sont également prévues sur la ligne de notre adduction en vue de faciliter les réparations, on éventuelle ces robinets à papillons seront installées avec les vidanges. Ces appareils permettent une fermeture beaucoup plus rapide que les robinets ordinaires.

12.3. Les pièces spéciales

Clapet anti-retour, cônes, tés, coudes, vannes à flotteur,.....

Toutes les pièces spéciales sont fabriquées à la demande du maître de l'œuvre

12.3.1. Les joints des conduites

Les joints effectués sont :

Ou bien le raccordement effectuer par mâle et femelle avec un anneau de joint en caoutchouc.

12.3.2. Les clapets

Les clapets ont un rôle d'empêcher le retour de l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu ils sont places , au niveau de la station de pompage , château d'eau .

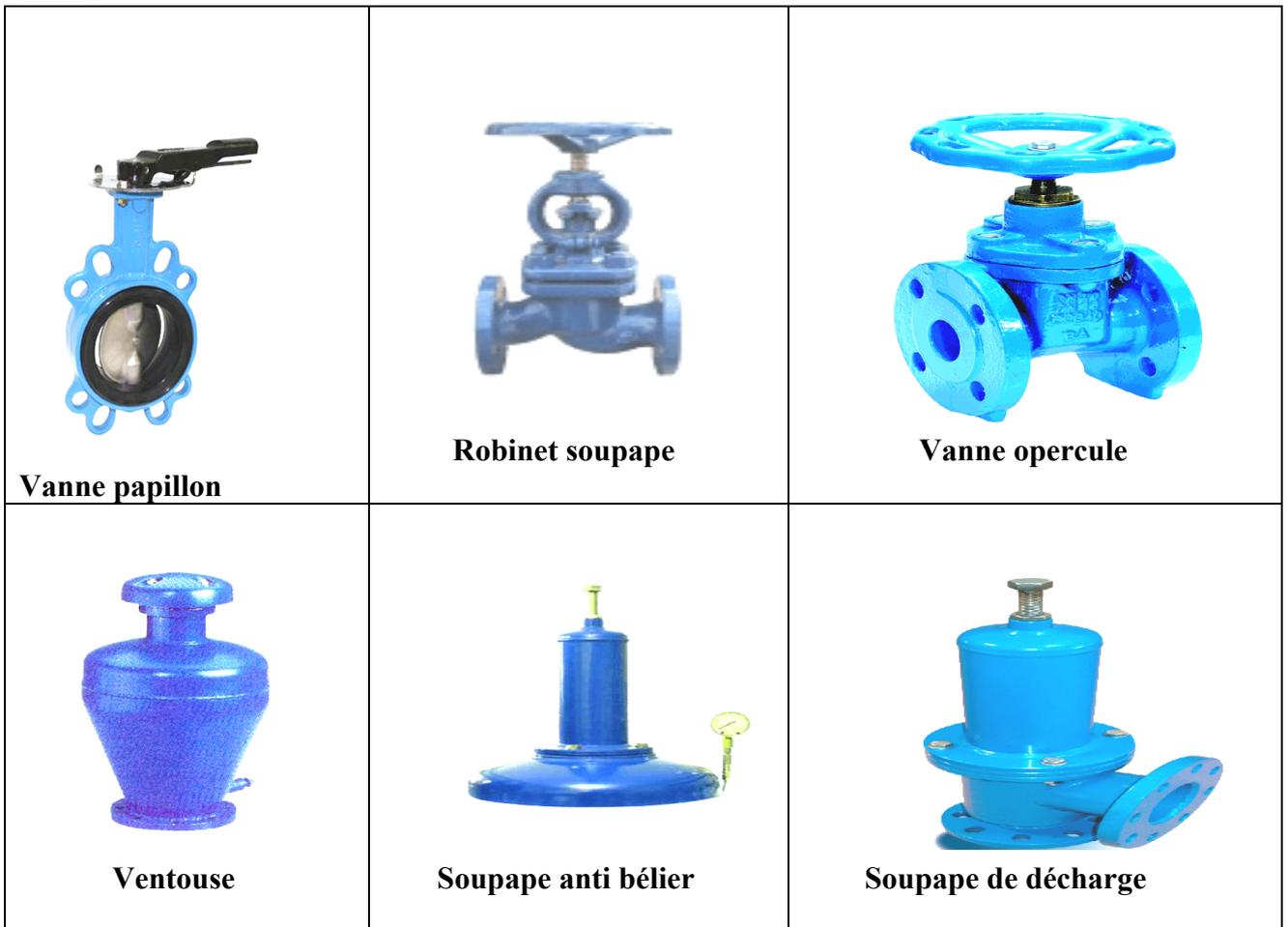


Fig III.3:Divers accessoires.

Conclusion

Dans ce chapitre le paramètre le plus important est le diamètre des conduites qui doit être choisi de telle façon que les vitesses doivent se situées dans une gamme acceptable.

En fin le choix du matériau des conduites est fait selon les critères technico-économiques notamment en tenant compte de la nature du sol, la topographie le coût.... .

CHAPITRE IV



ETUDE DES RESERVOIRS

CHAPITRE IV

ETUDE DES RESERVOIRS

1. Introduction

Les réservoirs constituent une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe les débits maximaux demandés; de plus, ils permettent de combattre efficacement les incendies.

La ville de Ain Romana va prendre en charge un accroissement de la population, ce qui va sûrement engendrer un déficit en matière de stockage, donc le but de ce chapitre est de déterminer les volumes de stockage nécessaires et les vérifier de telle façon qu'on assure le meilleur fonctionnement des réseaux.

2. Généralités

Les réservoirs sont des ouvrages de stockages qui présentent les avantages suivants :

- Assure la sécurité de distribution en cas d'interruption d'adduction.
- Régulariser l'apport et la consommation d'eau pour permettre aux pompes un refoulement constant.
- Accumuler l'eau et faire face à la fluctuation de la consommation.
- Satisfaire les pressions de service dans le réseau de distribution.
- Maintenir l'eau à l'abri des risques de pollution et le préserver contre les fortes variations de température.
- Lutter contre d'éventuels incendies à l'aide d'une réserve d'eau permanente dans le réservoir.
- Il joue aussi un rôle de brise charge en cas de surpressions accidentelles (distribution étagée).
- Réducteur des dépenses d'énergie (stockage la nuit et distribution gravitaire pendant les heures de pointes).
- Jouent le rôle de relais.
- Milieu où on peut traiter l'eau à l'aide de chlore. [2]

3. Emplacement du réservoir

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

- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, les réservoirs doivent être construits à un niveau supérieur à celui des agglomérations ce qui est vérifié pour nos fractions.
- L'emplacement des réservoirs doit se faire de préférence à extrémité du réseau soit à proximité de l'important centre de la consommation.

- Pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la source d'eau, mais ceci est vérifié pour notre château d'eau.
- L'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés la pression suffisante. Et dans notre cas le réservoir existant se trouve à une cote qui satisfait les pressions. [1]

4. Classification et choix de type de réservoir

D'après la situation et la topographie des lieux, les réservoirs peuvent être :

- Enterrés
- Semi enterres
- Surélevés

D'après leurs formes, ils peuvent être :

- Circulaires
- Carrés
- Rectangulaires

Le choix de type de réservoir se fait à savoir des avantages qu'ils présentent suivant:

- Economie sur les frais de construction.
- Etude architecturale très simplifiée et moins sujette à critiques.
- Etanchéité plus facile à exécuter.
- Conservation de l'eau à une température constante.

Pour notre étude il s'agit de réservoirs enterrés alimentés gravitairement. [5]

5. Détermination de la capacité du réservoir d'alimentation

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie ; c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières de débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie. Il est possible de réduire leur capacité en calculant le volume minimum pour assurer la continuité de la distribution. Pour notre projet et pour déterminer la capacité du réservoir on utilise la méthode analytique. [1]

Le volume de régulation est calculé par la formule :

$$Vu = \frac{a\% \times Q_{\max.j}}{100} \quad (\text{m}^3) \quad (\text{IV.1})$$

V_u : volume utile du réservoir.

$a_{\max}\%$: pourcentage du volume maximal qui devant être stocké.

$Q_{\max.j}$: débit maximum journalier (m³/j).

La réserve d'incendie est par définition, la réserve minimale d'eau nécessaire pour l'extinction d'un sinistre moyen d'une durée de deux heures avec un débit moyen de 60m³/h, en conséquence cette réserve minimale à prévoir est de 120 m³. Le volume du réservoir serait donc :

$$Vt = Vu + Vinc \quad (\text{IV.2})$$

$$Vinc = 120 \text{ m}^3.$$

Tab IV.1: Détermination de la capacité du réservoir

Heure	Cons horaires	apport par les sources		Stockage		Distribution		Capacité horaire	
		h	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
0-1	01	4,17	55,33	3,17	42,06	-	-	3,17	9,68
1-2	01	4,17	55,33	3,17	42,06	-	-	6,34	12,85
2-3	01	4,17	55,33	3,17	42,06	-	-	9,51	16,02
3-4	01	4,17	55,33	3,17	42,06	-	-	12,68	19,19
4-5	02	4,17	55,33	2,17	28,79	-	-	14,85	21,36
5-6	03	4,17	55,33	1,17	15,52	-	-	16,02	22,53
6-7	05	4,17	55,33	-	-	0,83	11,02	15,19	21,7
7-8	6.5	4,17	55,33	-	-	2,33	30,92	12,86	19,37
8-9	6.5	4,17	55,33	-	-	2,33	30,92	10,53	17,04
9-10	5.5	4,17	55,33	-	-	1,33	17,65	9,2	15,71
10-11	4.5	4,17	55,33	-	-	0,33	4,38	8,87	15,38
11-12	5.5	4,17	55,33	-	-	1,33	17,65	7,54	14,05
12-13	07	4,17	55,33	-	-	2,83	37,55	4,71	11,22
13-14	07	4,17	55,33	-	-	2,83	37,55	1,88	8,39
14-15	5.5	4,17	55,33	-	-	1,33	17,65	0,55	7,06
15-16	4.5	4,17	55,33	-	-	0,33	4,38	0,22	6,73
16-17	05	4,17	55,33	-	-	0,83	11,02	-0,61	5,9
17-18	6.5	4,17	55,33	-	-	2,33	30,92	-2,94	3,57
18-19	6.5	4,17	55,33	-	-	2,33	30,92	-5,27	1,24
19-20	5.0	4,17	55,33	-	-	0,83	11,02	-6,1	0,41
20-21	4.5	4,17	55,33	-	-	0,33	4,38	-6,43	0,08
21-22	03	4,17	55,33	1,17	15,52	-	-	-5,26	1,17
22-23	02	4,17	55,33	2,17	28,79	-	-	-3,09	3,34
23-24	01	4,17	55,33	3,17	42,06	-	-	0,08	6,51

Alors le volume du réservoir sera :

$$V_u = \frac{22,53 \times 1326,873}{100} = 298,94 \text{ m}^3.$$

$$V_T = 298,94 + 120 = 418,94 \text{ m}^3.$$

On prend $V_T = 500 \text{ m}^3$.

Remarque :

La capacité totale du réservoir d'eau est **500 m³**, alors que le volume calculé est estimé à **418,94 m³**, donc la capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de l'agglomération (Ain Romana) pour l'horizon 2020.

6. Les équipements de réservoir

La cuve sera exécutée en béton armé.

La cuve doit être visitable et ventilée.

La ventilation est facilitée par la présence de la cheminée d'accès qui comporte à sa partie supérieure des orifices à l'air libre obturés par des grillages.

6.1. L'arrivée de la Conduite d'adduction

Cette conduite du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer un meilleur brassage. Cette arrivée permet le renouvellement d'eau par mélange en créant perturbation et écoulement par rouleaux. Les robinets à flotteurs destinés à alimenter ou à interrompre l'arrivée d'eau dans les réservoirs doivent être d'un type anti-bélier ; les soupapes et leurs parties sont en bronze ou en métal inoxydable.

(Voir fig IV.1)

6.2. Le départ de la Conduite de distribution

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelque centimètre au-dessus du radier (15 à 20cm) pour éviter l'entrée de matières en suspension. L'extrémité est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite. [5]

(Voir fig IV.1)

6.3. Conduite du trop-plein

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple bout à emboîtement.

L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve. (Voir fig IV.1)

6.4. Conduite de vidange

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas du radier. Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation. Elle est munie d'un robinet vanne, et se raccorde

généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable.

(Voir fig IV.1)

6.5. Conduite BY-PASS

Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution (voir fig IV.1).

Elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir son fonctionnement est le suivant :

Normale 1 et 2 sont ouverts le 3 est fermé,

En BY-PASS : 1 et 2 sont fermés le 3 est ouvert.

