



N° Réf :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
LICENCE ACADEMIQUE
en Hydraulique
Spécialité : Sciences Hydrauliques

Thème

ETUDE DU RESEAU D'AEP DU MECHTA LEHBEL A PARTIR DU FORAGE LEHBEL, WILAYA DE MILA

Préparé par :

- Guesmi Hayet.
- Bechar Salah Eddine.
- Khellaf Assia.
- Mokhnache Walid.

Dirigé par :

Athamena Ali.

Année universitaire : 2013/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

من أراد الدنيا فعليه بالعلم ومن أراد الآخرة فعليه بالعلم ، ومن أرادهما معا فعليه بالعلم .

قال الله تعالى ﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْتَلَّ صَالِحًا تُضَاءً وَأُدْخِلَنِي
بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ ﴾ سورة النمل ، الآية 19 .

اللهم لا تجعلنا نصاب بالغرور إذا فجعنا ، ولا بالإحباط واليأس إذا أخفقتنا واجعل لنا
بكل فضل نجاحا .

اللهم إذا مرقتنا التجاح فلا تأخذ قواضينا ، وإن مرقتنا قواضعا ، فلا تأخذ سعادتنا
بشكرك وذكرك .

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين .

رب قبل منا صالح الأعمال * آمين *

Remerciement



☀️ *Avant tout, nous remercions **ALLAH** qui a illuminé mes chemins et qui m'a armé de courage pour achever mes études.*

☀️ *Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu »*

☀️ *Nous remercions fortement mon promoteur : M^r **Athamena Ali** de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.*

*Nous remercions également M^r **Hadj Azzam Bakir** et **Guesmi Abd El Malek**, les employeurs d'APC d'Ouled Khlouf et la subdivision d'hydraulique de **Tadjenanet** qui m'a donné la volonté de réaliser ce mémoire à travers tous les services qu'il m'a rendus, sans oublier aussi M^r **Abboud Bouzid**.*

Nous remercions aussi :

✚ *Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.* ☀️



Mai 2014

Dédicace



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

✚ *Mes parents **Rahmani** et **Zohra** pour ces sacrifices afin d'atteindre mon but.*



✚ *Mes frères : Rafik, sa femme Dalal et ces fils Noussa et Mahdi, Halim, Walid et sa femme Karima, Fateh et mes sœurs Hanane, Samia, sa marié Mesaoud et ces fils Yasmine, El Moattaz Billah, Alaa Eddine et Malak.*



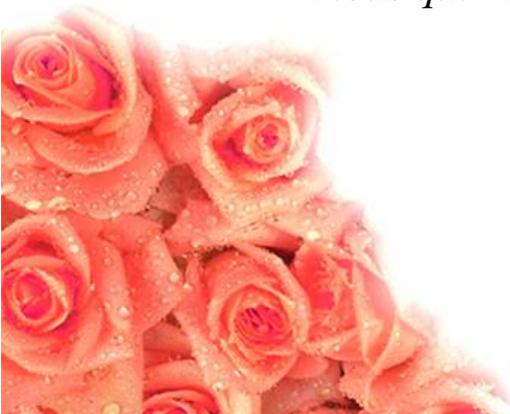
✚ *Toute ma famille **Guesmi**, **Ghorab** et **Bechar**.*

✚ *Mon camarade Salah Eddine.*

✚ *Tous mes amis : Samira, Houda, Sara, Khawla, Safia, Dalal, Souhila, Dounia, Amel, Assia, Nadia et Ratiba.*

✚ *Tous mes amis de la cité universitaire et l'Université.*

Et tous qui me connaissent.



Hayet
MAi 2014

Dédicace



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

✚ *Mes parents **Abd El Malek** et **Hayet**, mon oncle **Hachemi** et ma grande mère pour ces sacrifices afin d'atteindre mon but.*



✚ *Mon frère **Farouk** et mes sœurs **Khadidja** et sa marié **Nabil**, **Meroua** et **Malak**.*



✚ *Mon camarade **Hayet**.*

✚ *Toute ma famille **Bechar** et **Abboud**.*

✚ *Tous mes amis : **Khaled**, **Kamel**, **Ali**, **Mounir**, **El Khier**, **Yacine**, **Nadjeh**, **Rafik**, **Hamza**, **El Hani**, **Zoubir** et **Fateh**.*

✚ *Tous mes amis de **Tadjenanet**, la cité universitaire et l'université.*



*Salah Eddine
MAi 2014*

Dédicace



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

✚ *Mes parents pour ces sacrifices afin d'atteindre mon but.*

✚ *Mes frères Khalil et Abd Errahmane et ma sœur Imène.*

✚ *Toute ma famille Khellaf, Charagrag et Rehal.*

✚ *Mon marié Zinou.*

✚ *Tous mes amis : Zineb, Nadjah, Ramz, Wafia, Amina, Hayet et Salah.*

✚ *Tous mes amis de la cité universitaire et l'Université.*

✚ *Tous qui me connaissent.*



*Assia
MAi 2014*

Dédicace



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

✚ *Mes parents pour ces sacrifices afin d'atteindre mon but.*

✚ *Mes frères et mes sœurs.*

✚ *Ma femme et mon fils.*

✚ *Toute ma famille **Mokhnache et Merouani.***

✚ *Tous mes amis : Fateh, Amrani, Zeddami, Ali, Badis, Ilyes, Hamza, Ahmed, Mohammed, Nadjib,*

✚ *Tous mes amis de Tadjenanet, Ben Yahia Abd Errahmane, la cité universitaire et l'Université.*



Walid
MAi 2014

SOMMAIRE

Page

Introduction Générale

CHAPITRE I : GENERALITES.

Introduction.....	01
I. Définition de l'eau.....	01
I.1. L'existence de l'eau.....	01
I.2. L'eau dans tous ses états.....	01
I.2 .1.Etat liquide.....	01
a. la pluie.....	01
b. les nuages.....	01
c. le brouillard.....	02
I.2.2. Etat de vapeur (état gazeux)	02
I.2.3. Etat de solide	02
a. La neige.....	02
b. Le givre	02
c. La glace.....	02
d. Les glaciers.....	03
I.3. L'importance de l'eau.....	03
✓ Pourquoi l'eau est-elle si importante?.....	04
I.4. Les utilisations de l'eau.....	04
I.4.1. Pour les besoins domestiques.....	04
I.4.2. Pour les besoins de l'agriculture.....	04
I.4.3. Pour les besoins de l'industrie.....	05
I .5. Les besoins en eau : un enjeu pour les décennies à venir.....	05
✓ Besoins et conseils.....	06
I.6. Le cycle de l'eau.....	06
I.6.1. L'histoire du cycle de l'eau.....	07
I.6.2. Les éléments du cycle hydrologique.....	07
a). Précipitations.....	08
b). Ruissellement.....	08
c). Infiltration.....	08
d).Evaporation.....	08
e). Transpiration.....	08
f). Condensation.....	08
I.7 .Ressource de l'eau.....	09
I.7 .1.Les eaux de surface.....	09
I.7 .2.Les eaux souterraines.....	09
I.8. Définition d'un système d'AEP.....	10

CHAPITRE II : MORFOLOGIE DU CENTRE

Introduction.....	11
II.1. Situation de la commune.....	11
II.1.1. Situation administrative.....	11
II.1.2. Situation géographique et reliefs.....	11
II.2. Population.....	11
II.3. Climat.....	12
a. Les précipitations.....	12
b. La température.....	12
II.4. Les ressources hydriques.....	13
II.4.1. Les eaux potables.....	13
II.4.2. L'infrastructure.....	14
II.4.3. Les puits.....	14
II.4.4. Possibilité de stockage.....	14
II.5. Situation du Mechta Lehbel.....	15
II.5.1. Infrastructure hydraulique existante.....	16
II.5.2. Le cadre géologique de notre région.....	16
II.5.3. Tectonique.....	16
Conclusion.....	17

CHAPITRE III : ETUDE DES BESOINS EN EAU

Introduction.....	18
III.1. Evaluation de la population.....	18
a) Population actuelle.....	18
b) Population future et application numérique.....	18
III.2. Estimation des besoins en eau.....	19
a) Besoins domestiques.....	19
❖ Choix de la dotation.....	20
b) Besoins scolaire (école fondamentale).....	20
c) Besoins sanitaire (salle de soin).....	21
d) Besoins socioculturelles (masjid).....	21
e) Besoins totaux.....	21
III.3. Etude des variations des débits.....	22
III.3.1. Variation journalière.....	22
III.3.2. Variation horaire.....	22
III.3.3. Coefficient de pointe.....	23
III.4. Etude des débits.....	24
III.4.1. Débit moyen journalier.....	24
III.4.2. Débit max journalier.....	24
III.4.3. Débit de pointe.....	24

Conclusion.....	25
-----------------	----

CHAPITRE IV : CALCUL DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Introduction.....	26
IV.1.Généralités.....	26
IV.1.1.Les types de réseaux d'AEP.....	26
a) Le réseau ramifié.....	26
b) Le réseau maillé.....	26
c) Le réseau mixte (combiné).....	26
d) Le réseau étage.....	27
IV.2.Conception d'un réseau.....	27
IV.2.1.Choix du type de réseau.....	27
IV.2.2.Choix du matériau de réseau.....	27
IV.2.3.Principe de la trace du réseau.....	27
IV.3.Dimensionnement du réseau.....	28
IV.3.1.Débit spécifique.....	28
IV.3.2.Débit en route (propre).....	28
IV.3.3 : Débit des nœuds.....	28
IV.4.Calcul hydraulique du réseau.....	29
IV.5.Calcul du réseau par logiciel « epanet ».....	30
IV.5.1.Présentation du logiciel.....	30
IV.5.1.1.Définition.....	30
IV.5.1.2.Capacités pour la Modélisation Hydraulique.....	31
IV.6.Calcul des pressions au sol.....	31
IV.6.1 Calcul de la cote du radier du réservoir.....	31
IV.6.2 : Calcul des pressions.....	32
Conclusion	37

CHAPITRE V : ADDUCTION

Introduction.....	38
V.1.Types d'adduction	38

a. Adduction gravitaire.....	38
b. Adduction par refoulement.....	38
V.2.conditions d'établissement du tracé de la conduite d'adduction.....	39
a. Conditions techniques.....	39
b. Critères économiques.....	39
V.3.Choix du matériau des conduites.....	39
V.4. Dimensionnement de la conduite d'adduction.....	40
V.4.1.Calcul de diamètre de la conduite.....	40
V.4.2.Calcul de la vitesse.....	41
V.4.3.Calcul des pertes de charge.....	41
a. Pertes de charge linéaire.....	42
b. Pertes de charge singulière.....	43
c. perte de charge totale.....	43
V.4.4. Calcul la hauteur géométrique (Hg).....	43
V.4.5.Calcul la hauteur manométrique totale (HMT).....	43
V.4.6 : Calcul la puissance de la pompe.....	44
V.4.7 : Calcul le temps de pompage.....	44
Conclusion.....	46

Conclusion générale.

LISTE DES TABLEAUX ET LES GRAPHES

Page

Tableaux:

Tableau II.1 : variation mensuelle des précipitations à station de Tadjenanet(2009).....	12
Tableau II.2 : variation mensuelle des températures à station de Tadjenanet (2009).....	13
Tableau III.1 : estimation de la population future.....	18
Tableau III.2 : les valeurs de β en fonction de la population.....	23
Tableau III.3 : Résumé des calculs.....	25
Tableau IV.1 : Calcul les débits en route, transitant et en tronçon de chaque tronçon du réseau d'AEP de la mechta Lehbel – wilaya de Mila –.....	29
Tableau IV.2 : Résumé des calculs du réseau de distribution.....	36
Tableau V.1.A : Etude technico-économique de la conduite de refoulement.....	45
Tableau V.1.B : Etude technico-économique de la conduite de refoulement.....	45

Graphes:

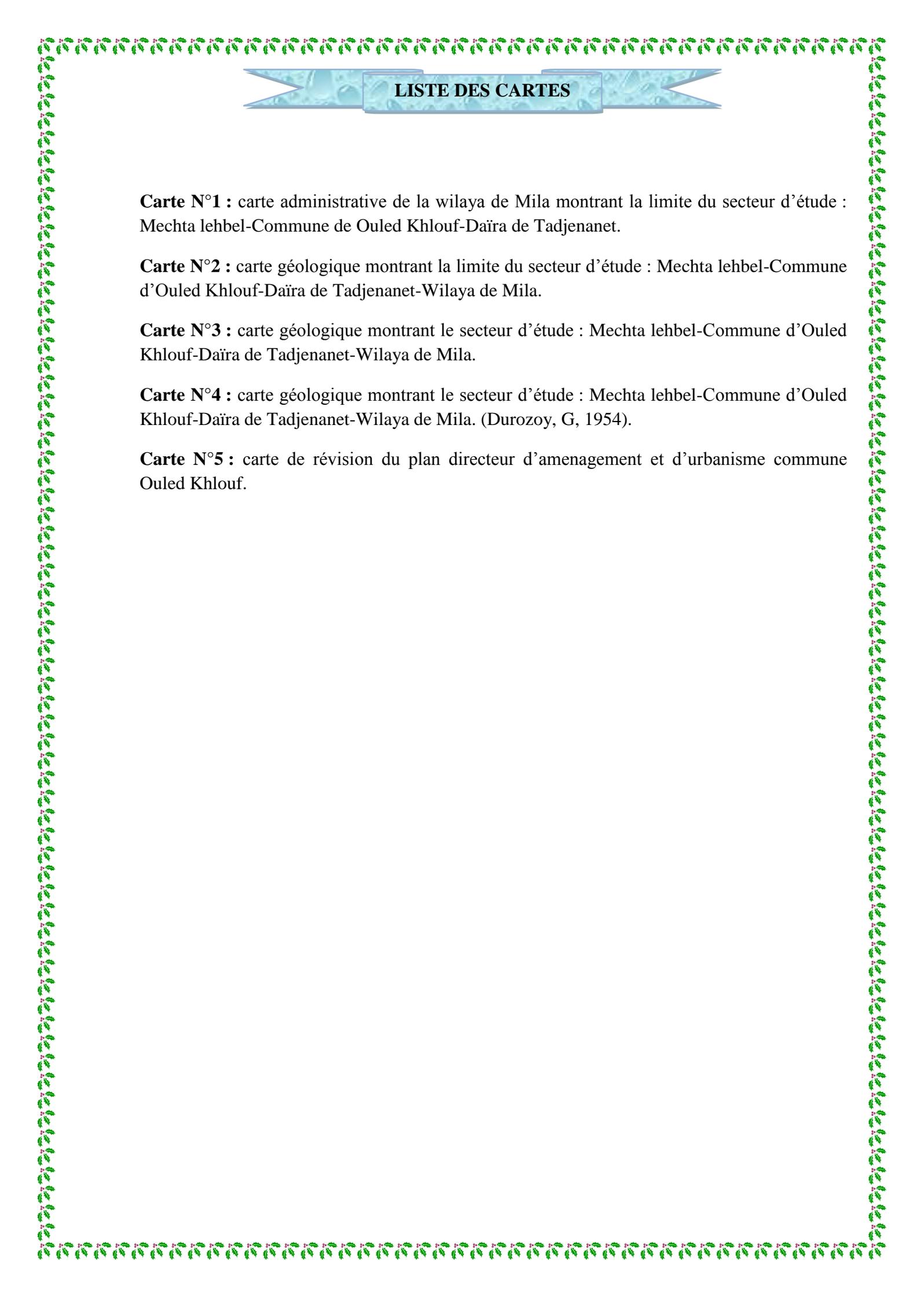
Graphe II.1 : variation mensuelle des précipitations à station de Tadjenanet(2009).....	12
Graphe II.2 : variation mensuelle des températures à station de Tadjenanet (2009).....	13

LISTE DES FIGURES

Page

Image N°1 : méthode d'alimentation en eau potable par les habitants de mechta Lehbel. La commune d'Ouled Khlouf-wilaya de Mila.

Image I.1 :L'eau dans les nuages.....	02
Image I.2 :L'eau solide sous forme glace.....	03
Image I.3 : Image de besoin de l'agriculture.....	05
Image I.4 : Image de besoin de l'industrie.....	05
Figure I.5 : Schéma du cycle de l'eau.....	07
Figure I.6 : schéma des systèmes d'AEP.....	10
Image II.1 : Forage Mechta Lehbel (commune d'Ouled Khlouf-wilaya de Mila).....	14
Figure II.2 : Image satellite de Mechta Lehbel (commune d'ouled Khlouf-wilaya de Mila).....	16
Figure IV.1 : Schéma du réseau de distribution [Pression].....	33
Figure IV.1 : Schéma du réseau de distribution [Altitude].....	34
Figure IV.1 : Schéma du réseau de distribution [Vitesse].....	35
Figure V.1 : adduction gravitaire.....	38
Figure V.2 : adduction par refoulement.....	39



LISTE DES CARTES

Carte N°1 : carte administrative de la wilaya de Mila montrant la limite du secteur d'étude : Mechta lehbel-Commune de Ouled Khlouf-Daira de Tadjenanet.

Carte N°2 : carte géologique montrant la limite du secteur d'étude : Mechta lehbel-Commune d'Ouled Khlouf-Daira de Tadjenanet-Wilaya de Mila.

Carte N°3 : carte géologique montrant le secteur d'étude : Mechta lehbel-Commune d'Ouled Khlouf-Daira de Tadjenanet-Wilaya de Mila.

Carte N°4 : carte géologique montrant le secteur d'étude : Mechta lehbel-Commune d'Ouled Khlouf-Daira de Tadjenanet-Wilaya de Mila. (Durozoy, G, 1954).

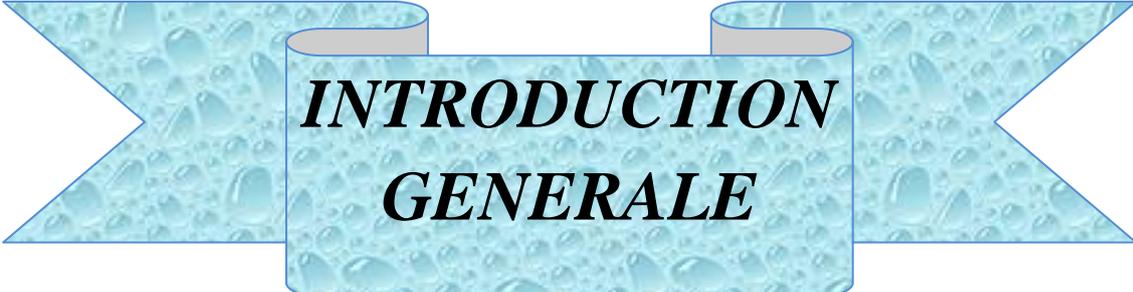
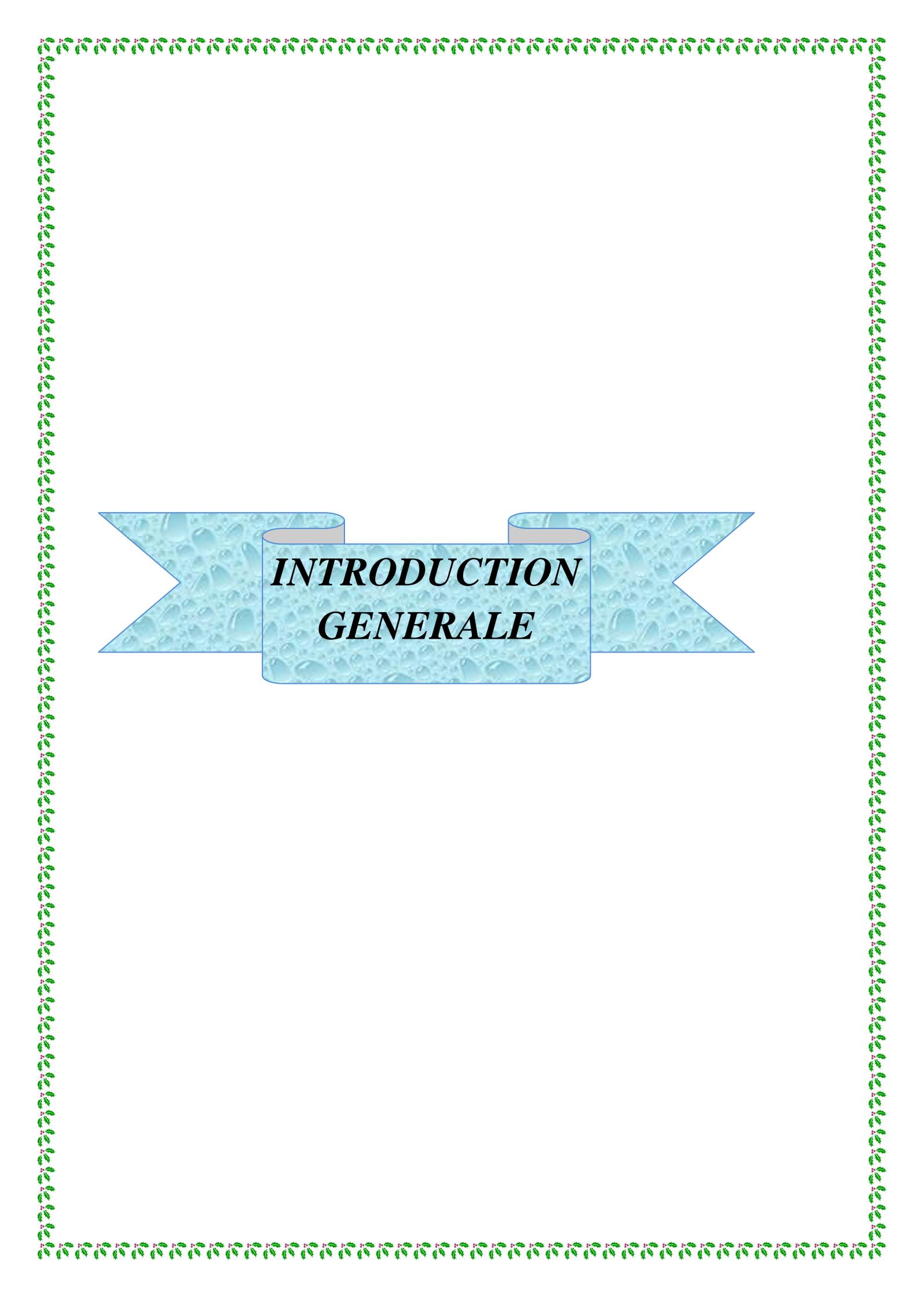
Carte N°5 : carte de révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme commune Ouled Khlouf.

ملخص:

العمل الذي نقوم به يهدف إلى دراسة إنجاز شبكة لتزويد المياه الصالحة للشرب لمشتى لحبال بلدية أولاد خلوف للتخلص من المعاناة اليومية للسكان في جلب المياه الصالحة للشرب من المشاتي المحاذية و مركز البلدية بدءا بإعطاء نظرة عامة حول طبيعة المنطقة وخصائصها والبنى التحتية المتواجدة فيها وكذا مصدر جلب المياه الرئيسي و هيكل التخزين المتواجدين في إقليم المشتى.

Résumé :

Le travail que nous faisons est conçu pour étudier la réalisation d'un réseau à fournir de l'eau potable à mechta Lehbel la commune d'Ouled Khlouf pour se débarrasser de la souffrance quotidienne de la population pour apporter de l'eau potable à partir des mechtas limitrophes et le centre du commune, en commençant par donner un aperçu générale de la nature de la région et de leurs propriétés et des infrastructures où ils sont situés, ainsi que la source de captage des eaux et le réservoir de stockage principale présentent dans la région du mechta.



***INTRODUCTION
GENERALE***

Introduction Générale :

L'eau est indispensable à la vie, et pourtant un ensemble de facteurs en réduisent toujours plus la disponibilité: croissance démographique, production agricole, pauvreté, mauvaise gestion des ressources en eau ou troubles politiques.

L'eau est à la fois une ressource naturelle fragile indispensable à l'homme et à l'industrie, un élément structurant de l'aménagement des territoires ruraux et urbains, une source de production et de stockage d'énergie, un espace de loisirs recherché et un risque pour les populations et les infrastructures.

L'eau est un bien des plus précieux pour notre planète et donc pour nous. Peut-être avons-nous oublié qu'ouvrir le robinet et pouvoir bénéficier d'une eau potable a demandé beaucoup d'efforts de production et de distribution pour qu'elle soit accessible au plus grand nombre d'entre nous.

L'eau est un domaine très règlementé et doit correspondre à des normes européennes très strictes en ce qui concerne ses taux à ne pas dépasser.