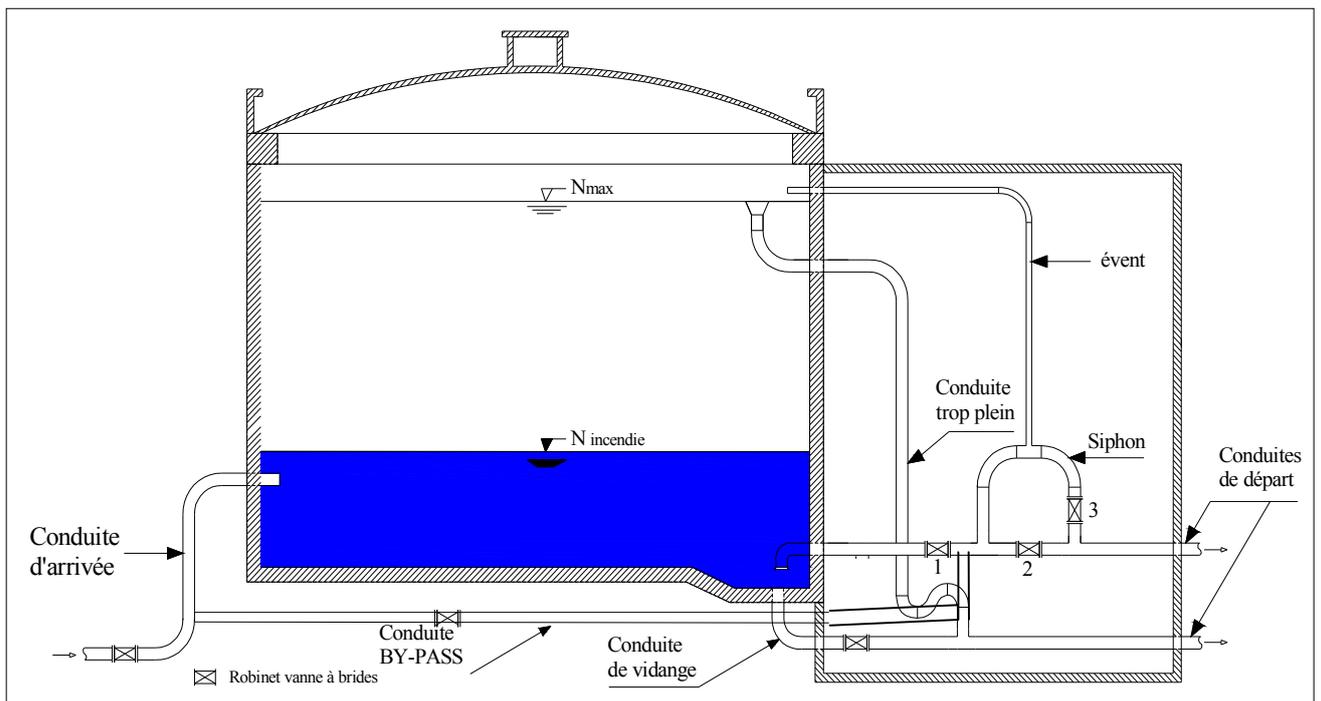


Fig IV.1 équipement de réservoir

6.6. Matérialisation de la réserve d'incendie

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre l'incendie, il faut en interdire son utilisation, pour cela la figure (voir fig IV.2) représente un système en siphon :

- (En temps normale 1 est fermé 2 est ouvert, en cas de sinistre il suffit d'ouvrir le 1, la réserve dans ce cas de sinistre forme une zone d'eau morte, qui peut avec le temps, donner une odeur désagréable à l'eau du réservoir.

L'évent d'un siphon interdit l'utilisation de la réserve au dessous du niveau N-N tant que la vanne 2 est fermée (vanne d'incendie)

Son fonctionnement est le suivant :

Normal : 3 et 1 ouverts, le 2 est fermé.

Incendie : il suffit d'ouvrir 1 et 2.

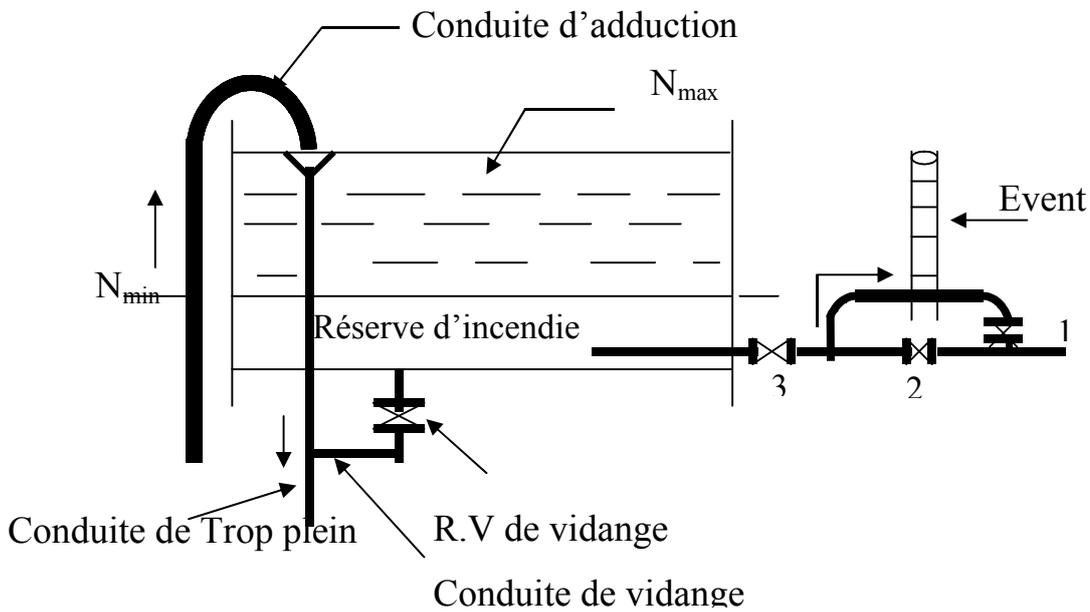


Fig IV.2 : Matérialisation de la réserve d'incendie

Conclusion

La ville de Ain Romana a des ouvrages de stockage d'eau suffisants jusqu'à l'année 2020 assurant les besoins de l'agglomération. A cet effet il est inutile de réaliser un autre réservoir de stockage qui ne sera que gaspillage du fait que dans les calculs et par mesure de sécurité les paramètres ont été largement surdimensionnés (taux d'accroissement, débit d'incendie,...).

CHAPITRE V



PROTECTION DES CONDUITES

CHAPITRE V

PROTECTION DES CONDUITES

1. Protection contre le coup de bélier

1.1. Définition

Le coup de bélier est une onde de pression, positive ou négative, provoquée par une variation du régime hydraulique, et se propageant dans le milieu constitué par l'eau et par la conduite qui la contient. Cette onde est caractérisée par une vitesse de propagation ou célérité, qui ne dépend pas en première approximation de l'amplitude de l'onde lorsque celle-ci est faible. Elle se réfléchit sur les obstacles, et en particulier sur les extrémités de la conduite, en changeant de signe ou non suivant les conditions physiques qui y sont rencontrées. [3]

1.2. Causes du coup de bélier

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

- L'ouverture ou la fermeture brusque des vannes dans les conduites en charge à écoulement gravitaire ;
- La mise en marche ou l'arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement;
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP ;
- La modification de la vitesse d'une pompe ;
- La disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage est cependant la cause la plus répandue du coup de bélier ;
- La mise en marche ou la modification de l'opération d'une turbine. [3]

1.3. Les risques dus aux coups de bélier

Les conséquences du coup de bélier peuvent être néfastes, elles deviennent de plus en plus dangereuses à mesure que les paramètres modificateurs deviennent importants (variation de pressions et de débits dans le temps).

Ces phénomènes se produisant dans une conduite en charge, peuvent provoquer des risques à la suite d'une dépression ou d'une surpression engendrée par les manœuvres brusques.

a. Cas de la surpression

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par une pression importante se produisant à la suite d'une fermeture instantanée ou rapide d'une vanne de sectionnement ou bien à la suite d'une dépression causée par l'arrêt brusque d'une pompe. Si la pression totale c'est-à-dire la

pression en régime permanent majorée de la valeur de surpression due au coup de bélier dépasse la pression maximale admissible des tuyaux il y a risques de rupture de ces derniers et déboîtement des joints (les anneaux d'étanchéité seront délogés). [4]

b. Cas de dépression

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par l'apparition d'une pression relative, négative à la suite d'un arrêt brusque d'une pompe ou d'une ouverture instantanée d'une vanne de sectionnement. Si cette pression devient inférieure à $10mce$, il se produira une poche de cavitation. Si le profil en long de la canalisation est déformable la canalisation peut être aplatie par implosion et les joints aspirés. Le phénomène de cavitation, une fois apparu, peut provoquer la détérioration de la couche d'enduit intérieur du tuyau. [4]

c. Fatigue de la canalisation

En régime transitoire les alternances des surpressions et dépressions qui sont une conséquence inévitable du phénomène provoquent la fatigue du matériau de la canalisation même si leur amplitude est faible. [3]

1.4. Description des phénomènes physiques

1.4.1. État d'équilibre d'un système hydraulique

Les phénomènes transitoires hydrauliques apparaissent lorsque l'équilibre des forces agissant sur un système est modifié. Quand un liquide est en mouvement dans une conduite et que ce mouvement ne varie pas dans le temps, il y a un état d'équilibre permanent. En fait, il y a équilibre entre l'énergie disponible (ou potentielle) et les énergies dues au mouvement (cinétique) et perdues par le frottement, ce qui définit un mouvement permanent. Cette vision est macroscopique car, à une échelle plus petite, on observe que les vitesses fluctuent constamment autour d'une valeur moyenne, c'est une manifestation de la turbulence. [4]

1.4.2. Onde élastique et oscillation en masse

Les variations de régime dans un système sous pression peuvent adopter deux comportements différents. Si le système est fermé, c'est-à-dire qu'il ne contient pas d'endroit où il est possible d'accumuler de l'eau en grande quantité, on observe une variation locale importante de la pression ; c'est le coup de bélier par onde élastique. Dans le cas où l'eau peut être accumulée dans un réservoir ou une cheminée d'équilibre on parle plutôt d'oscillation en masse. [4]

1.4.3. Perturbation de l'équilibre, effet sur les pressions

Si on considère la conduite dans laquelle coule un liquide en régime permanent, le niveau de la pression est fort raisonnable, soit inférieur à celui de la pression hydrostatique dans des conditions d'écoulement nulles. Qu'advient-il lorsque, pour une raison ou une autre, il y a une modification temporelle de l'écoulement par accélération ou décélération? La réponse du physicien se base sur les principes de la mécanique newtonienne. Il y aura un transfert d'énergie entre les énergies potentielles et cinétiques pour chercher à atteindre un nouveau équilibre en tenant compte des pertes et transgresser le principe de conservation de l'énergie.

Cette réponse, toute rigoureuse qu'elle soit, peut nous paraître bien aride et nous pouvons nous demander comment cela peut s'appliquer au simple cas de la masse d'eau qui circule en régime permanent dans une conduite et qui voit son mouvement modifié. Partant des principes que, dans un fluide, l'énergie potentielle se traduit par une énergie de pression et que, d'autre part, l'eau n'est pas absolument incompressible et que la conduite admet des déformations élastiques. [3]

1.5. Moyens de protection contre le coup de bélier

Les appareils anti- bélier devront avoir pour effet :

- De limiter la dépression.
- De limiter la surpression.

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

- Les volants d'inertie qui interviennent dans la protection contre les dépressions.
- Les soupapes de décharge qui interviennent dans la protection des surpressions.
- Les réservoirs d'air et les cheminées d'équilibre qui interviennent à la fois dans la protection contre les dépressions et les surpressions.

1.5.1. Les volants d'inertie

Le volant d'inertie calé sur l'arbre du groupe constitue l'un de ces moyens grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale.

Le volant d'inertie la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble donc de diminuer l'intensité du coup de bélier.

1.5.2. Les soupapes de décharge

Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement qui par sa compression obture en exploitation normale un orifice placé sur le conduit au point à protéger. [5]

1.5.3. Vanne à fermeture lente

Cette solution ne permet de protéger que les adductions gravitaires, car elle ne remédie en aucun cas à arrêt intempestif d’une pompe. Il s’agit en fait davantage de limiter l’intensité du coup de bélier qui se produira, que d’y apporter remède.

1.6. Protection de la conduite gravitaire reliant les sources et le réservoir d’alimentation contre le coup de bélier

Pour la protection de la conduite gravitaire contre le phénomène du coup de bélier, on se contentera de la détermination du temps de fermeture de la dernière vanne sur cette conduite. [4]

Les ondes de surpression et de dépression sont caractérisées par une vitesse de propagation donnée par la formule d’ALLIEVI :

$$c = \frac{A}{\sqrt{B + K \frac{D}{e}}} (m/s) \tag{V.1}$$

Où:

c : célérité d’onde.

A: constante déterminé après expérience d'ALLIEVI. A = 9900

B: constante déterminé après expérience d'ALLIEVI. B = 48,3

D : diamètre intérieur de la conduite en (m).

e : épaisseur du tuyau en (m).

K : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation.

Tab V.1 : coefficient k pour divers matériaux:

Matériau	Acier	Fonte grise	Fonte ductile	Béton	Amiante-ciment	P.V.C	P.E.H.D	P.E.H.D
K	0,5	1	0,59	5	4	33	83	500

Les résultats de calcul de la célérité sont récapitulés dans le Tableau V.2 :

Tab V.2 Calcul de la célérité

agglomération	D (mm)	e (mm)	K	c (m/s)
Ain Romana	125	6	0,50	1356,04
	100	6	0,50	1325,31
	90	5	0,50	1307,85

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

$$t_r = \frac{L}{c} \quad (V.2)$$

t_r : temps de retour de l'onde de déformation (s) ;

L : longueur de la conduite (m) ;

c : célérité d'onde (m/s) ;

Le temps de retour de l'onde de déformation est donné dans le Tableau V.3:

Tab V.3 Calcul du temps de retour de l'onde de déformation

agglomération	D(mm)	L(m)	c (m/s)	t_r (s)
Ain Romana	90	1873,12	1307,85	2,86
	100	6288,76	1296,58	9,70
	125	396,58	1291,98	0,61

La valeur du coup de bélier est donnée par la formule de MICHAUD :

$$b = \frac{L V_0}{c} \quad (V.3)$$

L : la longueur de la conduite (m) ;

V_0 : Vitesse d'écoulement m /s ;

Les valeurs du coup de bélier sont données dans le Tableau V.4 :

Tab V.4 Valeurs du coup de bélier

agglomération	L(m)	V_0 (m/s)	t_r (s)	b(m)
Ain Romana	1873,12	1,25	2,86	166,90
	6288,76	1,65	9,70	218,09
	396,58	1,05	0,61	139,17

2. Protection des conduites contre la corrosion

2.1. Définition

La corrosion c'est l'attaque du métal due à des facteurs extérieurs, en liaisons avec la nature du sol et des installations électriques au voisinage des canalisations d'alimentation en eau (corrosion externe), ou soit avec la nature d'eau transportée (corrosion interne). [4]



Fig V.1: Corrosion interne



Fig V.2: Corrosion externe

2.2. Facteurs de la corrosion

- a. **L'eau** : elle même, n'a pas un caractère corrosif, par contre certains éléments qui peuvent lui conférer, ont des effets importants sur la corrosion.
- b. **PH** : une eau de pH dépend de la teneur en gaz dissous tels que CO_2 et les H_2S . On remarque dans la pratique que, si le pH de l'eau est inférieur à 10, elle a un effet corrosif

envers l'acier, donc pour diminuer la corrosion on a intérêt à augmenter le pH de l'eau tout en veillant sur son oxydation.

- c. **Température** : Les fortes variations de la température entraînent l'accélération de la corrosion, on admet pour une variation de 30°C le taux de corrosion est multiplié par 2 jusqu'à 3.
- d. **Métal** : L'acier dans notre cas ; qui était couplé dans un milieu de potentiels différents sera constamment attaqué si une protection ne sera envisagée.

2.3. Classification de la corrosion

La corrosion peut être classée selon deux aspects :

- a. **aspect morphologique** : pour cet aspect, nous avons la corrosion uniforme, la corrosion par piqûre, la corrosion inter-granulaire et la Corrosion trans-granulaire.
- b. **modes de formation** :

Pour cet aspect, nous avons la corrosion électrochimique, la corrosion biochimique, L'activation anodique et la corrosion cathodique.

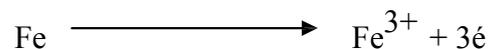
2.4. La corrosion électrochimique

La corrosion électrochimique est caractérisée par la circulation d'un courant électronique corrosion par électrolytes.

2.5. Mécanisme de la corrosion

La corrosion d'un métal se produit par oxydation, c'est-à-dire, par perte d'électrons, le métal devient alors des ions positifs entre une solution et va se combiner avec un autre ion négatif rencontré dans cette solution.

La réaction d'oxydation du fer peut être schématisée de la manière suivante :



Et elle peut se poursuivre sous la forme :



2.6. Fonctionnement d'une pile de corrosion

La corrosion de la conduite peut être comparée à ce qui se passe dans un bac électrolyte lorsqu'on plonge deux métaux différents, on considère par exemple le fer et le magnésium. Ces deux métaux à potentiels d'équilibre différents, relier électriquement et plonger dans un électrolyte forment une pile ; le métal dans le potentiel est plus négatif (anode) se dissout, l'autre métal (cathode) se trouve protégé, voir (fig V.1)

Le potentiel de magnésium est de [-1,49 volts] (anode) [1]

Le potentiel de fer est de [-0,34 volts] (cathode)

Donc :

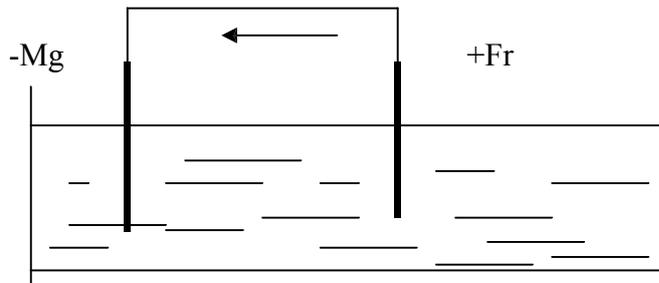
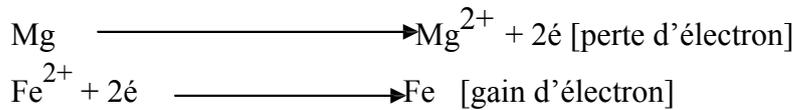


Fig V.3 Le fer est protégé, Le Mg est attaqué

➤ **Pile de concentration :** (Pile géologique)

Elle s'obtient quand on plonge deux électrodes de même métal dans une électrode à concentrations différentes.

En termes d'illustration, nous citons l'exemple suivant :

Les terres argileuses, marécageuses, sableuses, sèches et bien aérées sont cathodiques.

Ceci représente un électrolyte à des concentrations différentes

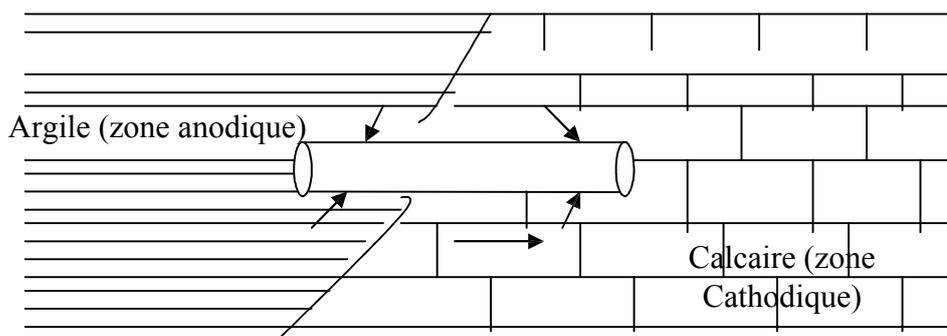


Fig V.4 Corrosion par formation de pile

2.7. Protection contre la corrosion externe

2.7.1. Protection cathodique

Le dispositif qu'il faut prendre en vue d'éviter les cas de corrosion cités précédemment, est de procéder nécessairement à une protection cathodique.

Elle consiste :

- Soit à constituer, avec un métal plus électronégatif que le fer, une pile ou le fer jouera le rôle de la cathode.
- Soit à relier la conduite d'une porte, à une source d'énergie électrique extérieure et d'autre part, à une anode enfouie dans le sol et destinée à se corroder.

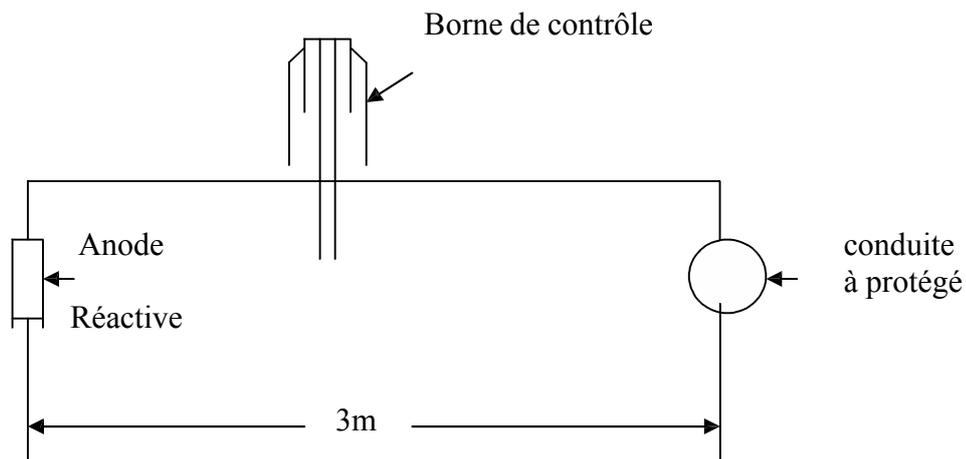


Fig V.5 Protection cathodique par anode réactive

Elle vise principalement les conduites en acier, la canalisation en acier avec ses joints soudés supportera facilement à la protection cathodique.

La protection des conduites par soutirage de courant est représentée dans la figure suivante :

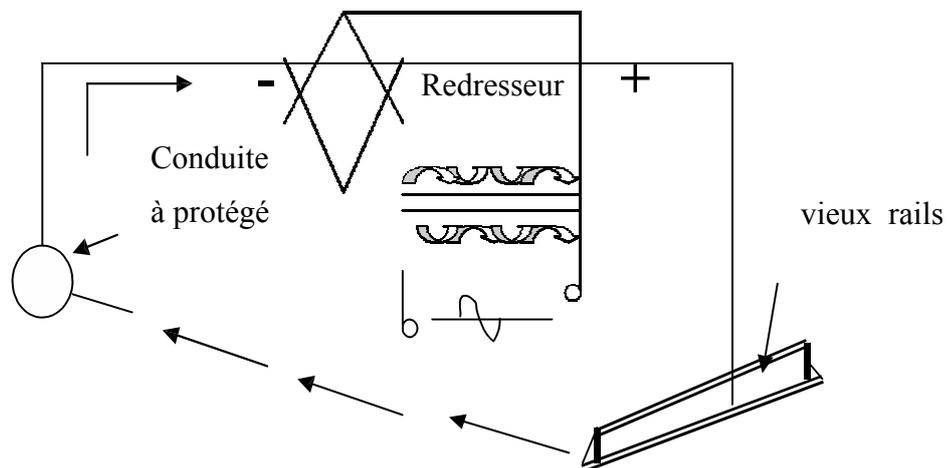


Fig V.6 Schéma de protection par soutirage de courant

2.8. Corrosion interne des canalisations

Il arrive que des eaux fortement minéralisées provoquent dans la canalisation des dépôts se fixant sur les parois, surtout si la vitesse de l'eau est faible. Ces dépôts constituent alors autant de petites piles dans un milieu bon conducteur et en résulte des attaques locales du métal et

notamment des perforations.[3]

Le fer qui se présente dans l'eau même à de petites doses [0,10 mg/l] peut également être la cause de perforation en flocculant sous forme d'oxyde. Il constitue des dépôts, donc des piles très actives, et il apparaît sous chaque concrétion une diminution rapide d'épaisseur du métal de la conduite. [3]

Il faudra prendre garde aux eaux présentant à la fois une faible résistivité [$<2000 \Omega \cdot \text{cm}$] et une teneur en fer faible.

Ces eaux toutes capables de détériorer rapidement un réseau.

Il faut éviter toutes entrées d'air en dégagement gazeux (aspiration défectueuse des pompes), tous les tourbillons...etc.

En vue de remédier aux inconvénients :

- Exiger un revêtement intérieur en interposant un film entre l'eau et le métal constitué d'un enduit bitumineux.
- Eviter les faibles vitesses.
- L'exécution des travaux devra être ensuite suivie attentivement, la pose de canalisations en particulier les (joints correctement exécutés).

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu deux moyens de protection contre le coup de bélier et la corrosion. Pour le coup de bélier on arrive à prendre un robinet vanne à fermeture lente .La protection cathodique est un moyen efficace (économiquement que pratiquement) de lutte contre la corrosion des conduites.

CHAPITRE VI



QUALITES DES EAUX

CHAPITRE VI QUALITES DES EAUX

1. Introduction

Une eau de source est considérée comme potable, Pour caractériser une ressource en eau, il est nécessaire au préalable de procéder à des analyses d'échantillons prélevés sur site et de comparer les résultats avec des normes en vigueur, afin d'évaluer leur qualité pour la consommation en eau potable.

2. Caractéristiques physico-chimiques de la source Yesmet et Ma lakhal

Nous avons pris des échantillonnages d'eau au niveau des émergences des sources de Yesmet et Ma lakhal en vue de caractériser sur le plan physico-chimique.

2.1. Prélèvements d'échantillons d'eau

- Au préalable, un aménagement aux abords de la source a été fait afin d'enlever toute obstacle et détritrus pouvant influencer la qualité de l'eau lors des prélèvements;

- Toutes les précautions d'usage ont été respectées :

- flacons en polyéthylène propres et rincés à l'eau à prélever ;
- conservation des échantillons dans une glacière pendant le transport ;
- analyses au laboratoire dans les 24h après les prélèvements.

- Les prélèvements des échantillons ont été déposés au laboratoire en prenant toutes les précautions lors de leurs transports (chocs ...).

2.2. Résultats d'analyses

Les résultats des analyses sont représentés dans les tableaux suivants :

Tab VI.1 Résultats d'analyses physico-chimiques de la source Yesmet de l'année 2003

Caractéristiques	Unité	Source Yesmet
Calcium	mg/l	70
	mé/l	3,52
Magnésium	mg/l	5
	mé/l	0,38
Sodium	mg/l	10
	mé/l	0,43
Potassium	mg/l	0
	mé/l	0,00
Cations	mé/l	4,33
Chlorures	mg/l	12
	mé/l	0,34
Sulfates	mg/l	8
	mé/l	0,17
Bicarbonates	mg/l	235
	mé/l	3,85
Carbonates	mg/l	0
	mé/l	0,00
OH ⁻	mg/l	0
	mé/l	0,00
Nitrates	mg/l	3,5
	mé/l	0,06
Anions	mé/l	4,41
C.E	mmhos	0,36
Minéralisation	mg/l	223
R.Sec à 105°C	mg/l	219
Somme des ions	mg/l	343
pH		7,50
TH	°F	20
TAC	°F	19
TA	°F	0
Silices (SiO ₂)	mg/l	1,0
Nitrites (NO ₂)	mg/l	1,000
Ammonium (NH ₄)	mg/l	1,000
M. Organiques	mg/l	1,0
Phosphates(PO ₄)	mg/l	1,000

La classification de l'échantillon analysé des eaux de la source Yesmet, d'après le diagramme de PIPER et BERKALOFF indique un faciès chimique bicarbonaté calcique.

Cette présence de bicarbonate calcique prend naissance du lessivage des formations calcaires.

La stabilité du faciès chimique de la source Yesmet est illustrée dans le tableau suivant qui montre que l'eau présente un faciès de type bicarbonaté calcique et ce durant toute l'année (2003).