L'alimentation en eau potable (AEP) est l'ensemble des équipements, des services et des actions qui permettent, en partant d'une eau brute, de produire une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur, distribuée ensuite aux consommateurs.

On considère quatre étapes distinctes dans cette alimentation :

- ✚ Prélèvements - captages (eau de surface ou eau souterraine).
- ✚ Traitement pour potabiliser l'eau.
- ✚ Adduction (transport et stockage).
- ✚ Distribution au consommateur.

L'eau potable est devenue une denrée rare surtout dans les pays en développement. Cette eau a besoin d'être traitée pour devenir potable et être distribuée par le réseau. C'est la commune qui est responsable et gère le réseau avec les régies communales.

Pompée dans une rivière, ou captée par forage ou à partir d'une source, l'eau subit plusieurs traitements avant d'arriver au robinet pour consommer.

La commune d'Ouled Khlouf de la daïra de Tadjenat de la wilaya de Mila est incapable de provisionner l'eau potable pour tous les habitants de cette commune alors que le pourcentage de raccordement globale du réseau de l'eau potable est de : 80% alors que la plupart des habitants des mechtas utilisent des méthodes traditionnelles pour alimenter en eau potable alors qu'ils achètent les citernes d'eau et surtout les habitants de la mechta Lehbel, ils alimentent en eau par citerne à partir de forage des mechtas limitrophes.

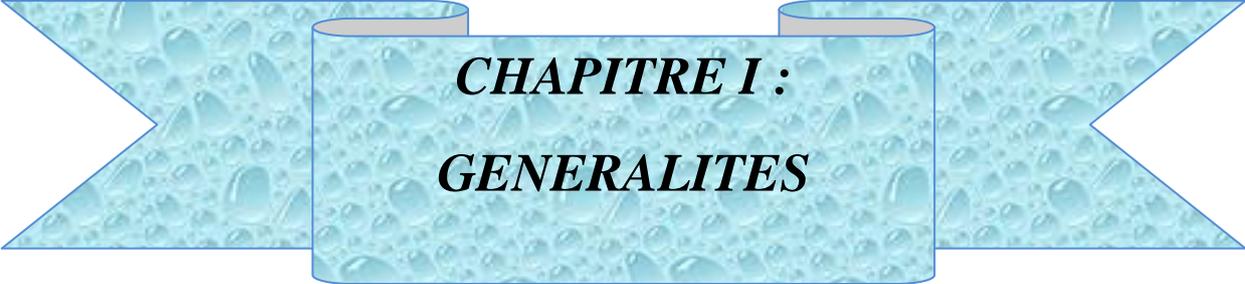
Le projet de mémoire que nous avons élaboré avait porté sur le système d'alimentation en eau potable de la mechta Lehbel de la commune d'Ouled Khlouf à partir de la source d'eau puis au réservoir de stockage jusqu'à la distribution aux abonnés.

On a fait une estimation des besoins en eau jusqu'à l'horizon 2034 ; puis le bilan entre la production de l'eau et le besoin des abonnés à l'horizon de l'étude puis le bilan entre la production et le stockage.

On fait aussi la méthodologie d'un projet d'AEP et comment réaliser un projet hydraulique techniquement et administratif.



**Image N°1 : méthode d'alimentation en eau potable par les habitants de mechta
Lehbel. La commune d'Ouled Khlouf - wilaya de Mila - .**



CHAPITRE I :
GENERALITES

Introduction :

La terre est recouverte à plus de 70 % d'eau. La totalité de l'eau contenue sur terre forme ce que l'on appelle l'hydrosphère, dont le volume total est estimé à 1400 millions de km^3 . Cela parait considérable. Cependant, il convient de relativiser : l'eau douce ne représente que 39,2 millions de km^3 . Dans ce volume :

- 1320000 000 km^3 (97,2 %) se trouvent dans les océans.
- 25000 000 km^3 (1,8 %) se trouvent dans les glaciers et les calottes glaciaires.
- 13000 000 km^3 (0,9 %) sont des eaux souterraines.
- 250000 km^3 (0,02 %) sous forme d'eau douce dans les lacs, les mers intérieures et les fleuves.
- l'équivalent de 13000 km^3 (0,001 %) d'eau liquide sous forme de vapeur d'eau atmosphérique à un moment donné.

I. Définition de l'eau :

L'eau est un composé chimique sur la terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. C'est le milieu de vie de la plupart des êtres vivants. Elle se trouve en général dans ses trois phases à l'état naturel : solide (glace, neige), liquide (eau liquide) et gazeux (vapeur d'eau), dans son état liquide elle est transparent sans couleur ni odeur et peu gout.

I.1. L'existence de l'eau :

L'eau liquide est trouvée dans toutes sortes d'étendues d'eau, telles que les océans, les mers, les lacs, et de cours d'eau tel que les fleuves, les rivières, les torrents, les canaux ou les étangs. La majorité de l'eau sur terre est de l'eau de mer. L'eau est également présente dans l'atmosphère en phase liquide et vapeur. Elle existe aussi dans les eaux souterraines (aquifères).

I.2. L'eau dans tous ses états :**I.2 .1. Etat liquide :**

C'est la forme de l'eau la plus répandue sur Terre, notamment dans les mers et océans (eau salée). Seul 1/4 de l'eau douce est liquide, essentiellement dans des eaux souterraines plus ou moins profondes et dans les eaux de surface, c'est-à-dire les lacs, fleuves et rivières. On la trouve sous les formes suivantes :

a. La pluie :

Il s'agit de gouttelettes d'eau provenant des nuages.

b. Les nuages :

Ils sont formés par accumulation dans les hauteurs de l'atmosphère, de minuscules gouttelettes d'eau. Les nuages les plus élevés sont constitués de cristaux de glace.



Image 1.1 :L'eau dans les nuages.

c. Le brouillard :

Il est constitué de minuscules gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. Quand le brouillard est peu développé ou limité aux points les plus bas du relief, on parle de brume.

1.2.2. Etat de vapeur (état gazeux) :

La vapeur d'eau présente dans l'atmosphère : il s'agit d'un gaz qui devient visible sous l'effet de la condensation.

1.2.3. Etat de solide :

Les 3/4 de l'eau douce sont stockés sous forme de glaciers ou sous forme de neige, et très difficilement accessibles à l'homme. Les calottes glaciaires des pôles Nord et Sud sont les plus grands réservoirs d'eau douce de la planète. Les glaciers représentent une masse si importante que s'ils fondaient, le niveau des mers remonterait de près de 200 mètres. L'eau à l'état solide se trouve dans :

a. La neige :

Elle est constituée de minuscules cristaux de glace en forme d'étoile qui, en s'agglomérant, forment les flocons.

b. Le givre :

Il se forme par gel du brouillard.

c. La glace :

Elle résulte du gel de l'eau tombée au sol ou en rivière.



Image 1.2 :L'eau solide sous forme glace.

d. Les glaciers :

Ils sont dûs au tassement, sous son propre poids, de la neige accumulée en haute montagne.

1.3. L'importance de l'eau :

L'eau est le premier constituant de l'organisme. Le corps d'un adulte en contient environ 66%, soit pour un homme de 75 kg, le poids de 50 kg d'eau ! La proportion varie même de 75% pour un nouveau-né à 60% pour un vieillard. Certains tissus en contiennent jusqu' à 85% (matières grises du cerveau) et d'autres seulement 25% L'eau a un rôle fondamental pour préserver la santé. C'est elle, en effet, qui permet de réaliser toutes les fonctions de l'organisme : digestion des aliments, circulation du sang, élimination des déchets, régulation de la température interne, etc... Mais chaque jour notre corps perd environ 2 litres et demi d'eau :

- par la respiration : 0,3 litre.
- par les matières : 0,2 litre.
- par la transpiration : 0,5 litre.
- par l'urine : 1,5 litre.

Les pertes dépendent aussi de l'activité musculaire et de la température ambiante. Elles peuvent atteindre parfois 4 à 5 litres lorsque la sudation est très intense par suite de gros efforts musculaires ou de température extérieure très élevée. Pour éviter la déshydratation, il est nécessaire de boire en moyenne 1 à 2 litres par jour, mais beaucoup s'imaginent répondre aux besoins de leur corps en buvant n'importe quelle boisson (soda, café, coca, etc...). A notre avis, du point de vue de la santé c'est une erreur.

L'eau est le seul liquide vraiment idéal car elle correspond aux nécessités profondes de l'organisme qui est de renouveler l'eau des cellules et de permettre les échanges cellulaires. Toutes les autres boissons ont des inconvénients.

Nous vivons sur la planète bleue. L'eau joue un rôle déterminant dans la vie des hommes, des animaux et des plantes. Mais seulement la plus petite partie, 0,3% des réserves globales en eau, sont utilisables comme eau potable. Et c'est juste cette petite partie qui est en danger. Les scientifiques attirent notre attention sur l'augmentation inquiétante de la pollution des réserves d'eau potable. Une réorientation radicale concernant notre environnement est donc nécessaire de toute urgence.

- ***Pourquoi l'eau est-elle si importante?***

Le corps perdant continuellement de l'eau – entre 2,5 et 3 litres par jour – par l'exercice de ses fonctions normales, celle-ci doit être remplacée pour que le corps reste en bonne santé. Ironiquement, la sensation de soif apparaît alors que le corps a déjà commencé à se déshydrater. C'est pourquoi il est très important de boire de l'eau souvent, sans attendre d'avoir soif. Au moment où l'on commence à ressentir la soif, le corps s'est déjà déshydraté de 0,8 % à 2 % de son poids.

- L'eau irrigue tout le corps, alimente en permanence les 50 milliards de cellules qui le composent, et permet les échanges chimiques qui se produisent en permanence au sein de l'organisme. On la retrouve donc partout : dans le sang et les organes bien sûr, mais aussi dans le cartilage, la masse grasseuse, les muscles, les dents...

- Elle sert à maintenir le corps à une température interne constante. Lorsque la température corporelle a tendance à augmenter parce qu'il fait chaud, qu'on a de la fièvre ou qu'on s'adonne à un effort physique important, l'eau évacue la chaleur par le biais de la transpiration.

- Elle permet l'élimination des déchets et toxines qui encombreront l'organisme. Filtré par les reins, le sang y abandonne une partie des éléments qui le polluent. Ces résidus sont alors dilués dans de l'eau qui s'écoule goutte à goutte dans la vessie avant d'être évacuée du corps sous forme d'urine.

1.4. Les utilisations de l'eau :

L'eau est prélevée pour des besoins divers :

1.4.1. Pour les besoins domestiques :

Pour se laver, cuisiner, boire, arroser les plantes, nettoyer la maison..., il nous suffit de tourner un robinet.

Un geste devenu tellement banal qu'on oublie la chance que nous avons de pouvoir bénéficier d'une eau potable à toute heure du jour et de la nuit.

1.4.2. Pour les besoins de l'agriculture :

Pour l'irrigation ou l'arrosage des cultures, pour l'alimentation du bétail, le lavage des étables...

(Ex : une vache boit environ 100 litres d'eau par jour).



Image I.3 : Image de besoin de l'agriculture.

1.4.3. Pour les besoins de l'industrie :

L'eau est une matière indispensable à la fabrication de nombreux produits : (ex : il faut environ 50 litres d'eau pour produire 1 Kg de sucre, 5 litres pour produire 1 litre de bière...).

Ex : l'eau sert de moyen de refroidissement dans les centrales thermiques, les industries sidérurgiques, chimiques...

L'eau est utilisée dans les teintureries, car-wash...

L'eau sert aussi à produire de l'électricité (barrages; il faut environ 200 litres d'eau pour produire 1kw/h), à transporter des marchandises par péniches...



Image I.4 : Image de besoin de l'industrie.

1.5. Les besoins en eau : un enjeu pour les décennies à venir :

Sans apport d'eau, un homme meurt en 2 à 3 jours. L'organisme est composé en moyenne de 60 % d'eau et la plupart des réactions chimiques dont il est le siège se déroulent en présence d'eau. La dépense hydrique journalière est de l'ordre de 2,5 litres d'eau rejetés essentiellement dans les urines et la sueur. Les apports en eau sont d'environ 2,5 litres par jour, ils ont 3 origines possibles : - l'eau contenue dans les boissons (1 à 1,5 litre) ; - l'eau contenue dans les aliments (0,5 à 1 litre) ; - l'eau résultant du métabolisme (200 à 300 ml) (l'oxydation de 1 g de glucides apporte 0,6 ml d'eau).

Au cours de ce siècle, l'eau, sujette à des menaces de pollution et affectée par de nombreux épisodes d'inondation et de sécheresse, risque de se raréfier. Les besoins en eau de l'humanité augmentant deux fois plus vite que la population mondiale, l'or bleu pourrait devenir un

problème politique et économique majeur. Un phénomène qui menace non seulement le bien-être des populations, mais également la paix dans le monde.

- **Besoins et conseils :**

Pour conserver un bon équilibre hydrique, le principe est simple : le volume d'eau qui sort du corps doit être compensé par un même volume d'eau qui entre. Sur les 40 à 50 litres que l'organisme contient, il en perd chaque jour entre 2,5 et 3 par le biais de la transpiration, de l'urine, des selles...

Il faut donc quotidiennement lui en apporter la même quantité, sous la forme d'eau pure bien sûr (entre 1 et 1,5 litre en moyenne), mais aussi d'aliments qui en contiennent (fruits et légumes notamment).

Sachant que les pertes en eau varient considérablement en fonction de la température, de l'hygrométrie (teneur en eau de l'air ambiant), de l'altitude, de l'activité physique ou encore du métabolisme de base et des hormones, il faut ajuster ses apports.

Il faut boire régulièrement, tout au long de la journée, et surtout ne jamais attendre d'avoir soif. Cette sensation, véritable signal d'alarme de l'organisme n'apparaît en effet que tardivement, lorsque le corps a déjà perdu 1% de son poids en eau.

Pour bien s'hydrater, rien de tel que l'eau qui n'apporte aucune calorie, contrairement aux sodas et autres jus de fruits gorgés de sucre.

1.6. Le cycle de l'eau :

L'eau voyage entre ciel et terre. C'est la même eau qui circule partout, recyclée sans cesse depuis 3 milliards d'années comme nous le montrent les sciences contemporaines, la géologie, la météorologie, la climatologie et l'hydrologie... Aujourd'hui encore, les détails spatiotemporels du cycle de l'eau apparaissent parmi les plus grandes complexités de notre planète bleue.

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un modèle représentant le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes d'eaux souterraines et les glaciers. Le « moteur » de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges. La science qui étudie le cycle de l'eau est l'hydrologie. Elle peut se décomposer en hydrogéologie, hydrologie de surface, hydraulique urbaine, etc.

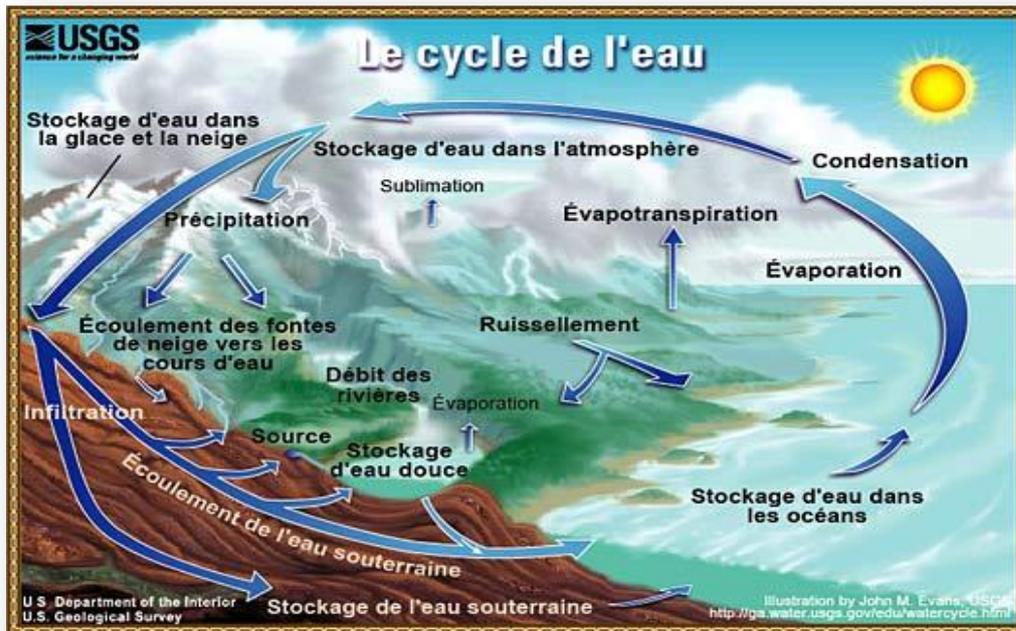


Figure I.5 : Schéma du cycle de l'eau.

1.6.1. L'histoire du cycle de l'eau :

Élément hautement mythologique, l'eau fascine les penseurs grecs et latins. Ainsi Platon et Aristote se sont interrogés sur la capacité des seules précipitations à alimenter les cours d'eau. Aristote imagina même que l'eau de mer remontait dans les sols continentaux et en arrivant à la surface, entraînait la formation de l'eau douce.

A la renaissance, la question du cycle de l'eau est remise à l'étude à partir d'observations et non d'idées philosophiques : Léonard de Vinci s'insurge contre les affirmations d'Aristote et de Platon. Bernard Palissy est le premier à donner une interprétation correcte du cycle de l'eau.

Au 17^{ème} siècle, Pierre Perrault, le frère du conteur, effectue des mesures de précipitations, d'évaporation et de perméabilité dans le bassin de la Seine tandis qu'Edme Mariotte démontre que la pluie s'infiltré dans les couches poreuses des sols pour constituer des couches souterraines. Edmond Halley, celui qui a découvert la célèbre comète, prouve qu'il s'évapore assez d'eau pour provoquer la pluie.

Puis, au 18^{ème} siècle, Alexis Clairaut et Georges Buffon mettent en évidence que "le cycle de l'eau ne peut être qu'atmosphérique".

1.6.2. Les éléments du cycle hydrologique :

L'eau qui tombe (précipitations) coule vers la mer (écoulement fluvial) ou pénètre dans le sol (infiltration vers les nappes souterraines) ou encore remonte en l'air (par évapotranspiration).

a) Précipitations :

On entend par précipitations les eaux tombant à la surface de la terre, sous la forme liquide (pluie), et sous la forme solide (neige).

La hauteur des précipitation h relative à une durée déterminée t (heure, jour, mois, année) et à un point déterminé est l'épaisseur, comptée suivant la verticale, de la lame d'eau qui s'accumulerait sur une surface horizontale si toutes les précipitations reçues par celle-ci pendant la durée t se trouvaient immobilisées.

Cette hauteur est mesurée au moyen d'un pluviomètre (ou nivo pluviomètre, enregistreur ou non) ; un tel appareil est constitué essentiellement par un réservoir jaugé qui permet de déterminer la hauteur d'eau recueillie sur une surface donnée pendant une période déterminée.

b) Ruissellement :

Entre le point où un certain volume d'eau de précipitation atteint le sol et le passage de celui-ci à travers une section S d'une rivière, ce volume s'écoule sur le bassin versant en subissant des pertes.

L'écoulement se répartit sur trois niveaux : le ruissellement de surface, le drainage du sol (ou hypodermique), l'infiltration profonde dans les nappes souterraines.

c) Infiltration :

L'eau qui pénètre profondément dans le sol peut, selon les conditions géologiques, y séjourner quelques mois ou des années avant de réapparaître dans des sources ou des puits.

d) Evaporation :

Les pertes ou déficit d'écoulement sont dues à la transformation d'une partie de l'eau en vapeur, par évaporation et par transpiration.

L'évaporation est le phénomène physique de transformation de l'eau en vapeur qui se produit à la surface des feuilles des végétaux, à la surface des eaux stagnantes (mares, étangs, lacs) et à la surface du sol.

e) Transpiration :

La transpiration est le phénomène physiologique qui se produit à l'intérieur des plantes : celles-ci puisent dans le sol par leurs racines l'eau nécessaire à leur développement et la rejettent par leur appareil foliaire.

f) Condensation :

La condensation est le nom donné au phénomène physique de changement d'état de la matière d'un état gazeux à un état condensé (solide ou liquide).

Dans la nature la condensation de la vapeur d'eau est une étape importante du cycle de l'eau, à l'origine notamment de la rosée, des nuages et de la pluie, de la neige, du givre ou de certaines formes de verglas (brouillard givrant, qui est une forme de condensation solide).

On peut expérimenter ce changement d'état lors d'une douche où, au contact du miroir froid, la vapeur d'eau présente dans l'air se condense en gouttelettes.

1.7 .Ressource de l'eau :

La ressource est une structure permettant le captage de l'eau. La prise d'eau se fait habituellement par un captage d'eau de surface (rivière, lac, barrage, etc...). En l'absence d'une telle source, ou lorsque l'eau de surface est trop polluée, on procède au captage d'eau souterraine (forage, puits, sources,...).

1.7 .1.Les eaux de surface :

Il s'agit des cours d'eau (rivière ou fleuves) et des retenues ou artificielles ces eaux de surface ont une qualité plus ou moins régulière selon les rejets qui s'y déversent ou encours selon le ruissellement des pluies.

1.7 .2.Les eaux souterraines :

Elles proviennent de l'infiltration des eaux de pluies dans un terrain perméable, lorsqu'elles rencontrent une couche imperméable, elles forment une nappe aquifère ; le premier nappe rencontrée sous le sol est nappe phréatique il peut exister des nappes plus profondes généralement captives (sous pression).

Pour capter ces eaux on utilise :

Des puits ou des forages pour les eaux issues des nappes plus ou moins profondes

Ces ouvrages sont en général équipés de pompe relevant l'eau vers le site de traitement, les réservoirs ou le réseau de distribution.

1.8 : Définition d'un système d'AEP :

Un système d'alimentation en eau potable constitue l'ensemble des moyens et infrastructures pour transporter l'eau depuis la source jusqu'au consommateur.

Un système d'eau potable doit être fiable et durable pour pouvoir répondre aux exigences des consommateurs (quantité et qualité optimal, dysfonctionnement minimaux).

Le transport de l'eau de la source jusqu'au point de distribution se fait suivant une chaîne composée de (05) maillons principaux :

- ❖ Ressources(Captage).
- ❖ Station de pompage et de traitement.
- ❖ Adduction.
- ❖ Stockage (réservoirs).
- ❖ Distribution (réseau).