Tab VI.2 Résultats du faciès chimique de la source Yesmet

Source	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Yesmet	HCO ₃ -Ca								

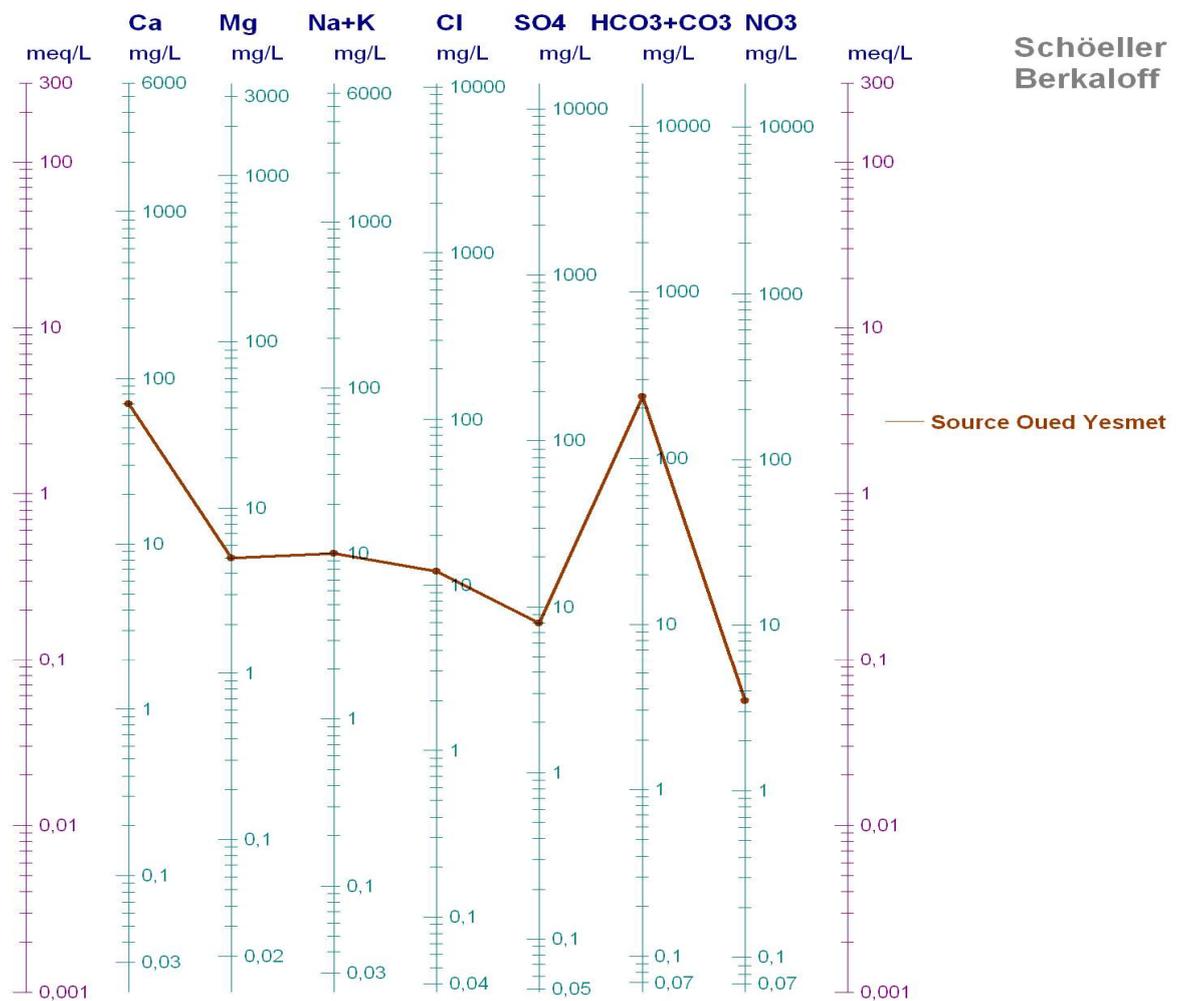


Fig VI.1: Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Yesmet

Chapitre: VI

➤ Résultats d'analyses réalisées durant le mois de Septembre de l'année 2009

Tab VI.3 Résultats d'analyses des eaux de la source de la source Yesmet N°1

Paramètres physico-chimiques	Résultats	Normes NA6360	Minéralisation globale	Résultats	Normes NA6360
pH	7,95	6,5-8,5	Calcium ----- mg/l	80,16	200
Conductivité----- µs/cm	468	2800	Magnésium----- mg/l	12,15	150
CO2----- mg/l			Sodium ----- mg/l	43	200
Turbidité----- NTU	0,54	5	Potassium ----- mg/l	43	20
Température----- °c		25	Chlorure ----- mg/l	38,05	500
Oxygène dissous----- mg/l		8	Sulfate ----- mg/l	42,05	400
Chlore résiduel----- mg/l			Bicarbonate ----- mg/l	241,56	
Résidu à 180°C----- mg/l		2000	Dureté T TH----mgCaCO3/l		
MES à 105°C----- mg/l			Carbonate ----- mg/l		500
MVS----- %			Dureté T TH -----°F	25	
SIO2----- mg/l	4,48	4,48	TAC ----- mg/l CaCO3/l		
			TA ----- °F		
			TAC----- °F	19,80	
Paramètres de pollution		Normes Na6360	Eléments indésirables	Résultats	Normes Na6360
Ammonium ----- mg/l	<0,02	0,5	Fer total -----mg/l	0,019	0,3
Azote Kheldjal ----- mg/l					
Nitrites----- mg/l	<0,02	0,1	Fer II----- mg/l		0,3
Nitrates ----- mg/l	6,32	50	Manganèse Mn--- mg/l	<0,05	0,5
O-Phosphates----- mg/l	<0,09	0,5	Aluminium Al -----mg/l		0,2
Phosphate -----1P/PO4	-				
Analyses fines		Normes Na 6360	Paramètres bacteriologiques	Résultats	Jo n°35 27 :05 :98
Fluor ----- mg/l	-	0,3-2	Coliformes totaux –UFC/100m		0
Nickel Ni----- mg/l	-	0,01	Coliformes fécaux-UFC:100ml		0
Cadmium Cd----- mg/l	-	0,01	Streptocoques fécaux-UFC:100/ml		0
Plomb -----mg/l	-	0,05	Pseudomonas ---UFC/100ml		
Chrome Cr ----- mg/l	-	0,05	Sulfito- réducteur--UFC/100ml		
Cuivre Cu -----mg/l	-	0,05			

Tab VI.4 Résultats d'analyses des eaux de la source de la source Yesmet N°2

Paramètres physico-chimiques	Résultats	Normes na6360	Minéralisation globale	Résultats	Normes Na6360
pH	7,80	6,5-8,5	Calcium ----- mg/l	67,33	200
Conductivité----- µs/cm	464	2800	Magnésium----- mg/l	17,25	150
CO2----- mg/l			Sodium ----- mg/l	43	200
Turbidité----- NTU	0,44	5	Potassium ----- mg/l	43	20
Température----- °c		25	Chlorure ----- mg/l	41,42	500
Oxygène dissous----- mg/l		8	Sulfate ----- mg/l	39,93	400
Chlore résiduel----- mg/l			Bicarbonate ----- mg/l	207,40	
Résidu à 180°C----- mg/l		2000	Dureté T TH----mgCaCO3/l		
			Carbonate ----- mg/l		500
MES à 105°C----- mg/l			Dureté T TH -----°F	23,9	
MVS----- %			TAC ----- mg/l CaCO3/l		
			TA ----- °F		
SIO2----- mg/l	3,72	4,48	TAC----- °F	17,00	
Paramètres de pollution		Normes Na6360	Eléments indésirables	Résultats	Normes Na6360
Ammonium ----- mg/l	<0,02	0,5	Fer total -----mg/l	0,037	0,3
Azote Kheldjal ---- mg/l					
Nitrites----- mg/l	<0,02	0,1	Fer II----- mg/l		0,3
Nitrates ----- mg/l	6,09	50	Manganèse Mn--- mg/l	<0,05	0,5
O-Phosphates----- mg/l	<0,09	0,5	Aluminium Al ----mg/l		0,2
Phosphate -----1P/PO4	-				
Analyses fines		Normes Na 6360	Paramètres bactériologiques	Résultats	Jo n°35 27 :05 :98
Fluor ----- mg/l	-	0,3-2	Coliformes totaux –UFC/100m		0
Nickel Ni----- mg/l	-	0,01	Coliformes fécaux-UFC:100ml		0
Cadmium Cd----- mg/l	-	0,01	Streptocoques fécaux- UFC:100/ml		0
Plomb -----mg/l	-	0,05	Pseudomonas ---UFC/100ml		
Chrome Cr ----- mg/l	-	0,05	Sulfito- réducteur--UFC/100ml		
Cuivre Cu -----mg/l	-	0,05			

Tab VI.5 Résultats d'analyses des eaux de la source de la source Ma lakhal N°1

Paramètres physico-chimiques	Résultats	Normes na6360	Minéralisation globale	Résultats	Normes Na6360
pH	7,39	6,5-8,5	Calcium ----- mg/l	107,41	200
Conductivité----- µs/cm	726	2800	Magnésium----- mg/l	28,18	150
CO2----- mg/l			Sodium ----- mg/l		200
Turbidité----- NTU	0,54	5	Potassium ----- mg/l		20
Température----- °c		25	Chlorure ----- mg/l	40,14	500
Oxygène dissous----- mg/l		8	Sulfate ----- mg/l	116,75	400
Chlore résiduel----- mg/l			Bicarbonate ----- mg/l	334,28	
Résidu à 180°c----- - mg/l		2000	Dureté T TH----mgCaCO3/l		
			Carbonate ----- mg/l		500
MES à 105°c----- mg/l			Dureté T TH -----°F	38,4	
MVS----- %			TAC ----- mg/l CaCO3/l		
			TA ----- °F		
SIO2----- mg/l	6,5	4,48	TAC----- °F	27,40	
Paramètres de pollution		Normes Na6360	Eléments indésirables	Résultats	Normes Na6360
Ammonium ----- mg/l	<0,02	0,5	Fer total -----mg/l	0,018	0,3
Azote Kheldjal ---- mg/l					
Nitrites----- mg/l	<0,02	0,1	Fer II----- mg/l		0,3
Nitrates ----- mg/l	<2	50	Manganèse Mn--- mg/l	<0,05	0,5
O-Phosphates----- mg/l	<0,09	0,5	Aluminium Al -----mg/l		0,2
Phosphate -----1P/PO4	-				
Analyses fines		Normes Na 6360	Paramètres bactériologiques	Résultats	Jo n°35 27 :05 :98
Fluor ----- mg/l	-	0,3-2	Coliformes totaux –UFC/100m		0
Nickel Ni----- mg/l	-	0,01	Coliformes fécaux-UFC:100ml		0
Cadmium Cd----- mg/l	-	0,01	Streptocoques fécaux- UFC:100/ml		0
Plomb -----mg/l	-	0,05	Pseudomonas ---UFC/100ml		
Chrome Cr ----- mg/l	-	0,05	Sulfito- réducteur--UFC/100ml		
Cuivre Cu -----mg/l	-	0,05			

Tab VI.6 Résultats d'analyses des eaux de la source de la source Ma lakhal N°2

Paramètres physico-chimiques	Résultats	Normes na6360	Minéralisation globale	Résultats	Normes Na6360
pH	7,83	6,5-8,5	Calcium ----- mg/l	93,06	200
Conductivité----- µs/cm	851	2800	Magnésium----- mg/l	49,18	150
CO2----- mg/l			Sodium ----- mg/l		200
Turbidité----- NTU	0,86	5	Potassium ----- mg/l		20
Température----- °c		25	Chlorure ----- mg/l	56,24	500
Oxygène dissous----- mg/l		8	Sulfate ----- mg/l	259,36	400
Chlore résiduel----- mg/l			Bicarbonate ----- mg/l	302,36	
Résidu à 180°C----- mg/l		2000	Dureté T TH----mgCaCO3/l		
			Carbonate ----- mg/l		500
MES à 105°C----- mg/l			Dureté T TH -----°F	43,46	
MVS----- %			TAC ----- mg/l CaCO3/l		
			TA ----- °F		
SIO2----- mg/l	8,4	4,48	TAC----- °F	24,80	
Paramètres de pollution		Normes Na6360	Eléments indésirables	Résultats	Normes Na6360
Ammonium ----- mg/l	<0,02	0,5	Fer total -----mg/l	0,038	0,3
Azote Kheldjal ---- mg/l					
Nitrites----- mg/l	<0,02	0,1	Fer II----- mg/l		0,3
Nitrates ----- mg/l	<2	50	Manganèse Mn--- mg/l	<0,05	0,5
O-Phosphates----- mg/l	<0,09	0,5	Aluminium Al ----mg/l		0,2
Phosphate -----1P/PO4	-				
Analyses fines		Normes na 6360	Paramètres bactériologiques	Résultats	Jo n°35 27 :05 :98
Fluor ----- mg/l	-	0,3-2	Coliformes totaux –UFC/100m		0
Nickel Ni----- mg/l	-	0,01	Coliformes fécaux-UFC:100ml		0
Cadmium Cd----- mg/l	-	0,01	Streptocoques fécaux- UFC:100/ml		0
Plomb -----mg/l	-	0,05	Pseudomonas ---UFC/100ml		
Chrome Cr ----- mg/l	-	0,05	Sulfito- réducteur--UFC/100ml		
Cuivre Cu -----mg/l	-	0,05			