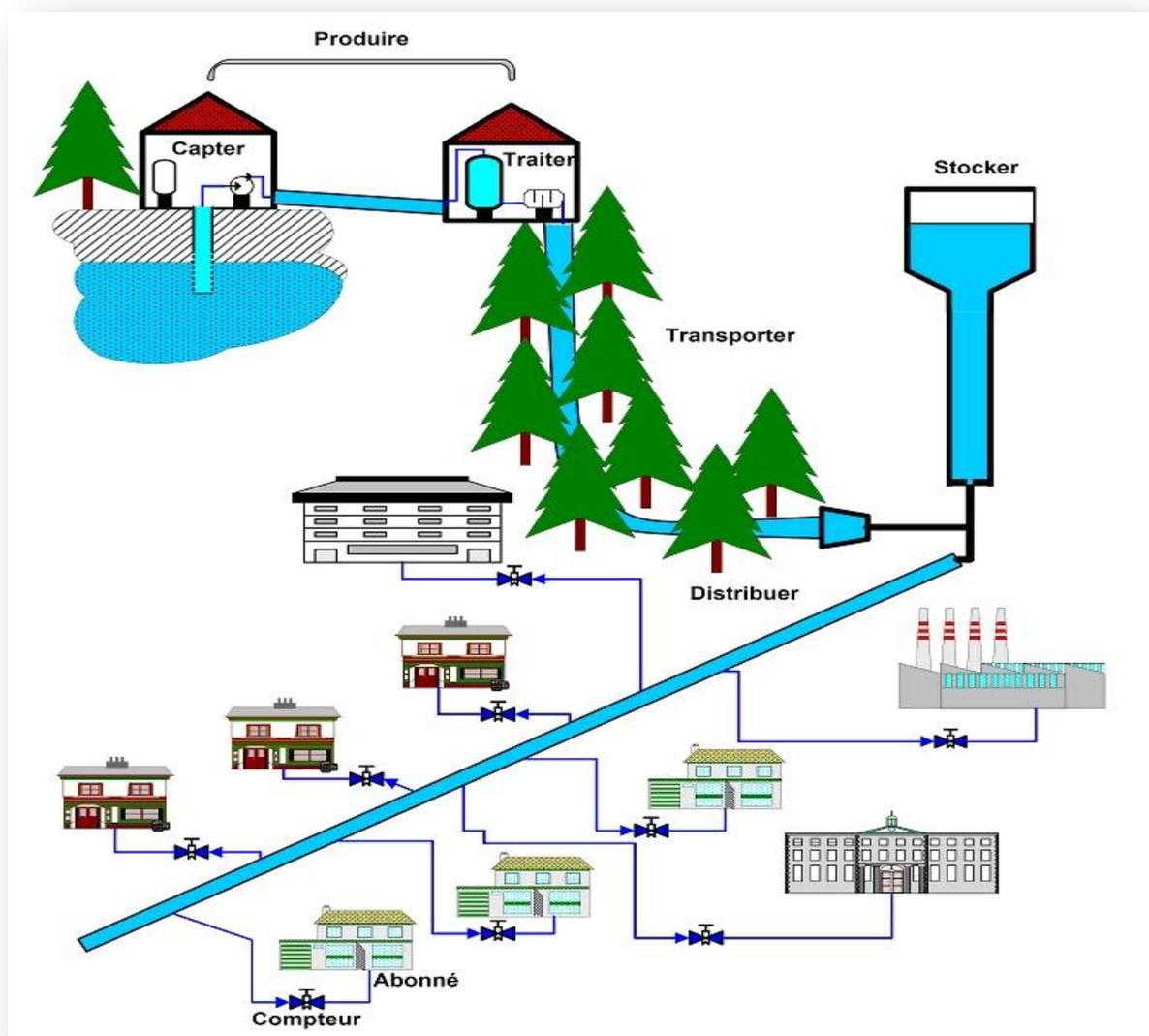
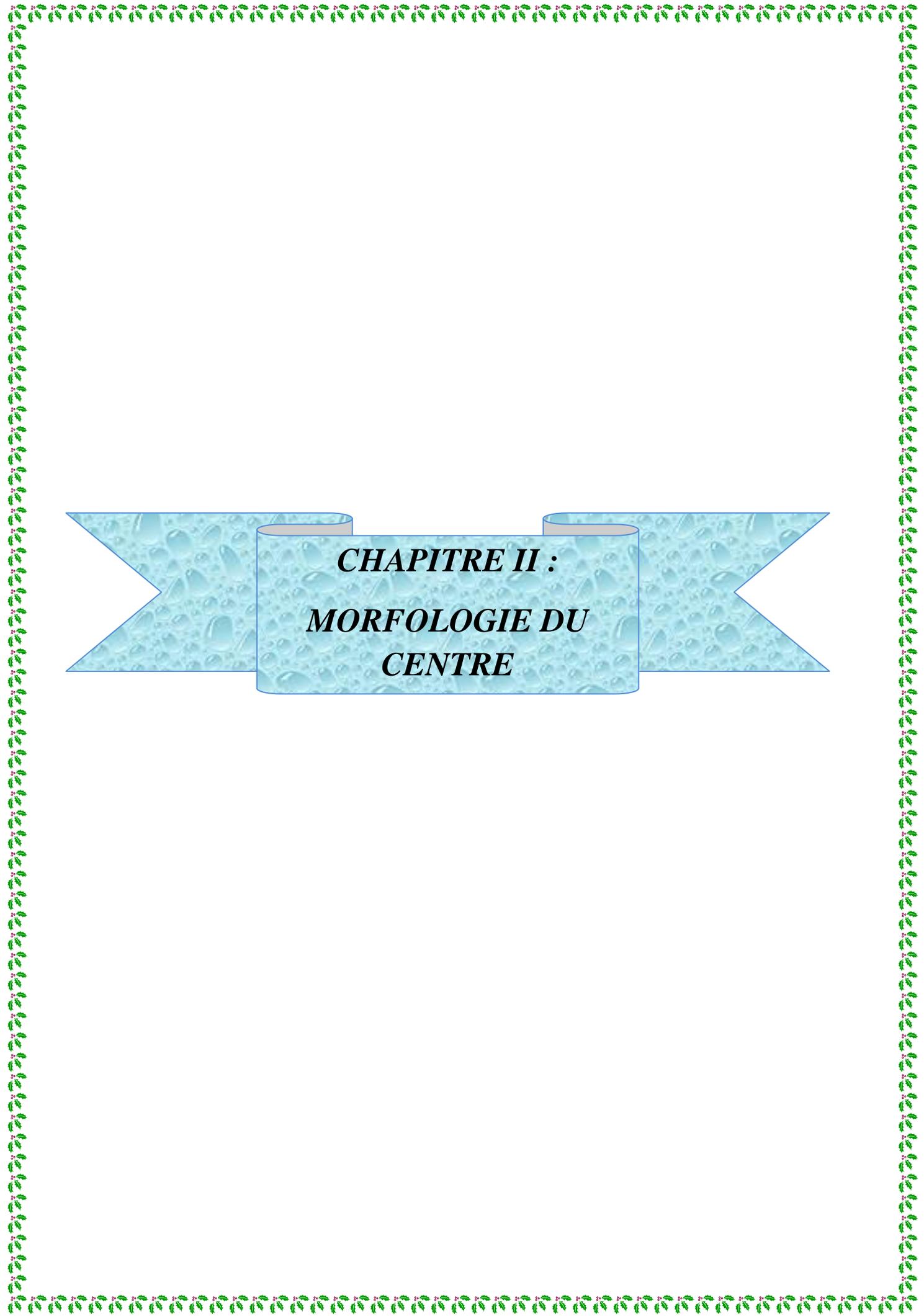


Figure I.6 : schéma des systèmes d'AEP.



CHAPITRE II :
MORFOLOGIE DU
CENTRE

Introduction :

La réalisation d'une étude du réseau d'alimentation en eau potable de la **mechta Lehbel**, la commune d'**Ouled Khlouf**, la daïra de **Tadjenanet**, la wilaya de **Mila** à partir du forage de **mechta Lehbel**. Cette étude consiste à alimenter d'une part, une grande partie d'habitants de la région qui est à vocation agro-pastorale et permettra aussi au cheptel de s'abreuvoir sans faire de longs déplacements pénibles.

II.1. Situation de la commune :

II.1.1. Situation administrative :

Le territoire de la commune d'Ouled Khlouf est située au sud de la wilaya de Mila, elle est limitée par :

- à l'este : la commune de M'chira.
- à l'ouest : la commune de Tadjenanet.
- au nord : la commune de Chelghoum Laid.
- au sud : la commune de Ain Djasser et Ezzana El Beida qui fait partie de la wilaya de Batna.

Cette commune est traversée par la route communale N°37 qui liée entre la commune de chelghoum laid et Ain Djasser de la wilaya de Batna, cette route est liée avec la route nationale N°100.

II.1.2. Situation géographique et reliefs :

La commune d'Ouled Khlouf est de 254.20 Km² de surface, située à l'este de l'Algérie dans les hautes plaines sud de hauteur entre 800 mètres et 900 mètres, se caractérise de diastole (70%) ne dépasse pas de 1000 mètres (la plupart sont des plaines), imprègne cette diastole des blocs de montagnes de hauteur plus de 1000mètres de grande déclinaison dans le centrale comme montagne de TAFRENT et montagne de ECHABKA, ces blocs montagne sont estimés de 30% de la superficie de la commune.

II.2. Population :

Les habitants d'Ouled Khlouf sont en nombre de **11412** habitants d'après le recensement qui à été fait en : **2008**.

- Le chef lieu de la commune + la cite de regroupement renferme : **3100** habitants.
- Eddaya et Sidi Hammana : **2883** habitants.
- Hassi Bargoug : **623** habitants.
- Le reste de population rurale éparsé : **4086** habitants.

II.3.Climat :

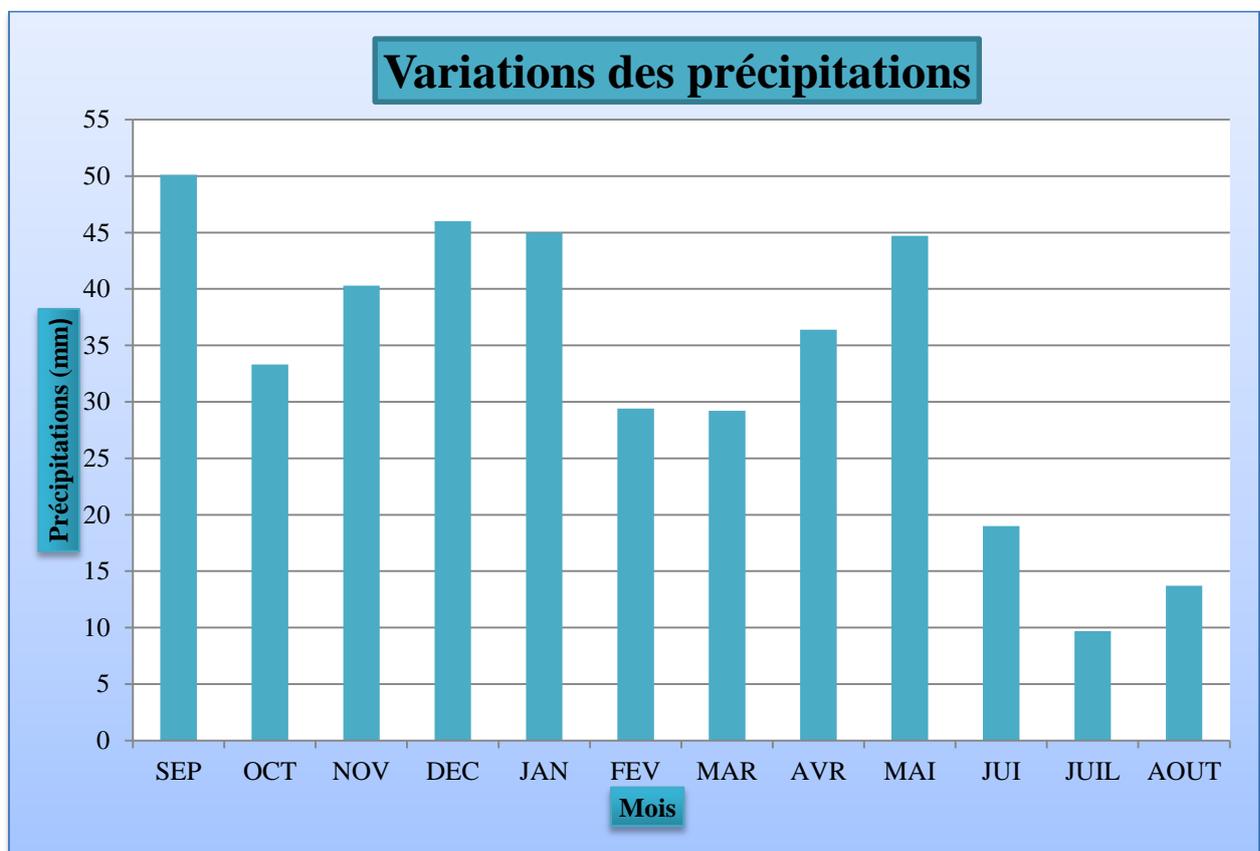
La commune d'Ouled Khlouf fait partie de domaine bioclimatique semi aride, caractérisé d'hiver froid et pluvieux et d'été sec et chaud.

a. Les précipitations :

Les précipitations sont importantes mais irrégulièrement réparties à travers l'espace de la commune et le temps. Il tombe moins de 400 mm de pluie par an. (Environ de 300 mm à 400 mm chaque année).

Mois	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	Année
Précipitations (mm)	50,1	33,3	40,3	46	45	29,4	29,2	36,4	44,7	19	9,7	13,7	
Total (mm)	123,7		120,4			110,3			42,4			397	

Tableau II.1 : variation mensuelle des précipitations à station de Tadjenanet (2009).



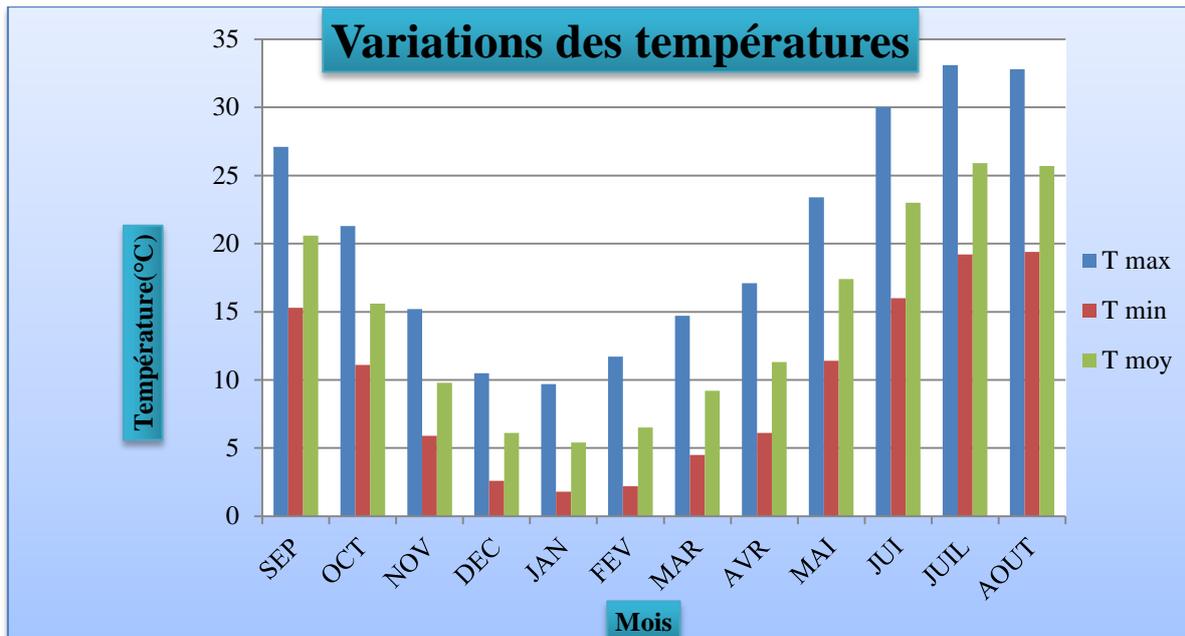
Graphe II.1 : variation mensuelle des précipitations à station de Tadjenanet (2009).

b. La température :

La commune se caractérise de faible chaleur au hiver et élevée au été.

Mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	Année
T (°C) max	27,1	21,3	15,2	10,5	9,7	11,7	14,7	17,1	23,4	30	33,1	32,8	21
T (°C) min	15,3	11,1	5,9	2,6	1,8	2,2	4,5	6,1	11,4	16	19,2	19,4	10
T (°C) moy	20,6	15,6	9,8	6,1	5,4	6,5	9,2	11,3	17,4	23	25,9	25,7	15

Tableau II.2 : variation mensuelle des températures à station de Tadjenanet (2009).



Graphie II.2 : variation mensuelle des températures à station de Tadjenanet (2009).

II.4. Les ressources hydriques :

II.4.1. Les eaux potables :

Le réseau de la tuyauterie des eaux potable à travers le territoire de commune est de **96,936km**.

Le pourcentage de raccordement globale du réseau est de : **80%**.

La production quotidienne des eaux potable de la commune chef lieu est de : **280 m³/j**.

La consommation quotidienne individuelle est de : **90 litres /jour /habitant**.

Et pour complot le déficit existant ça nécessite la réalisation d'un autre forage. (Étude déjà faite).

II.4.2.L'infrastructure :

- Forage (DE6) : d'un débit de **8 l/s** situé sur le territoire de Chelghoum Laid et qui alimente actuellement l'agglomération chef lieu de la commune d'Ouled Khlouf ainsi que la cite de regroupement, mechta El Malha, Sidi Hammana, eddaya et Ouskourt.
- Forage Lemaouen 2 : d'un débit de : **(12,5 l/s)** alimente actuellement mechta Lemaouen (1) et (2) et le regroupement secondaire Hassi Bargoug, comme il alimente aussi les mechtas Echouf, El Kherba et Lebbazid après l'achèvement du projet biensur.
- Forage Leibel : à été réalisé dans le cadre du programme des hauts plateaux d'un débit de **(7l/s)** et qui va alimenter mechta Leibel, Mennade et la cite de regroupement, après avoir réalisé la loge et son équipement ainsi que le raccordement d'électricité.



Image II.1 : Forage Mechta Leibel (commune d'Ouled Khlouf-wilaya de Mila-).

- Forage Eddaya : réalisé dans le cadre du programme des hauts plateaux son débit est de **(2 l/s)** et qui va renforcer les mechtas de Sidi Hammana, Eddaya et Ouskourt après avoir raccordé l'électricité et équiper le forage pour amortir la pression sur le forage (DE6).

II.4.3.Les puits :

Le premier alimente mechta Es Sajra ayant un débit de : **0.60 l/s**, et le deuxième d'un débit de : **(1 l/s)**. Ce dernier alimente partiellement l'agglomération chef lieu d'Ouled Khlouf.

II.4.4.Possibilité de stockage :

La possibilité de stockage actuelle a travers la commune d'Ouled Khlouf est estimée à : **1720m³** géré par l'APC.

II.5. Situation du Mechta Lehbel :

Mechta Lehbel est localisée dans une zone située au sud-ouest du chef-lieu de la commune d'Ouled Khlouf, au sud est de la commune de Tadjenanet, au sud ouest de la commune de Chelghoum laïd et à l'ouest de la commune de M'chira. Elle est limitée précisément par :

- Au nord : mechta Si Ali Radjati.
- Au nord est : les mechtas Ouled El Aissaoui, Ouskourt, El Bir Ferhat et Biar Ouled Khlouf.
- Au sud est : mechta Ain El Kebch.
- Au nord ouest : les mechtas Boussellam et El Fessikh de la commune de Tadjenanet.

La zone d'étude est située dans les hautes plaines sétifiennes. Elle est localisée sur la carte de Tadjenanet, elle est limitée par les coordonnées Lambert suivantes :

$$X_1=800,00 \text{ Km}$$

$$Y_1=305,00\text{Km}$$

$$X_2=809,00 \text{ Km}$$

$$Y_2=305,00\text{Km}$$

$$X_3=800,00 \text{ Km}$$

$$Y_3=314,00\text{Km}$$

$$X_4=809,00 \text{ Km}$$

$$Y_4=314,00\text{Km}$$



Figure II.2 : Image satellite de Mechta Lehbel (commune d'ouled Khlouf-wilaya de Mila).

II.5.1. Infrastructure hydraulique existante :

- 01 forage (Q=7 l / s) non équipé.
- 01 château d'eau 40 m³ de 15 m de hauteur.
- 01 réseau ramifié en PEHD qui n'est pas fonctionnel.
- 04 bornes fontaines non fonctionnelles.

Les habitants de la mechta s'alimentent en eau par citerne à partir de forage des mechtas limitrophes.

II.5.2. Le cadre géologique de notre région :

Cette mechta dans son ensemble est représentée par une vaste étendue de haute plaine, celle-ci est marquée par des alluvions anciennes des plateaux du Quaternaire, des croûtes calcaires et limons du Villafranchien, des conglomérats et argiles du Pliocène-Villafranchien, des marnes et bancs de calcaire du Lutétien supérieur, des calcaires marneux phosphatés à silex du Lutétien inférieur – Yprésien – Thanétiens, des marnes et calcaires du maestrichtien-Campanien, des calcaires du Cénomaniens, des dolomies et des calcaires de l'Albien, des calcaires, marno-calcaire et marnes de l'Aptien supérieur, des dolomies de l'Albien-Barrémien supérieur et enfin des dolomies du Barrémien inférieur et Hauterivien.

II.5.3. Tectonique :

Mechta Lehbel est située dans une région qui dans son ensemble a été effectuée par deux phases tectoniques principales qui sont :

- La phase atlasique causant principalement des plissements de direction : Nord Est – Sud Ouest ;
- La phase alpine responsable des charriages de direction : Nord – Sud ;
- Et une autre phase post miocène du type cassant (responsable des failles affectant les massifs calcaires).

La région étudiée révèle aussi des structures fracturées.

Les failles sont généralement de direction : NE-SW, NW-SE, N-S et W-E.

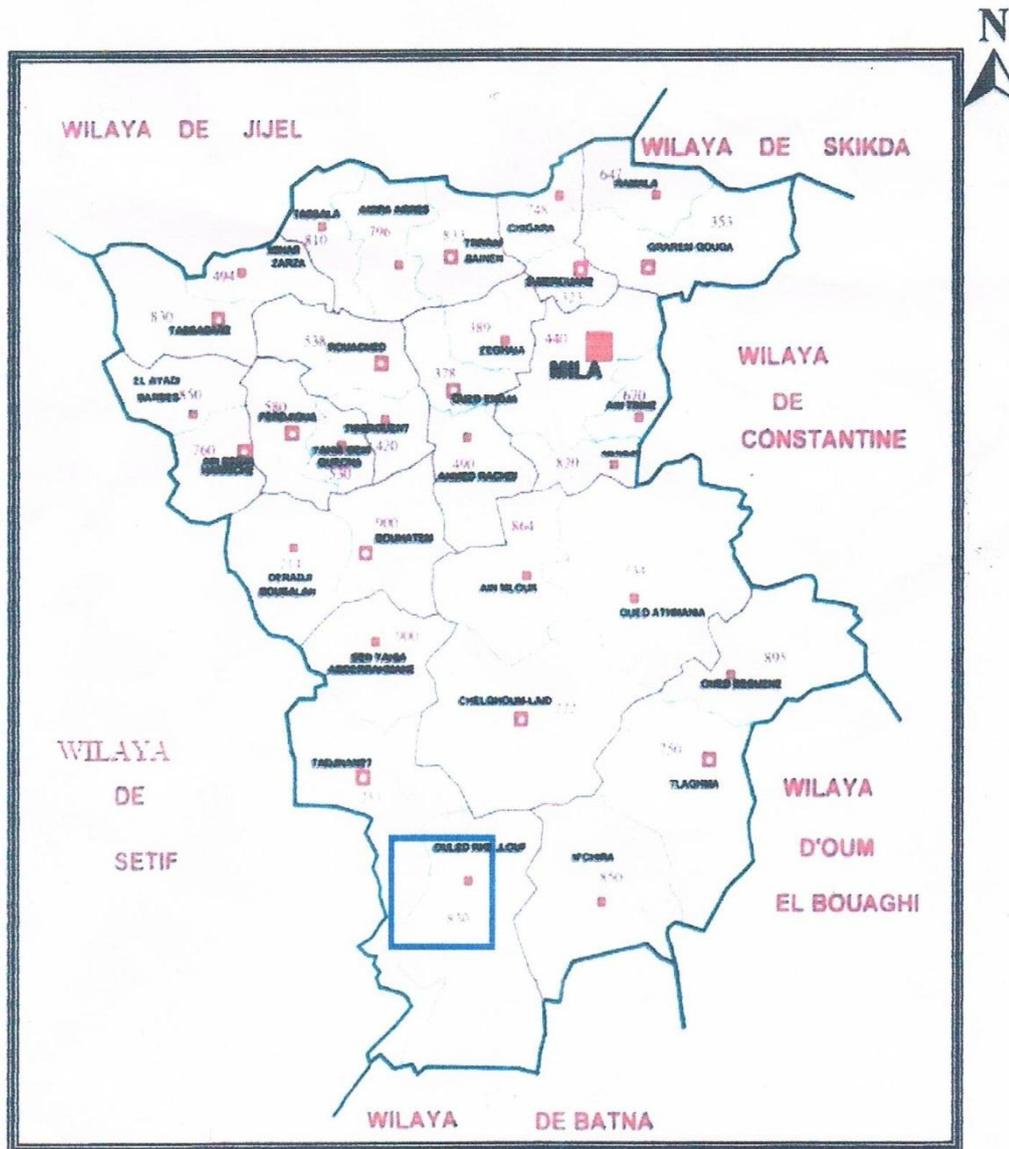
Conclusion :

Ce chapitre est réservé pour la présentation de notre région du point de vue, géologie, topographie, géographie, climatologie et population.

Dans ce chapitre, on conclut que :

- ✓ La population actuel de la mechta est de: 743 habitants.
- ✓ L'accroissement de la population est estimée à : 1,6%.
- ✓ Les températures: qui atteignent leur valeur maximale au mois de Juillet.
- ✓ Les valeurs de la pluviométrie moyennes mensuelles sont moyennes.

Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet de fin d'étude.