2.3. Classification des eaux des sources Yesmet et Ma lakhal

La classification des eaux des sources se fait par le facies chimiques

2.3.1. Facies chimiques

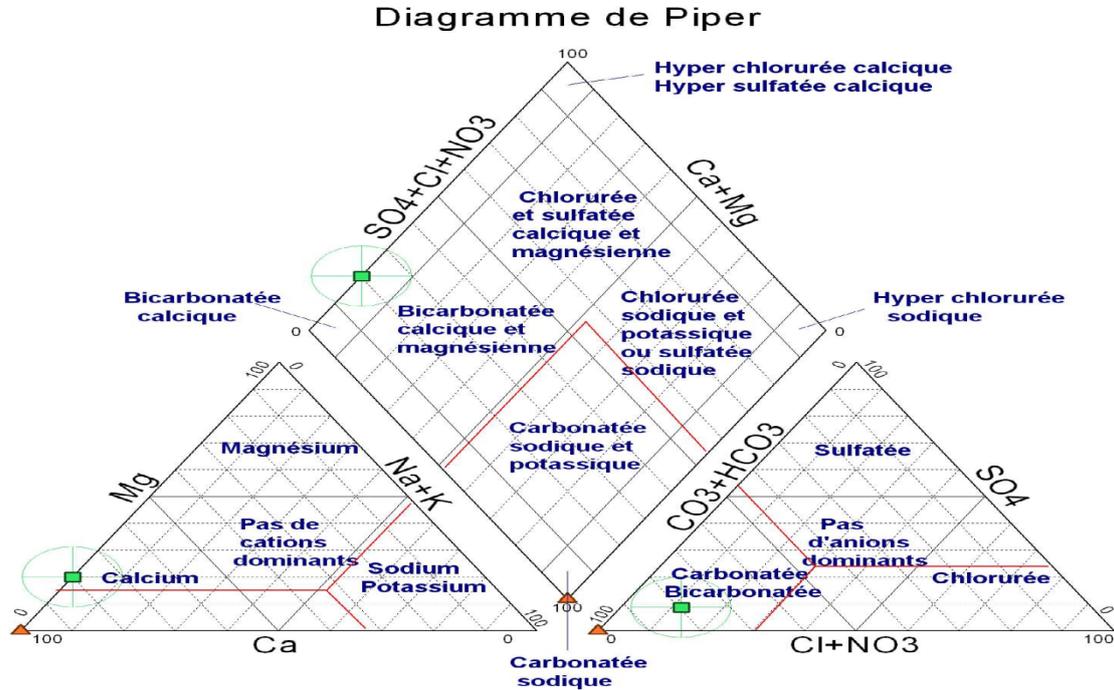


Fig VI.2 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Yesmet N° 1

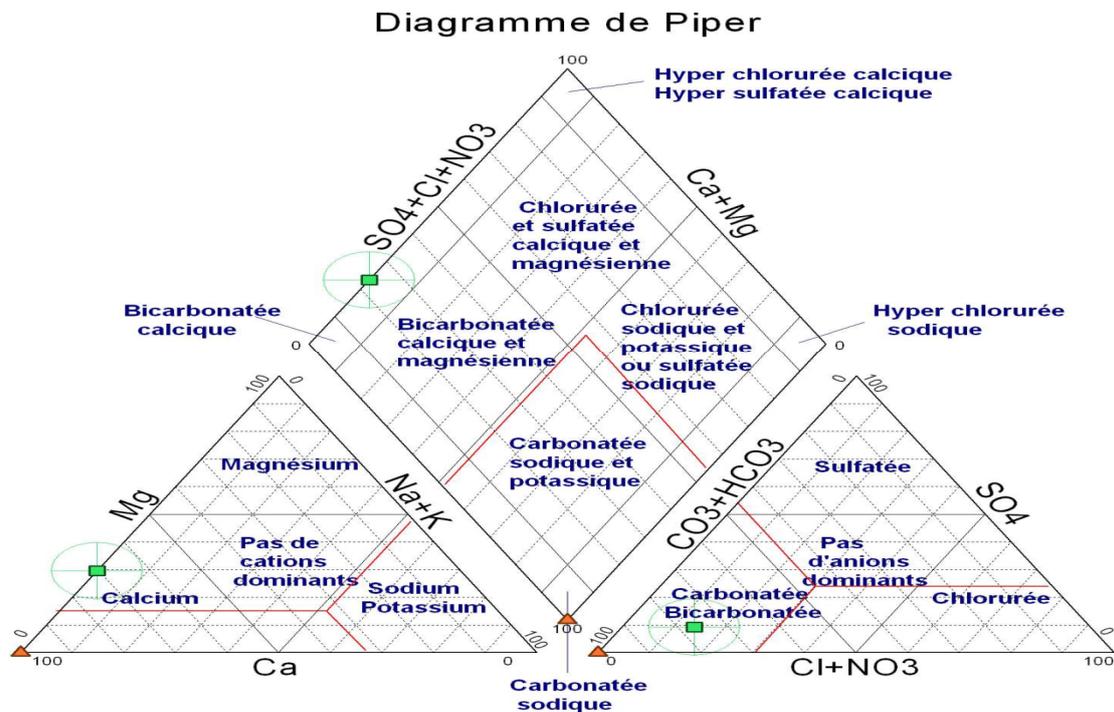


Fig VI.3 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Yesmet N° 2

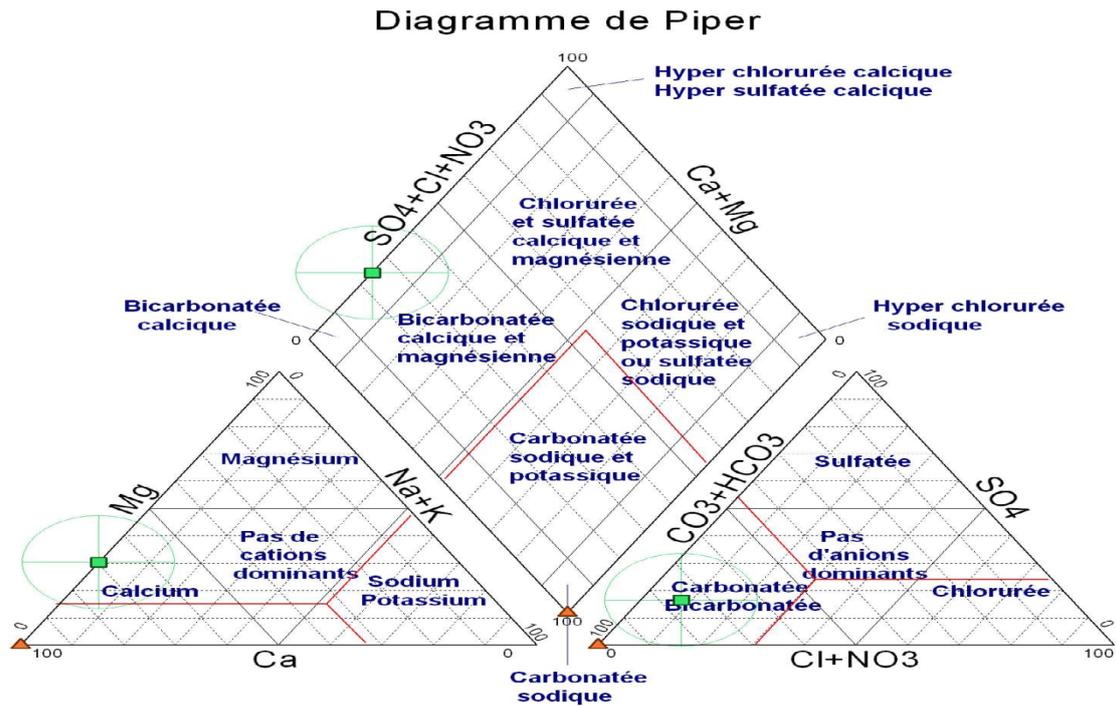


Fig VI.4 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Ma lakhal N°1

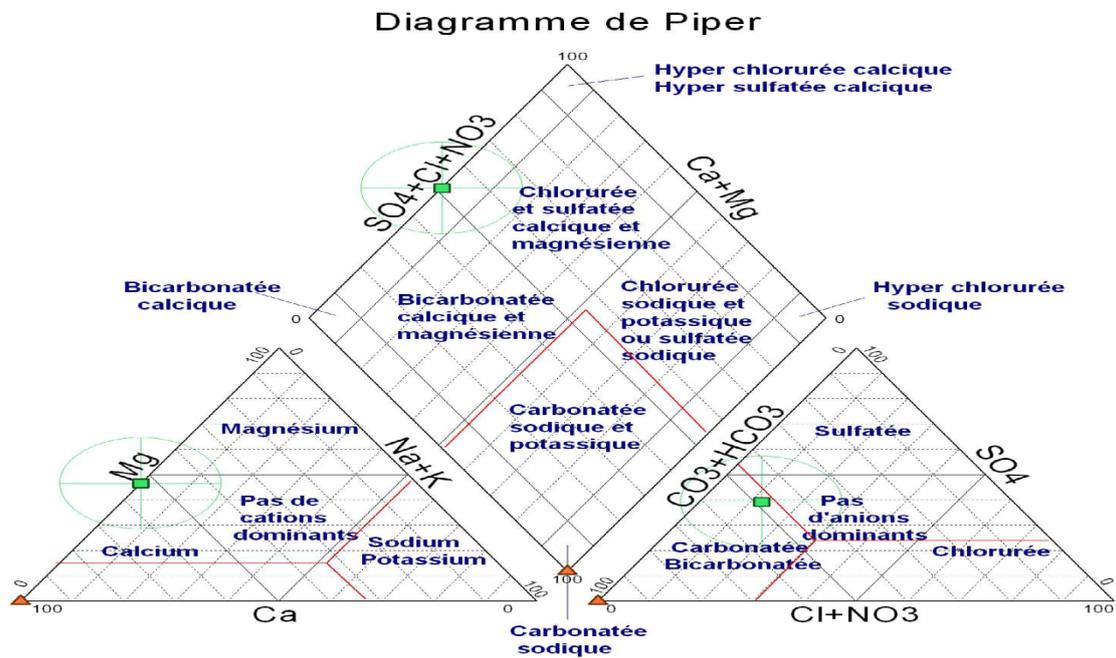


Fig VI.5 Représentation graphique des analyses hydro chimiques de la source Ma lakhal N°2

2.3.2. Composition ioniques des eaux

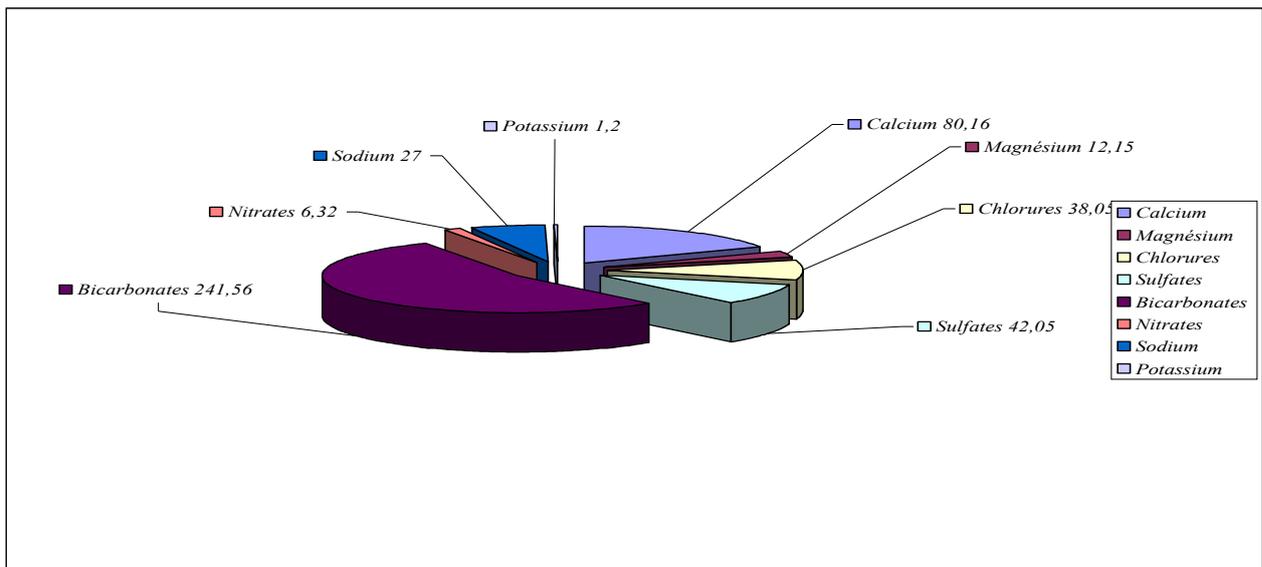


Fig VI.6 Composition chimique de la source Yesmet N° 1

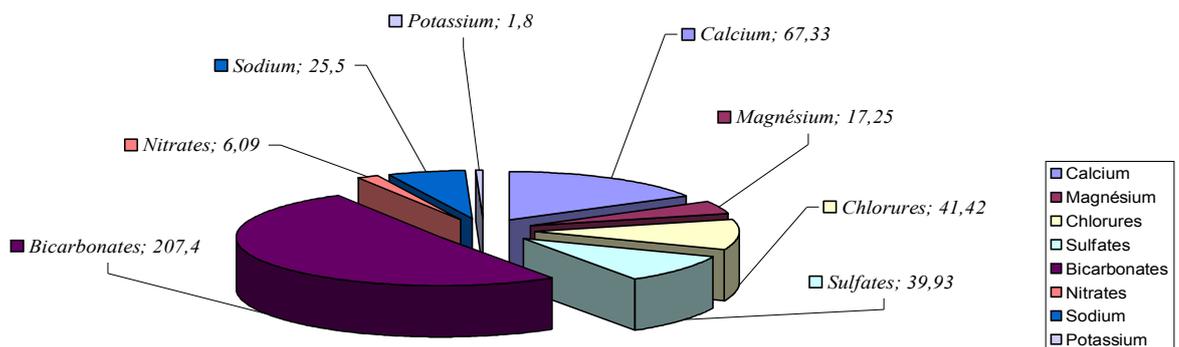


Fig VI.7 Composition chimique de la source Yesmet N° 2

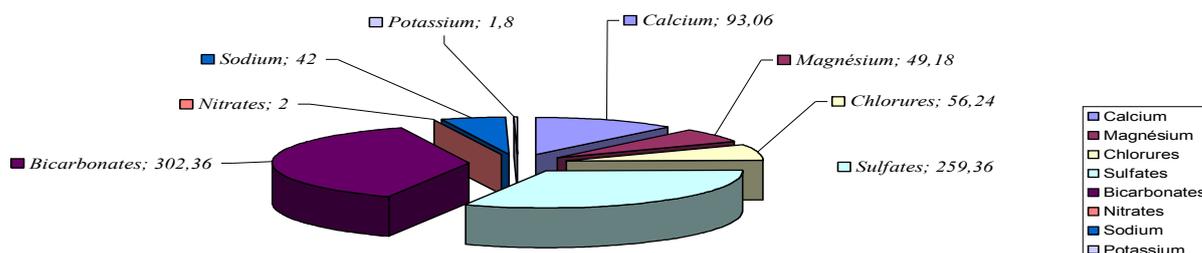


Fig VI.8 Composition chimique de la source Ma Lakhal N° 1

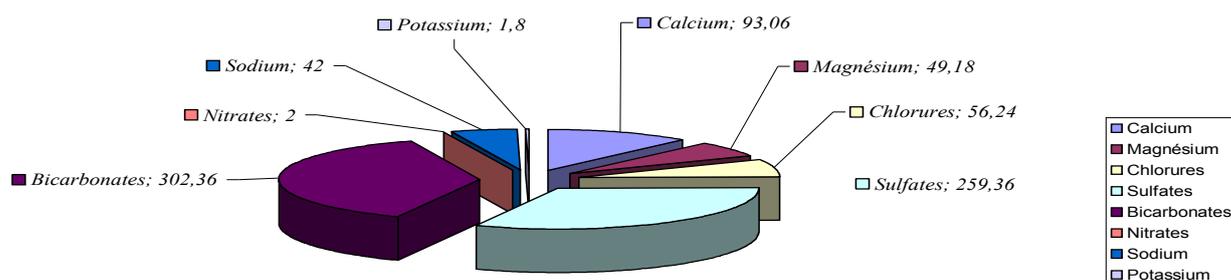


Fig VI.9 Composition chimique de la source Ma Lakhal N°2

La classification des eaux des points d'émergences des sources de Yesmet a montré que le faciès chimique dominant est de type bicarbonaté calcique et magnésique et celles de Ma Lakhal, le faciès chimique est bicarbonaté calcique et magnésique pour la N°1 et sulfaté bicarbonaté calcique pour le point d'émergence de Ma Lakhal N°2. Les eaux des émergences Yesmet présentent une eau dont les paramètres physico-chimiques restent dans les limites de potabilité chimique, et ce, selon les normes admises par OMS – AFNOR – CCE (TabVI.7) et normes Algériennes (NA 6360). Alors que celle de Ma Lakhal.