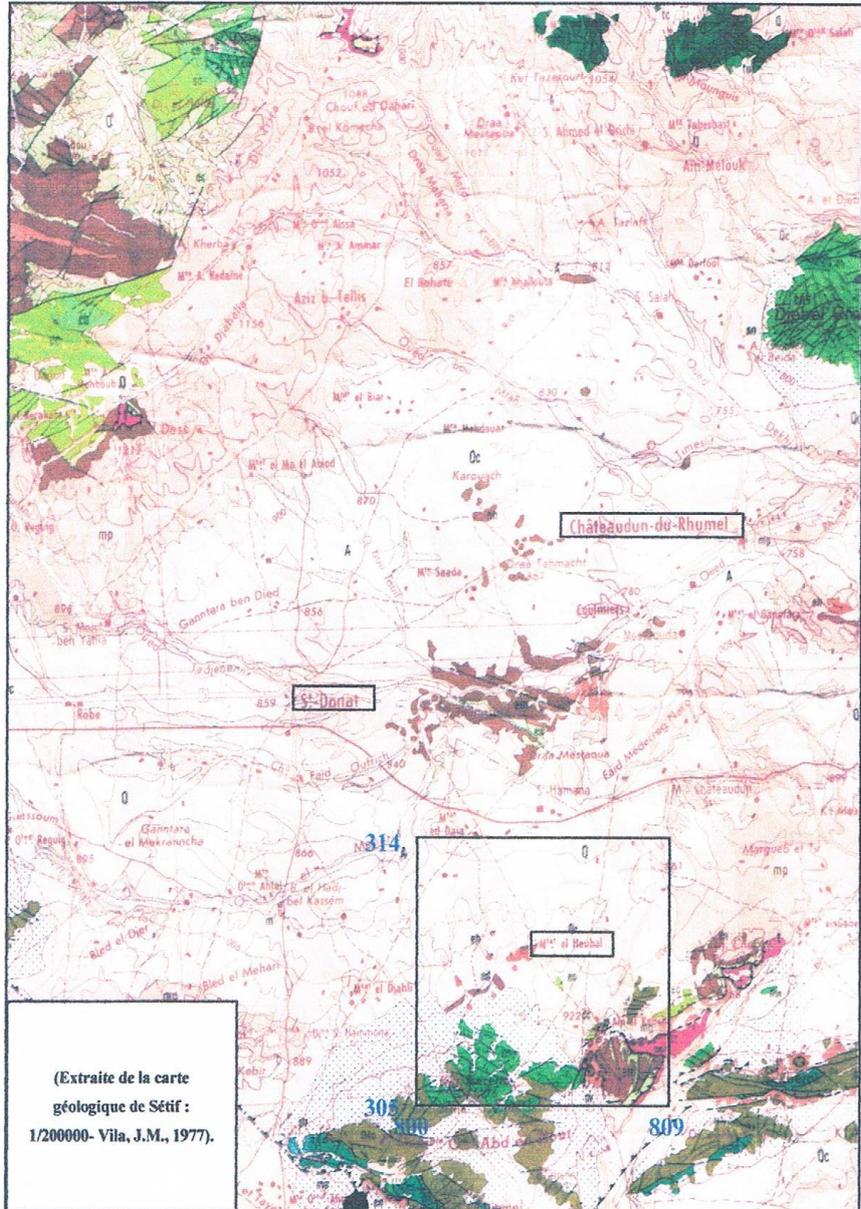
Légende:

- chef lieu de Wilaya
- chef lieu de Daïra
- chef lieu de commune
- 830 Côte du terrain naturel de chef lieu.
- Secteur d'étude

Echelle: 1/500.000

Carte N°1: Carte administrative de la wilaya de Mila montrant la limite du secteur d'étude:

Mechta el Heubal- Commune de Ouled Khlouf- Daïra de Tadjenanet.

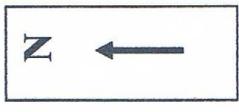
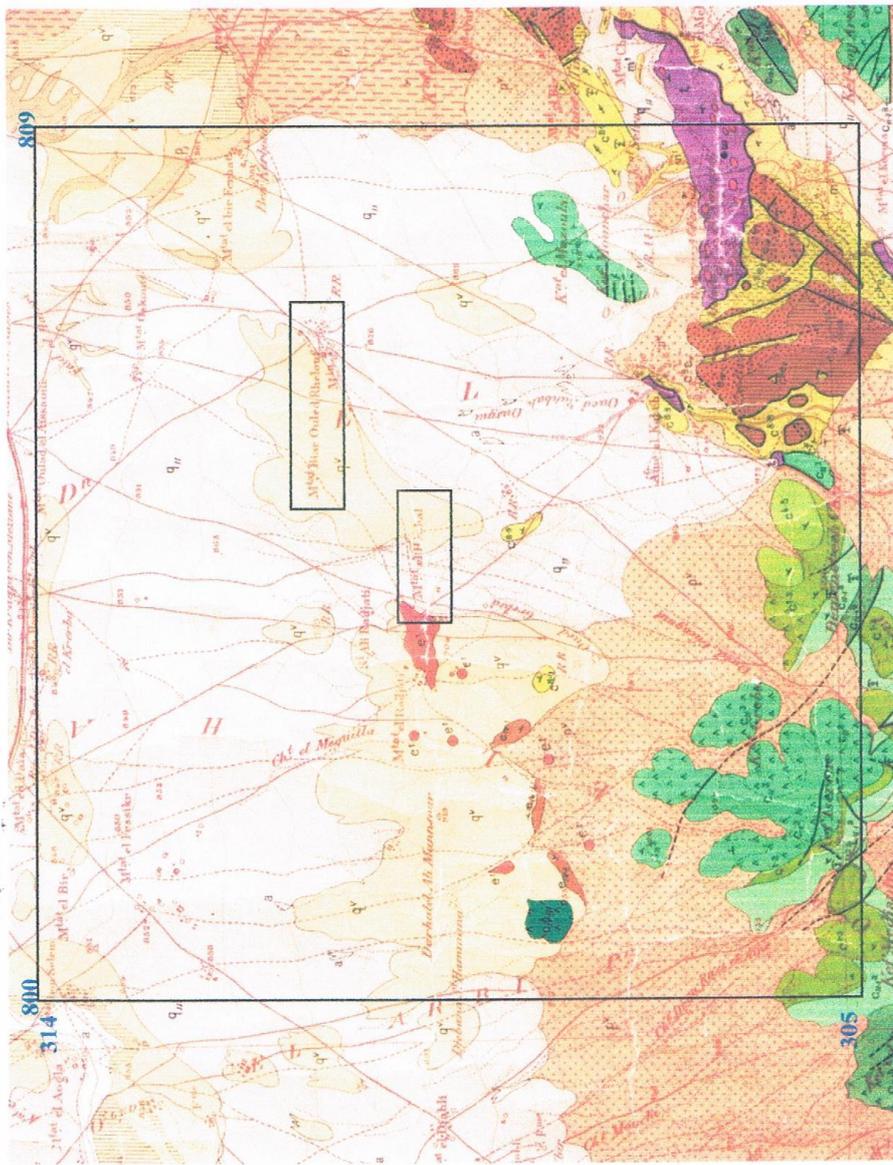


Légende :

Echelle: 1/200000.

-  Limite du secteur d'étude.
- 800** Coordonnée Lambert selon X en km.
- 305** Coordonnée Lambert selon Y en km.

Carte n°2: Carte géologique montrant la limite du secteur d'étude: Mechta el Hebal-
Commune de Ouled Khlouf- Daïra de Tadjenanet- Wilaya de Mila.



Echelle: 500 m.

Légende :
 Secteur d'étude.

Extrait de la carte géologique de Tadjenanet (Ex : Saint Donat) au 1/50000, Durozoy, G, 1954.

Carte N°2: Carte géologique montrant le secteur d'étude: Mechta el Heubal-
 Commune de Ouled Khlouf- Daira de Tadjenanet- Wilaya de Mila.

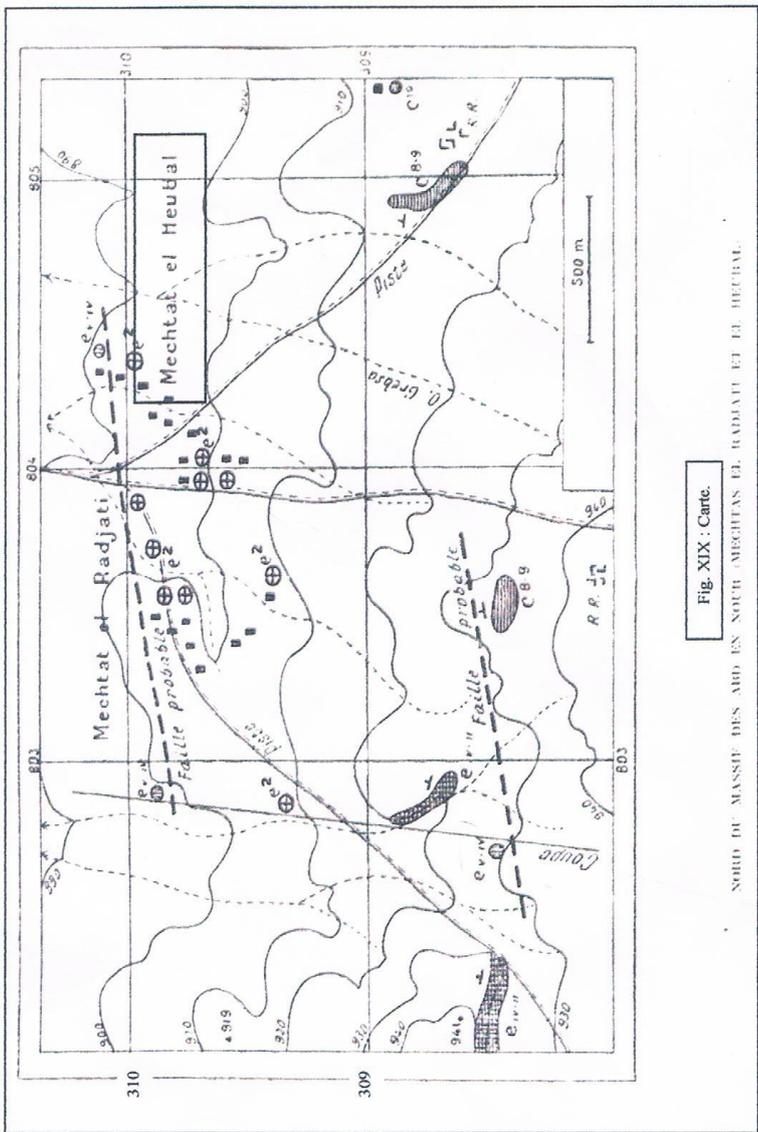


Fig. XIX : Carte.

NORD DU MASSIF DES ABO EN NOUVEAU-MECHTAT EL HEUBAL.

Carte N°4: Carte géologique montrant le secteur d'étude: Mechtat el Heubal- Commune de Ouled Khlouf- Daïra de Tadjenanet- Wilaya de Mila. (Durozoy, G, 1954).



CHAPITRE III :
ETUDE DES BESOINS
EN EAU

Introduction :

L'élaboration de tout projet d'alimentation en eau potable nécessite une planification qui tient compte d'un facteur essentiel très important qu'est le paramètre « population ». Ce dernier repose dans sa détermination sur les statistiques, en effet une population actuelle peut évoluer d'un instant " P_A " vers l'instant " P_F " qu'est l'horizon d'étude, suivant la méthode des intérêts composées, sans pour autant que la période d'étude ne dépasse les 25 ans.

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

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

III.1. Evaluation de la population :**a) Population actuelle :**

Mechta Leibel présente une population totale de 675 habitants (RGPH 2008), d'après le recensement qui a été fait en 2008, avec un taux d'accroissement égal à 1,6%.

b) Population future et application numérique :

L'étude que nous menons doit tenir compte de la répartition spatiale actuelle de la ville et des perspectives d'extension de cette dernière à un horizon d'étude éloigné de 20 ans maximum à partir de l'année 2014, année de référence.

L'estimation de population future est élaborée pour l'horizon de 2034 le calcul est établi à la base de la formule suivante :

$$P_F = P_A (1 + T/100)^n$$

Où :

P_F : population l'horizon d'étude (2034)

P_A : population actuelle (2014)

T : Taux d'accroissement (égale 1,6%)

n : Nombre d'année : différence entre l'année de référence (2014) et l'année considérée (2034).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Année	2008	2014	2034
Taux d'accroissement (%)	1,6	1,6	1,6
Mechta Leibel (hab)	675	743	1021

Tableau III.1 : estimation de la population future.