Nous enregistrons des taux en sulfates qui dépassent les normes AFNOR, pour la source Ma Lakhal N°2 qui enregistre un taux de 259,36 mg/l; aussi la dureté des eaux de Ma Lakhal est élevée: 38,4 pour le point N°1 et pour le point N°2 : la valeur est de 43,46 mg/l qui est en adéquation avec les normes OMS mais qui dépassent les normes admises par AFNOR et CEE (< 35°C).

Tab VI.7 Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (OMS –AFNOR)

Directives O.M.S		Normes AFNOR
Paramètres	admissible []	
Température	-	25°C
Conductivité	-	1250 µs/cm (CEE)
pH	6.5 – 9.2	6,5 -9
Chlorures	400 mg/l	250 mg/l
Sulfates	400 mg/l	250 mg/l
Magnésium	150 mg/l	50 mg/l
Sodium	-	150 mg/l
Potassium	-	12 mg/l
Calcium	200 mg/l	-
Dureté (TH)	50 °F	35°F (CEE)
TAC	50 °F	-
Fer	1.0 mg/l	0.2 mg/l
Manganèse	0.5 mg/l	0.05 mg/l
Zinc	15 mg/l	-
Cuivre	1.5 mg/l	-
Plomb	0.1 mg/l	0.05 mg/l (CEE)
Arsenic	0.05 mg/l	0.05 mg/l (CEE)
Chrome	0.05 mg/l	0.05 mg/l (CEE)
Cadmium	0.01 mg/l	0.005 mg/l (CEE)
Mercure	-	0.001 mg/l (CEE)
Cyanures	0.05 mg/l	0.05 mg/l (CEE)
Sélénium	0.01 mg/l	0.01 mg/l (CEE)
Nickel	-	-
Nitrates	Valeurs limites (eaux de consommation)	
Nitrites	< 50 mg/l	
Azote	<0.1 mg/l	
Ammoniacal	<0.5 mg/l	
Phosphates	<5 mg/l	

3. Les paramètres de qualité de l'eau des sources

3.1. Principaux paramètres de potabilité

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques, afin d'évaluer leur qualité pour la consommation en eau potable.

Ces paramètres sont:

- la dureté de l'eau correspondant à sa minéralisation en calcium et magnésium ;
- le pH qui dépend de la teneur en ions;
- la teneur en gaz dissous issus de l'atmosphère (O₂ et CO₂);
- la teneur en substances minérales dissoutes généralement sous forme anionique (bicarbonates, chlorures, sulfates, nitrates, fluorures) et cationique (calcium, magnésium, sodium, potassium, fer, manganèse, ammonium);
- la turbidité, produite par des matières en suspension (argiles).

A ces paramètres physico-chimiques s'ajoutent des paramètres microbiologiques souvent déterminants dans les aquifères calcaires.

Une teneur trop élevée d'un ou plusieurs composants chimiques cause des désagréments au consommateur (saveur, risques sanitaires) et aux canalisations (corrosion, entartrage...).

L'eau est alors jugée impropre à la consommation (et à sa distribution) à moins de subir au préalable un traitement approprié (cas des eaux chargées en nitrates).

D'autre part, une teneur élevée d'un élément chimique peut être l'indice d'une pollution par d'autres substances toxiques.

➤ **Le Résidu sec :**

Les eaux de la source Yesmet et Ma Lakhel sont des eaux moins chargées (RS < 213 mg/l) pour l'année 2003. Le résidu sec de Ma Lakhel (émergence N°1) prend une valeur de 488 mg/l ce qui correspond à une eau peu minéralisée (< 500mg/l). Alors que celle du point N°2 de Ma Lakhel, le résidu sec est supérieur à 500mg/l, elle correspond à une eau moyennement minéralisée.

➤ **Le pH :**

Le pH de l'eau conditionne les équilibres physico-chimiques, Le pH est acide dans les eaux des aquifères sableuses ou granitiques. Le pH est corrigé selon le cas par élimination du CO₂ dissous en excès ou par correction de la dureté carbonatée.

Les sources de Yesmet et El Ma Lakhel présentent un pH compris entre 7,35 -7,95. Ces valeurs rentrent dans les normes Algériennes (NA 6360) ainsi que ceux de l'OMS et AFNOR.

➤ **La turbidité:**

La turbidité lorsqu'elle est forte occasionne des désagréments dans l'aspect de l'eau et sa saveur (goût dû terre). Tout aménagement augmentant le ruissellement superficiel et l'érosion des sols dite à l'existence de la turbidité.

Les sources de Yesmet et Ma Lakhel prennent des valeurs inférieures à 1 NTU (Normes NA 6360). Ces eaux se caractérisent par une faible turbidité.

➤ **Les sulfates :**

Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse. Le gypse est un sulfate de calcium hydraté qui est faiblement soluble (7 g/l dans les conditions normales).

La source de Yesmet présente une concentration en sulfates de 39 à 42 mg/l ; alors que celle de Ma Lakhal N°1, la teneur en sulfates est de 116,75mg/l et pour Ma Lakhal N°2, elle atteint la valeur de 259,36 mg/l. Elles sont acceptables avec les normes Algériennes.

➤ **Les Chlorures:**

Les deux sources en l'occurrence celle de Yesmet et El Ma Lakhal présentent des concentrations très faibles en cet élément comprises entre 30 à 60 mg/l pour l'ensemble des points analysés, alors que les limites admises en chlorures sont consécutivement de 250mg/l pour les normes AFNOR et de 400 mg/l pour OMS et normes Algériennes (NA6360).

➤ **Le Sodium:**

Les analyses effectuées durant le mois de Septembre ont données les valeurs suivantes :

- Entre 25,50 et 27,00 mg/l pour Yesmet (N°1 et N°2) ;
- Entre 42 et 48 mg/l pour Ma Lakhal(N°1 et N°2) ;

alors que la norme Algérienne (NA6360) est de 200mg/l.

➤ **La dureté:**

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. On distingue:

- une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca et Mg;
- une dureté non carbonatée produite par les autres sels.

La dureté est mesurée par le titre hydrométrique exprimé en °F (degré français);

1°F correspond à 10 mg de carbonate de Ca dans 1litre d'eau.

La dureté de l'eau influe essentiellement sur l'état des canalisations. Une eau dure donne des dépôts de tartre dans les canalisations, ainsi que dans les filtres des robinets. D'autre part, ces dépôts carbonatés ont un effet bénéfique en protégeant les conduites de la corrosion.

En ce qui concerne la source YESMET (N°1 et N°2), l'estimation de la quantité de calcium et magnésium exprimé en mg/l nous a permis de constater que la concentration ne dépasse pas la norme, elle prend une valeur de 20°F -25°F et selon la classification des eaux en fonction de leur degré hydrométrique (voir le tableau VI.8) nous pouvons dire que cette eau est **semi dure**. Alors que les valeurs obtenues pour les eaux de Ma Lakhal N°1 : nous avons une valeur de 38,4mg/l et N°2 de 43,46 mg/l et d'après le tableau ci-dessous, ces eaux de Ma Lakhal sont des eaux **très dures**. Selon

les normes OMS (dureté maximum: 50°F), elles sont conformes aux normes mais par contre, ceux d'AFNOR et de la CEE, elle dépasse les normes admises et qui sont de 35°F surtout pour le point N°2.

Tab VI.8: Classification des eaux en fonction du degré Hydrométrique

Degré hydrométrique TH	Classifications
0-5°TH	eau très douce
5-13°TH	eau douce
14-25°TH	eau semi dure
26-37°TH	eau dure
supérieure à 37°TH	eau très dure

➤ **Le Fer :**

Le fer est un élément assez abondant sous forme de silicates, d'oxydes et hydroxydes, de carbonates et de sulfures. Le fer est soluble à l'état d'ion Fe⁺⁺ (ion ferreux) mais insoluble à l'état Fe⁺⁺⁺ (ion ferrique). Les analyses de l'eau donne des valeurs suivantes : 0,018 mg/l pour le P1, 0,038 pour les deux sources Yesmet et Ma Lakhal. Ces valeurs rentrent dans les normes requises < 0,3 mg/l.

➤ **Le Manganèse :**

L'analyse de l'élément manganèse a donné une valeur inférieure à 0,05 mg/l ; alors que la norme Algérienne donne une valeur inférieure à 0,5mg/l.

➤ **Le potassium :**

L'analyse de l'élément potassium a donné des valeurs faibles comprises entre 1,20mg/l et 1,80mg/l pour les deux sources Yesmet et Ma Lakhal.

➤ **La pollution microbiologique**

Notre zone d'étude se caractérise par un environnement propre, loin de toute activité humaine qui peut influencer l'équilibre écologique.

Conclusion

Les eaux des sources de Yesmet correspondent à des eaux minéralisées, riches en calcium et bicarbonates et magnésium. Ceux de Malakhal, ils sont riches en bicarbonates, les sulfates et calcium.

Ces eaux sont de bonne qualité physico-chimiques et rentre dans les normes de potabilité. Leur utilisation dans le domaine d'AEP ne sera que bénéfique pour la population. Cependant, ceux de la source Ma lakhal correspondent à des eaux très dures (dureté supérieure à 35°f). Ces eaux possèdent des teneurs élevées en bicarbonates pour l'ensemble des points d'émergences (04 points). D'autre part, nous avons relevés des valeurs élevées pour les sulfates pour la source Ma lakhal.

Ces deux éléments : bicarbonates et les sulfates sont d'excellents stimulateurs de la digestion et les sulfates participent à la désintoxication de l'organisme. en plus, le calcium et le magnésium sont présents en quantités élevées; ces éléments sont intéressants en tant qu'éléments nutritifs pour l'organisme. Enfin, les eaux de la source Yesmet sont des eaux de bonne qualité et sont classés en tant que des eaux de source et Ma lakhal sont des eaux très dures et sont riches en sulfates.

CHAPITRE VII



ORGANISATION DE CHANTIER

CHAPITRE VII

ORGANISATION DE CHANTIER

1. Introduction

L'organisation d'un chantier consiste à déterminer et coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais. [6]

Les étapes à utiliser sur les chantiers pour la réalisation d'une adduction en eau potable (A.E.P) sont :

- Implantation des traces des tranchées sur le terrain.
- Excavation des tranchées.
- Pose des conduites.
- Epreuve de joint et de canalisation.
- Remblaiement des tranchées.

2. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

2.1. Matérialisation

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 jusqu'à 60 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes.

La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

2.2. Nivellement

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain compte des obstacles, on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul, on détermine la hauteur de chaque point ainsi la profondeur de tranchée en point.

2.3. Excavation des tranchées

Cette opération se divise en deux étapes :

2.3.1. Enlèvement de la couche végétale

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un bulldozer ou un angledozer.

2.3.2. Excavation

Selon les caractéristiques du terrain ; l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée a excavée doit atteindre 1 m pour les raisons suivantes :

- Pour garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Pour protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être grande pour qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- La profondeur de la tranchée « H_{tr} »
- La largeur de la tranchée « b »

2.3.3. La profondeur de la tranchée

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D + h + h_1 \quad \text{(VII.1)}$$

H_{tr} : profondeur de la tranchée (m).

D : diamètre de la conduite (m).

h : hauteur de la génératrice supérieur de la conduite à la surface du sol.

On prend : $h=1$ m.

h_1 : épaisseur du lit de pose $h_1 = 0,15$ m.

D'où : $H_{tr} = 1,15 + D$ (m).

2.3.4. Largeur de la tranchée

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0,6 \text{ m.} \quad \text{(VII.2)}$$

b : largeur de la tranchée (m) et D : diamètre de la conduite (m).

2.3.5. Section de la tranchée

$$W = b \cdot H_{tr} \quad \text{(VII.3)}$$

Avec :

W : Section de la tranchée.

Tab VII.1: Récapitulatif des différents paramètres de tranchée

Diamètres (mm)	H (m)	b (m)	W (m ²)
75	1,23	0,68	0,83
100	1,25	0,70	0,88
125	1,28	0,73	0,92

3. Pose de la conduite

L'étude et la pose d'une conduite, restent des facteurs très importants pour une distribution adéquate, une perte qui serait faible dans le décente, afin obtenir un débit presque constant.

Les canalisations peuvent être posées de différentes manières selon le lieu et les obstacles qui peuvent se présenter.

3.1. Pose en terre

La pose en terre s'effectuera dans une tranchée de largeur assez suffisante. Au droit du joint, on établit des élargissements de la tranchée pour faciliter le travail.

Le fond de la tranchée sera purgé des pierres et convenablement dressé. Ensuite, il sera recouvert d'un lit de pose de 0,1-0,2m d'épaisseur bien pitonné et bien nivelé, ce lit de pose sera constitué :

- Par du gravier, dans les terres ordinaires.
- Par de la pierre cassée, qui jouera le rôle de drain.

Dans les terrains imperméables :

- Béton maigre, dans les parties rocheuses très en pente.

La profondeur de la tranchée doit être sensiblement constante et suffisante à la protection des conduites, d'une part, contre les variations des températures et d'autre part contre le risque d'écrasement sous l'effet des charges et des surcharges.

3.2. Essai sur la canalisation en place

Après la pose de la conduite et avant remblaiement de la tranchée il faut effectuer par tronçon des essais à la pression d'épreuve.

La conduite est alors remplie d'eau pour l'éprouver à la pression.

La pression d'essai sera égale à la pression à laquelle sera soumise réellement la conduite (+50%).

La durée d'essai est d'au moins 30min.

La variation de pression devra être supérieure à 0,2 bars.

3.3. Remblaiement de la tranchée

Une fois les épreuves réussies, la mise en place du remblai bien tassée doit être effectuée manuellement on utilisant la terre des déblais (tout élément indésirable étant exclu).

4. Calcul des volumes de terrassement

a. Décapage de la couche de terre végétale

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer toujours par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs

Le volume de la couche à décapier est :

$$V_{cv} = L \cdot b \cdot e \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

V_{cv} : volume de la terre décapée en (m^3),

L : longueur total des tranchées en (m),

b : largeur de la couche végétale en (m),

e: épaisseur de la couche en (m), e = 10 cm

b. Volume des déblais

$$V_d = L \cdot b \cdot H. \quad (\text{VII.5})$$

Avec :

V_d : Volume de déblais de la tranchée en (m^3),

L : Longueur de la tranchée en (m),

b : largeur de la tranchée (m),

c. Aménagement du lit de sable

Le fond de la tranchée est normalement, arasé avec une couche du sable de 15 cm d'épaisseur.

Le lit de pose doit être constitué de sable contenant au moins 12%de particules de diamètres inférieures à 0,1mm, c'est-à-dire bien gradué.

Le volume du sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = L \cdot b \cdot e \quad (\text{VII.6})$$

Avec :

V_s = volume du sable en (m^3)

e : épaisseur du sable, e = 15 cm

d. Volume des remblais

$$V_r = V_d - V_c - V_s \quad \text{(VII.7)}$$

Avec :

V_d : volume total des déblais ;

V_c : volume total occupé par les conduites ;

V_s : volume total de sable pour le lit de pose la conduite ;

$$V_c = S.L = \frac{\pi D^2}{4}.L$$

e . Volume excédentaire

$$V_{exc} = V_d - V_r \quad \text{(VII.8)}$$

Avec :

V_{exc} : Volume du sol excédentaire en (m³) ,

V_d : Volume des déblais en (m³),

V_r : Volume des remblais en (m³).

Tab VII.2: Récapitulatif des différents volumes

Diamètre (mm)	75	100	125	Totale
Long(m)	2205.99	747.75	5604.72	8558,46
Décapage de la couche végétale (m ³)	150.01	52.34	409.14	611.49
V déblais (m ³)	1845.09	654.28	5237.05	7736.42
V conduite (m ³)	9.74	5.87	68.75	84.36
V sable (m ³)	225.01	78.51	613.72	917.24
V remblais (m ³)	1610.34	569.90	4554.59	6734.82
V Excédentaire (m ³)	234.75	84.38	682.46	1001.60

5. choix de l'excavateur

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement.

L'excavation sera réalisée mécaniquement alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) est basé sur leur champ d'application et l'exigence du chantier.



Fig VII.1 : Pelle mécanique

5.1 Pelle équipée en rétro

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.
- Peut excaver dans la direction de la machine.
- Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux.

5.2. Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.

Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle, on opte pour une pelle mécanique équipée en rétro à roue pneumatique pour atteindre un rendement optimal.

Pour déterminer les caractéristiques de la pelle, nous devons calculer le volume total à excaver pour notre travail.

D'après le tableau VII.2, le volume total a excavé est de **7736,42m³**.

A travers ce volume calculé, nous déterminons la capacité du godet pour notre pelle en rétro.

Tab VII.3 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤10000	≥10000	>20000	>100000
capacité du godet (m ³)	0.25-0.35	0.5-0.65	1-1.25	1.5

Comme le volume total est inférieur à **10000 m³**, on opte pour une pelle avec une capacité du gobet égale à **0,35 m³**.

5.3. Rendement d'exploitation de la pelle choisie

Le rendement de la pelle est donné par la relation :

$$R_p = \frac{3600 \times q \times K_r \times K_t}{T_c \times K_f} \quad (m^3/h)$$

Avec : q : capacité du gobet 0,35 m³.

K_r : coefficient de remplissage du gobet K_r = 0,8 - 0,9 on prend K_r = 0,8

K_t : coefficient d'utilisation du temps dépend de la nature du sol et de l'habilité du Conducteur

K_t = 0,7- 0,9 prenons K_t = 0,8

K_f : coefficient de foisonnement du sol K_f = 1,2.

T_c : la duré d'un cycle de remplissage du gobet T_c = (15-30) s

On prend : T_c = 20 s

$$AN : R_p = \frac{3600 \times 0,35 \times 0,8 \times 0,8}{20 \times 1,2} = 33,6 m^3/h$$

Si on prend une durée de travail de 8 heures par jour

Donc R_p = 268,8 m³/j.

6. La duré d'excavation

Connaissant le volume de terre à excaver et le rendement de l'engin le temps d'exploitation sera :

$$T = \frac{V}{R_p} = \text{jours}$$

V : volume du sol excavé (m³)

R_p : capacité du godet en jour (m³/jour)

-application

$$T = \frac{7736,42}{268,8} = 29 \text{ jours}$$

7. Elaboration du Planning d'exécution des Travaux

Un projet comporte un nombre de tâches plus ou moins grand à réaliser dans les délais impartis et selon un agencement bien déterminé.

Le diagramme de GANTT est un outil permettant de planifier le projet et de rendre plus simple le suivi de son avancement.

7.1. Méthodologie de construction du diagramme

Le diagramme de GANTT est un planning présentant une liste de tâches en colonne et en abscisse l'échelle de temps retenue.

La mise en œuvre de technique de planification nécessite que :

- Les tâches soient identifiées.
- Les tâches soient quantifiées en termes de délais, de charges ou de ressources
- La logique de l'ensemble des tâches ait été analysée.

- On peut aussi suivre les étapes suivantes :

- La collecte des informations.
- La décomposition du projet.
- La définition des relations entre les tâches.
- Attribution des durées.
- Construction du diagramme.

Afin de mener à bien la réalisation de cet outil, il faut donc procéder comme suit :

- Déterminer et structurer la liste des tâches à réaliser pour mener à bien le projet

Cette identification peut se faire par des techniques différentes. La liste obtenue doit être ensuite structurée (on tente de regrouper les tâches, de les hiérarchiser par lots de travail).

- Estimer les durées et les ressources

Il faut remplir un tableau présentant, pour chaque tâche, la durée de celle-ci et les ressources affectées. L'unité de temps pour exprimer la durée est fonction du type de projet réalisé.

Le diagramme de GANTT permet de visualiser facilement, et par n'importe quel personne, le déroulement du projet, ainsi que de prévoir suffisamment à l'avance.

Les actions à penser ou à faire comme la commande de matériel qui prend parfois beaucoup de temps.

On pourra aussi gérer plus facilement les conflits de ressources et les éventuels retard en visualisant l'impact de ceux-ci sur le déroulement du projet. En outre, le diagramme de GANTT est un bon outil de communication avec les différents acteurs du projet.

A par cette méthode, il existe d'autre méthode comme celle des réseaux (a nœud ou à flèche), ou celle des tableaux, qui sont des méthodes plus compliqués et non lisible par tout le monde et où on trouve beaucoup de chiffres mais ces méthodes sont plus précise et plus détaillées.

Après avoir pris en considération tous les éléments cités on obtient le planning FigVII.2

7.2. Planification des travaux

Les principales opérations à exécuter sont :

- A. Décapage de la couche de terre végétale.
- B. Piquetage
- C. Exécution des tranchées et des fouilles pour les vannes.
- D. Aménagement du lit de pose.
- E. La mise en place des canalisations en tranchée
- F. Assemblage des tuyaux
- G. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.
- H. Remblai des tranchées.
- I. Travaux de finition.

Tab VII.4 : Détermination du délai de la réalisation (conduite gravitaire)

OPERATION	TR(jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	35	0	35	0	35	0
B	15	35	50	35	50	0
C	70	50	120	50	120	0
D	60	120	180	135	195	15
E	75	120	195	120	195	0
F	75	120	195	120	195	0
G	35	120	155	160	195	40
H	35	195	230	195	230	0
I	35	230	265	230	265	0

Les chemins critiques : A-B-C-E -H-I / A-B-C-F -H-I $\sum TR = 265$ jours.

Avec :

TR: temps de réalisation , MT : marge totale.

DCP : date de commencement au plutôt.

DFP : date de finition au plutôt.

DCPP: date de commencement au plus tard.

DFPP : date de finition au plus tard

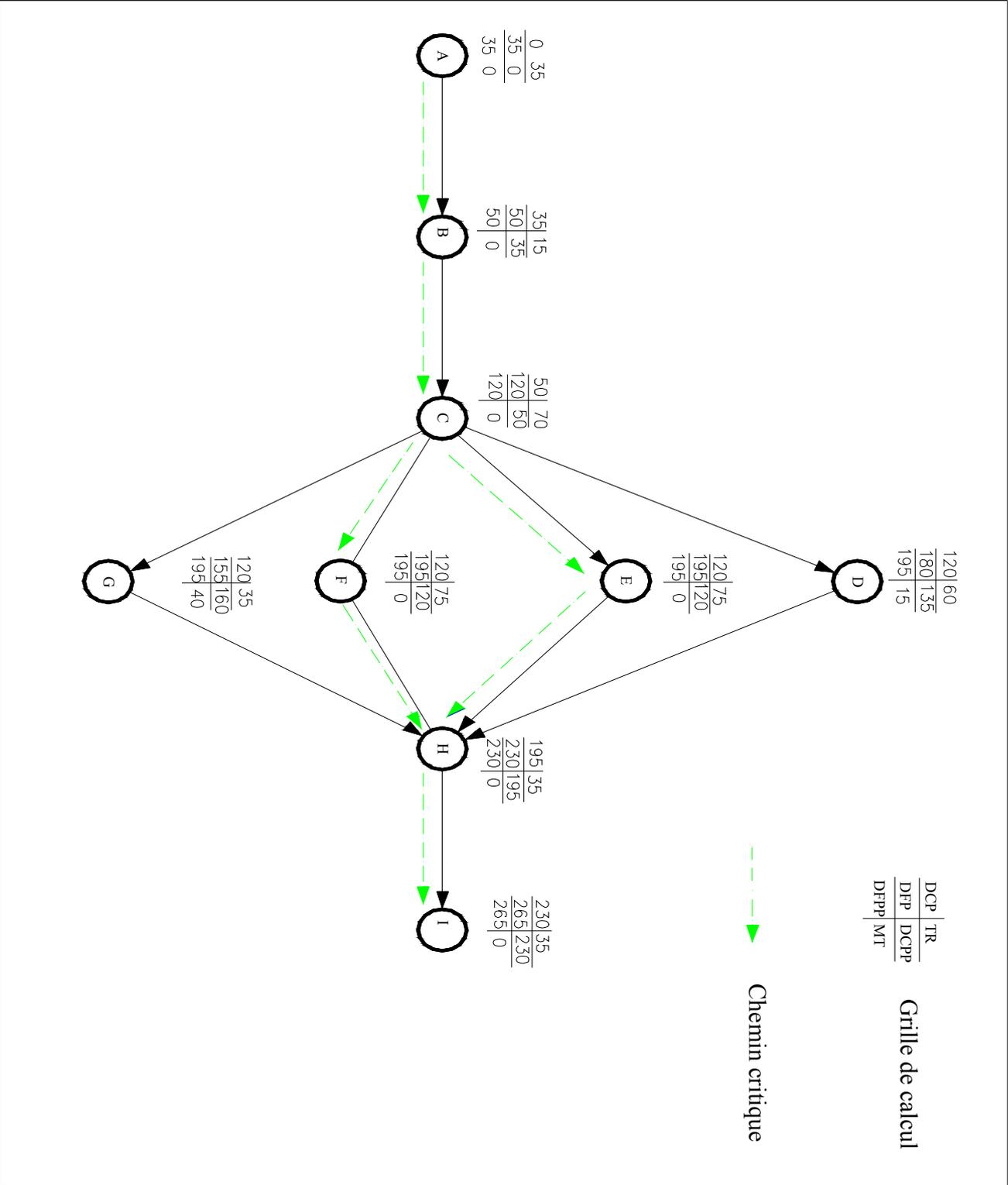


Fig VII.2:Réseau à nœud (conduite gravitaire)

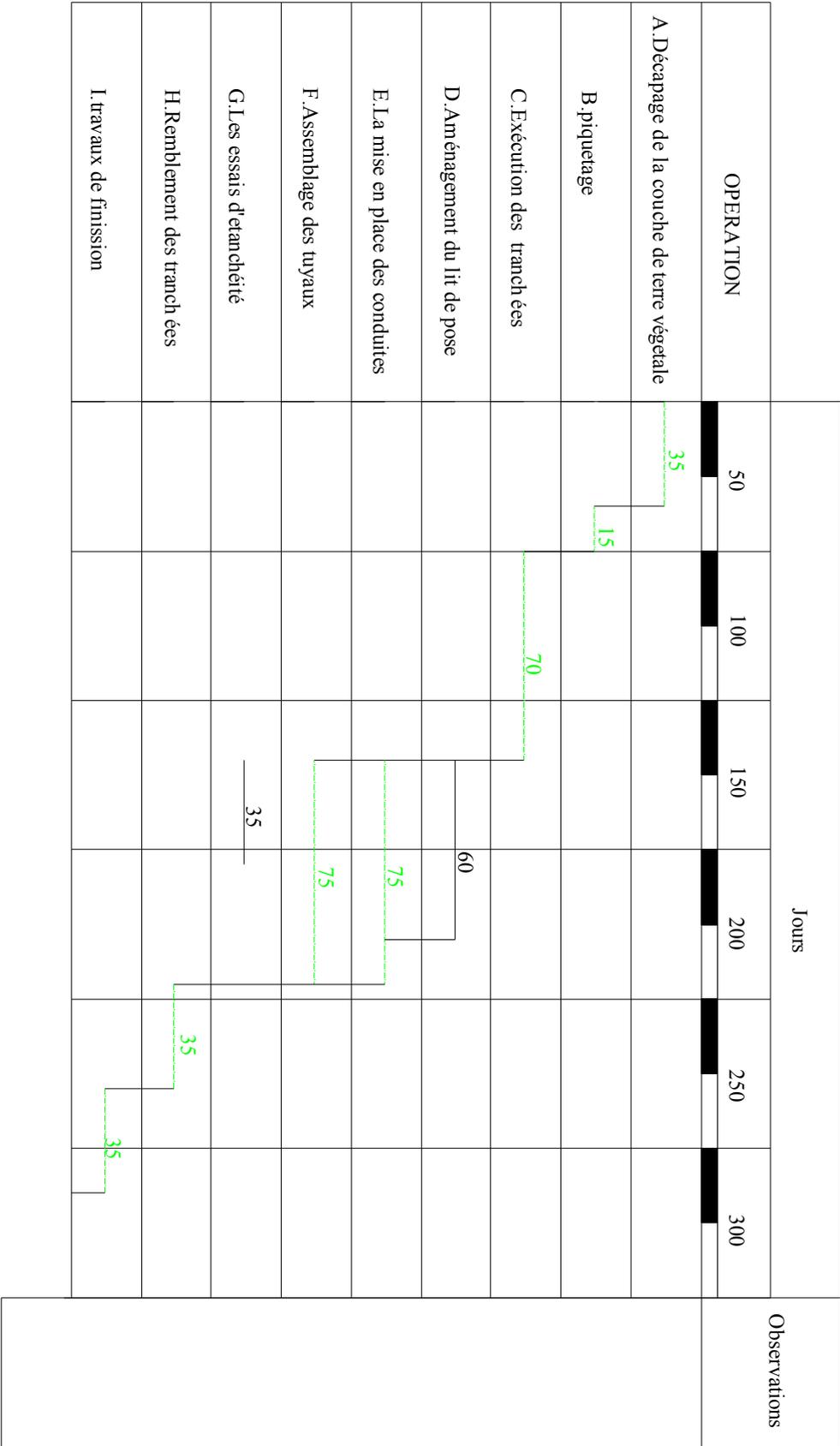


Fig VII.3 Planing des travaux

8. Evaluation du projet

Cette partie du mémoire est très importante, car elle permet d’avoir une idée sur le coût de réalisation du projet.

Cette évaluation consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant, et enfin, on trouve le coût total du projet.

8.1. Devis estimatif d’établissement de la conduite et de réservoir d’eau

Tab VII.5 : Devis estimatif de l’établissement de la conduite et de réservoir d’eau :

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1- terrassement				
Décapage	m3	611.49	150	91724.157
Déblais	m3	7736.42	300	2320926.5
Pose de lit du sable	m3	917.24	600	550344.942
Remblaiement des tranchées avec du tout venant	m3	6734.82	400	2693929.61
évacuation des déblais excédentaires	m3	1001.60	150	150239.644
2- pose de canalisations				
conduite ø 125 en acier	ml	5604.72	1203	6742478.16
conduite ø 100 en acier	ml	747.75	1070	800092.5
conduite ø 75en acier	ml	2205.99	950	2095690.5
Totale				15445426

8.2. Devis estimatif des équipements**Tab VII.6 : Devis estimatif des équipements**

Equipement	Unité	Nombre	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Ventouse	u	6	2000	12000
Vidange	u	5	4000	20000
Totale				32000

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de savoir comment faire les travaux pour réaliser un réseau d'adduction en eau potable sur un chantier dans les meilleures conditions et le bon fonctionnement.

CHAPITRE VIII



PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL

CHAPITRE VIII

PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL

1. Introduction

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers production et surtout humain.

L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise. Dans ce contexte un certain nombre de dispositifs de consignes et de règlements dits de sécurité est mis à la disposition des chantiers. [5]

Ces règlements sont incoûtés stablement appliquées. Car ils contribueront à éviter au maximum les accidents et dégagement enfin la responsabilité des dirigeants du chantier.

Le domaine hydraulique, couvre un large éventail d'activité qui est différent par leur nature et leur importance tout en présentant des caractéristiques communes.

- travaux d'excavation et de terrassement.
- Creusement de puits.
- Construction en bois, brique, pierres, béton ou en éléments préfabriqués.

Ce qui distingue ces différentes activités des autres branches de l'industrie sont :

- L'instabilité des lieux de travail et la variation des durées des chantiers.
- Les modifications intervenant au fur et à mesure de l'avancement des travaux.
- L'utilisation d'une importante main-d'œuvre sans qualification.

2. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

2.1. Facteurs humains

- Manque de contrôle et négligence
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables.
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux
- Erreurs de jugement ou de raisonnement.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

2.2. Facteurs matériels :

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail.
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.).

3. Liste des conditions dangereuses

- Installations non protégées.
- Installations mal protégées.
- Outillages, engins et machines en mauvais état.
- Protection individuelle inexistante.
- Défaut dans la conception, dans la construction.
- Matières défectueuses.
- Stockage irrationnel.
- Mauvaise disposition des lieux.
- Eclairages défectueux
- Facteurs d'ambiance impropres.
- Conditions climatiques défavorables.

4. Liste des actions dangereuses :

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- Neutraliser les dispositifs de sécurités.
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- Importance durant les opérations de stockage.
- Adopter une position peu sûre.
- Travailler dans une altitude inappropriée.
- Suivre un rythme de travail inadapté.
- Plaisanter ou se quereller.

5. Mesures préventives pour éviter les causes des accédants

5.1. Protection individuelle

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gans, chaussures, lunette protectrice etc.)

5.2. Autres protections

- Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.
- Climatisation des surcharges en bordure des fouilles.
- Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenu à laisser une distance suffisante entre eux.

5.3. Protection collective

5.3.1. Equipement de mise en œuvre du béton

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier, en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

5.3.2. Engin de levage

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter des personnels compteurs.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

5.3.3. Appareillage électrique

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

6. Organisation de la prévention des accidents du travail

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées figurés dans l'organigramme (Figure VIII.1).

Le contremaître constitue le maillon essentiel de la chaîne de prévention des accidents du travail. Vu sous l'angle de la protection du personnel, le rôle du contre- maître revêt trois aspects important, pédagogique, de surveillance, de suggestion.

Parmi les principales fonctions du service de protection :

- Etudes, participation au comité d'hygiène et de sécurité ;
- Exécution, mesures légales d'hygiène et de sécurité (code de travail, réalisations pratiques des suggestions et des études).
- Les mesures de prévention collective sont la suite logique de l'étude de sécurité. Les mesures de prévention collectives peuvent être classées en deux catégories distinctes :
- Respect de la réglementation, la législation, les contrôles techniques ;
- Les moyens techniques (protection des éléments de machines et mécanismes en mouvement) ;

Devant les dangers constatés dans l'exercice de certaines professions ou dans l'emploi de nouveaux produits, la législation a de plus en plus tendance à compléter la prévention collective par des moyens de protection individuelle.

La protection des membres supérieurs est assurée par le port de gants, moufles, maniques, épaulières, doigtiers ;

Protection des membres inférieurs ;

Protection des yeux ;

Protection du tronc ;

Protection de la tête ;

Protection des voies respiratoires.

L'équipement de protection est nécessaire lorsque les risques auxquels est exposé le personnel n'ont pu être éliminés ou supprimés à la source.

Cet équipement doit remplir les conditions suivantes :

- Correspondre au danger considéré ;
- Etre pratique et confortable ;
- Etre solide ;
- Etre d'un entretien facile.

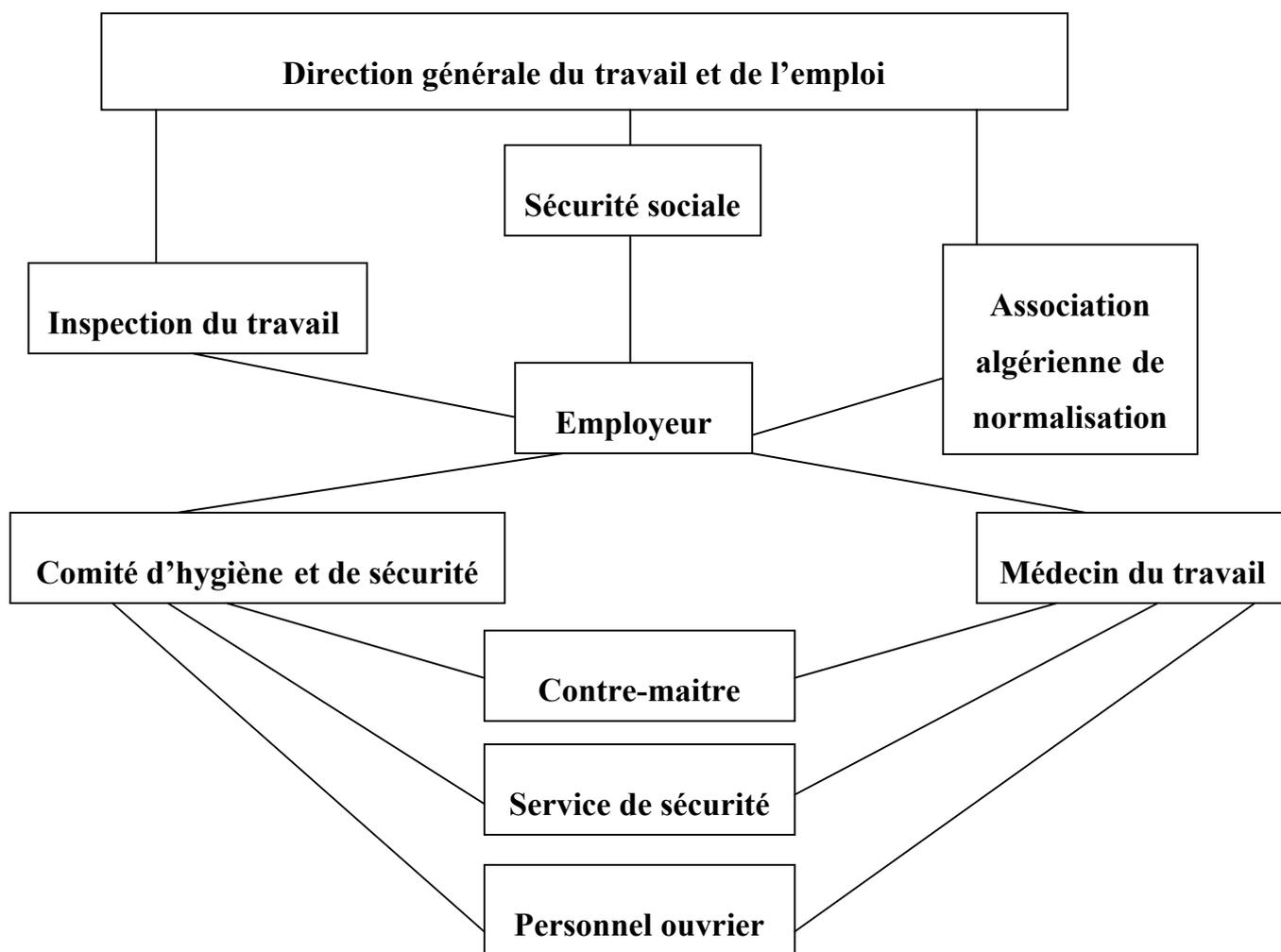


Fig VIII.1 Organigramme de la prévention

Conclusion

La prévention devrait tendre à ne plus être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs. Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est à dire faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

A cet effet, il convient d'accorder d'avantage d'intérêt aux aspects éducationnels de l'homme au travail afin de lui permettre une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation à son environnement.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **SALAH BOUALEM**, « Alimentation en eau potable », E.N.S.H, 1993.
- [2] **A. DUPONT**, «Hydraulique urbaine », Tome II, Editions Eyrolles, paris, 1979.
- [3] **Jacques BONNIN**, «Hydraulique Urbaine », Editions Eyrolles, Paris ,1977.
- [4] **ADBERAHIM SAKINE ADBERAHIM**, «Mémoire de fin d'étude du réseau d'alimentation en potable de commune de Ain Romana wilaya de Blida », E.N.S.H,2008.
- [5] **DJEMATE MOHAMMED**, «Mémoire de fin d'étude du réseau d'adduction de la commune d'ELKHENEG wilaya Laghouat », E.N.S.H, 2008.
- [6] **YACOUB OUSMAN BOURMA**, «Mémoire de fin d'étude du système d'alimentation en potable de commune de Bouarafa wilaya de Blida », E.N.S.H, 2008 .

CONCLUSION GENERALE :

Le présent projet concerne le renforcement de la l'alimentation en eau potable de la ville de Ain Romana par les eaux des sources Yesmet et Malakhal, car ces dernières comportes des eaux avec des qualités d'eau acceptable selon les fiches d'analyse physico-chimique.

En premier lieu nous avons fait une brève description de cette ville, et collecté les données nécessaires, qui nous permettent de mener à bien notre projet.

Après cela on a fait l'étude de tracé et de dimensionnement de la conduite d'adduction des diamètres en série en utilisant le type de matériau en acier, par la suite on a passé a l'étude du phénomène du coup de bélier, c'est la projection des robinets vannes à fermeture lente dans la partie gravitaire , et pour la protection contre la corrosion ou on a abouti à faire une protection cathodique à courant imposé.

Pour avoir une idée sur le volume des travaux, la durée et le coût de réalisation, une étude d'organisation de chantier a été réalisée. Les travaux de la conduite d'adduction surtout des ouvertures de tranchées, la pose et le remblaiement de la conduite ont été tracés.

En fin de ce projet on espère qu'on a trouvé les meilleures solutions pour résoudre le problème de l'eau potable de la ville d'Ain Romana.