III.2. Estimation des besoins en eau :

La consommation en eau d'une agglomération comprend :

- ❖ La consommation domestique des abonnés particuliers ordinaires.
- ❖ La consommation municipale (bâtiments communaux et services publics tel que bouches de lavage, chasses d'égout etc...)
- ❖ La consommation industrielle (industrielle de types divers) et collective (camps, grands hôtels, congrégations religieuses etc...), ces divers types de consommation doivent faire l'objet d'étude détaillées.

Les besoins en eau des agglomérations varient d'un centre à un autre en fonction du degré de développement. Généralement cette dotation moyenne théorique varie de 100 à 200 l/j/hab.

- ❖ Une installation de distribution d'eau doit pouvoir satisfaire le débit demandé à l'heure de pointe (heur maximale) du jour de l'année ou la demande en eau est la plus forte (jour maximal).

Les besoins totaux en eaux de cette mechta sont composés des besoins domestiques, les besoins socioculturelles (masdjid), les besoins d'éducative (école fondamentale), plus les besoins de la santé (salle de soin).

a) Besoins domestiques :

Les besoins en eau dépendent :

- Climat
- Les habitudes des populations.
- Type de l'agglomération.
- Degré des équipements.
- La catégorie des consommateurs.

La consommation journalière moyenne domestique est obtenue par la formule suivante :

$$C_D = D_{otation} \times N_i \text{ d'habitant}$$

Où :

C_D : Consommation domestique [l/j]

Dotation journalière : 100 l/j/hab.

N_i : nombre d'habitant [hab].

❖ **Choix de la dotation :**

En plus de la situation économique de notre région, de la disponibilité des ressources, de l'utilisation des équipements domestiques modernes et de l'activité agricole qui influent sur la variation des besoins d'une agglomération, en plus accusent une variation saisonnière pour atteindre un minimum en hiver et un maximum en été. Résultant d'une consommation plus élevée au temps chaud et humide et en se basant sur les tendances et les recommandations internationales la dotation moyenne par habitant et par jour excluant l'industrie se situe comme suit :

Commune rurale :

Considérée comme étant une agglomération de moins de 2000 hab. 125 l/j/hab. (200 l/j/hab.si l'élevage est intensif).

Commune dont la population est supérieure à 2000 hab :

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

Donc pour le calcul des besoins domestiques futurs du Mechta Lehbel on recommande de prendre 100 l/j/hab.

Les besoins domestiques pour Mechta Lehbel à l'horizon **2034** sont indiqués dans la formule suivant :

$$C_D = \text{Dotation} \times N_i \text{ d'habitant} \Rightarrow C_D = 100 \times 1021 \Rightarrow \boxed{C_D = 102100 \text{ l/j}}$$

b) Besoins scolaire (école fondamentale) :

Les élèves de cette école sont au nombre de 120, chaque élève à besoin de 50l/j en moyenne.

La consommation moyenne journalière éducative est obtenue par la formule suivante :

$$C_E = N_i \text{ Des élèves} \times \text{Dotation}$$

Où :

C_E : Consommation éducative.

N_i : Nombre des élèves.

Donc :

$$C_E = N_i \text{ des élèves} \times \text{Dotation} \Rightarrow C_E = 120 \times 50 \Rightarrow \boxed{C_E = 6000 \text{ l/j}}$$

c) Besoins sanitaire (salle de soin) :

Les besoins en moyen sont pris de 2 m³ par jour.

Donc : $C_S = 2m^3/j = 2000 \text{ l/j}$

C_S : Consommation sanitaire.

d) Besoins socioculturelles (masjid) :

Les besoins socioculturelles sont évalués sur la base d'une la dotation ; ou par la surface occupée ; ou par le nombre des usagés. Les fidèles de ce masjid ont besoin de 10m³ par jour

Donc : $C_{sc} = 10 m^3/j = 10000 \text{ l/j}$

Où :

C_{sc} : consommation socioculturelle.

e) Besoins totaux :

Les besoins totaux sont donnés par la relation suivante :

$$C_T = C_D + C_{sc} + C_E + C_S + Perte.$$

Où :

C_T : Consommation totale.

C_D : Consommation domestique.

C_{sc} : Consommation socioculturelle.

C_E : Consommation scolaire.

C_S : Consommation sanitaire.

Les Pertes d'eau:

Les pertes d'eau peuvent être calculées, annuellement, mensuellement ou par jour suivant la nature du réseau de distribution. Il y a deux types de pertes : les pertes techniques durant le traitement et sur le réseau de distribution, et les pertes commerciales dues à l'eau consommée et non facturée comme les erreurs de comptage, les branchements clandestins et les prélèvements aux bouches d'incendies.

- Les pertes sur ce réseau à estimé à 20% parce que le risque de branchement illicites est grand.

On a :

$$Perte = C_T \times 20\%$$

Donc :

$$Perte = C_T \times 20\% \Rightarrow Perte = 120100 \times 0.2 \Rightarrow \boxed{Perte = 24020 \text{ l/j}}$$

Donc :

$$C_T = C_D + C_P + C_E + C_S + Perte \Rightarrow C_T = 102100 + 10000 + 6000 + 2000 + 24020$$

$$\Rightarrow \boxed{C_T = 144120 \text{ l/j}}$$

III.3. Etude des variations des débits :

III.3.1. Variation journalière :

-Le débit moyen journalier est obtenu par la formule suivant :

$$\boxed{Q_{moyj} = C_T / 86400 \text{ [l/s]}}$$

-Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit d'une journée de l'année ou consommation est maximale.

-Le débit maximum journalier est égal au débit moyen journalier multiplié par le coefficient journalier $K_J = (1.1 \text{ à } 1.3)$.

Nous prenons une valeur moyenne de $K_J = 1.2$

III.3.2. Variation horaire :

Ce débit correspond à un débit de consommation pendant l'heure chargée et il est donné par la formule suivante :

$$Q_P = Q_{moyj} \times K_P$$

Où :

Q_P : débit de pointe (l/s).

Q_{moyj} : débit moyen journalier (l/s).

K_P : coefficient de pointe.

III.3.3. Coefficient de pointe :

❖ Méthode de Russe :

$$K_P = K_J \times K_h$$

K_J : coefficient de variation journalier.

K_h : coefficient de variation horaire.

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée, il est déterminé par la formule suivante :

$$K_h = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

α_{max} : paramètre qui tient compte des confort des habitants des développements industrielles, les habitudes de la population, ce paramètre prendra les valeurs varies entre :

$$1.2 < \alpha_{max} < 1.4 \quad \text{et} \quad 0.4 < \alpha_{min} < 0.6$$

On prend dans notre cas : $\alpha_{max} = 1.3$

β_{max} : c'est un coefficient qui tient compte du nombre d'habitant de l'agglomération, sa valeur peut être obtenue à partir du tableau qui suit donnant β_{max} en fonction du nombre d'habitant.

Population(hab)	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	>10 ⁵
β_{max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1
β_{min}	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7

Tableau III.2 : les valeurs de β en fonction de la population.

β_{max} : est calculé par la formule suivante :

$$\beta_{max} = \beta_{max1} - \frac{(\beta_{max2} - \beta_{max1})(Pn - P1)}{P2 - P1}$$

Dans notre cas :

À partir de ce tableau et nombre d'habitants (1021hab).

β_{max} : $x \in [1000-1500]$

(2 - 1.8) → (1500 - 1000)

0.2 → 500

X → 21

$$X = \frac{21 \times 0.2}{500} \Rightarrow X = 0.0084$$

$$\beta_{max} = 2 - 0.0084$$

$$\Rightarrow \beta_{\max} = 1.992$$

Donc :

$$1) K_h = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \rightarrow K_h = 1.3 \times 1.992 \rightarrow K_h = 2.590$$

$$2) K_J = 1.2$$

$$3) K_P = K_J \times K_h \rightarrow K_P = 1.2 \times 2.590 \rightarrow K_P = 3.108$$

III.4 .Etude des débits :

III.4.1. Débit moyen journalier :

$$Q_{\text{moyj}} = 144120 / 86400 \Rightarrow Q_{\text{moyj}} = 1.668 \text{ l/s}$$

III.4.2 .Débit max journalier :

$$Q_{\text{max j}} = Q_{\text{moyj}} \times K_J$$

Où :

$Q_{\text{max J}}$: débit max journalier [l/s].

Q_{moyj} : débit moyen journalier [l/s].

K_J : coefficient de variation journalier.

Donc :

$$Q_{\text{max J}} = Q_{\text{moyj}} \times K_J \Rightarrow Q_{\text{max J}} = 1.668 \times 1.2 \Rightarrow Q_{\text{max J}} = 2 \text{ l/s}$$

III.4.3.Débit de pointe :

$$Q_P = Q_J \times K_P \rightarrow Q_P = 3.108 \times 1.668 \rightarrow Q_P = 5.184 \text{ L/S}$$

❖ On résume les derrières résultats dans le tableau suivant :

✚ Ce tableau pour résumer les calculs :

Paramètres	Valeurs
Population (hab)	1021
Dotation (l/j/hab)	100
C_D (l/j)	102100
C_{sc} (l/j)	10000
C_E (l/j)	6000
C_S (l/j)	2000
Perte (20%) (l/j)	24020
C_T (l/j)	144120
Q_J (l/s)	1,67
K_J	1,2
$Q_{max J}$ (l/s)	2
α_{max}	1,3
β_{max}	1,992
K_h	1,59
K_P	3,11
Q_P (l/s)	5,18

Tableau III.3 : Résumé des calculs.

Conclusion :

L'objectif de cette étude est de réaliser, en jour de consommation moyenne et en jour de consommation de pointe, un bilan entre la ressource disponible et les besoins, en situation actuelle d'une part (2014), et en situation future (2034) selon différentes hypothèses de rendement de réseau d'autre part. Il est donc nécessaire de revoir le dimensionnement de notre réseau, et son comportement hydraulique.

C'est ce la que nous allons voir dans les prochains chapitres.



CHAPITRE IV :
CALCUL DU RESEAU
DE DISTRIBUTION

Introduction :

Actuellement, l'alimentation en eau potable de la mechta lehbel se fait par des bornes fontaines et par citerne à partir de forage des mechtas limitrophes.

L'eau stockée dans le réservoir, doit être distribuée à l'aide des canalisations sur lesquelles des branchements seront piqués en vue de satisfaire les consommateurs. Toute fois, une étude préliminaire doit être faite à fin d'attribuer un diamètre adéquat à la canalisation, permettant d'assurer le débit maximal à tous les besoins domestiques, socioculturelle ou agricoles.

IV.1.Généralités:**IV.1.1.Les types de réseaux d'AEP :**

Le choix du type du réseau est en fonction de la nature des habitations. Dans notre cas et vue la nature du milieu (zone rurale) ; on a choisi d'alimenter cette mechta par un réseau ramifié.

Les réseaux de distribution sont repartis généralement :

-  le réseau ramifié.
-  le réseau maillé.
-  le réseau mixte (combiné).
-  le réseau étagé.

a) Le réseau ramifié :

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites, secondaires branchées tout le long de la conduite principale. C'est un réseau arborescent qui n'assure aucune distribution du retour, il suffit qu'une panne se produit sur la conduite principale, toute la population à l'aval sera privée d'eau.

Le réseau ramifié est aussi économique mais présente moins de fiabilité quand à la sécurité d'approvisionnement car une rupture des conduites en un point, prive d'eau tous les abonnés situés à l'aval de ce point pendant toute la durée de la remise en état.

b) Le réseau maillé :

Un réseau maillé est constitué d'une série des tronçons, disposés de telle manière qu'il soit possible, de décrire une ou plusieurs boucles fermées, en suivant son tracé. Contrairement aux réseaux ramifiés ; le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

Ils sont utilisés généralement dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales, sous forme associés à des réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

c) Le réseau mixte (combiné) :

Un réseau mixte est mélange entre les deux (02) réseaux maillé et ramifié.

d) Le réseau étage :

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes, ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (normes de pressions ne sont pas respectées)

En effet, ce système nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

IV.2. Conception d'un réseau :

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons :

- ✓ L'emplacement des quartiers.
- ✓ L'emplacement des consommateurs.
- ✓ Le relief.
- ✓ Le souci d'assurer un service souple et précis.

IV.2.1. Choix du type de réseau :

Dans notre travail de réalisation du réseau de distribution de cette localité et du moment que les conditions sont favorables, on va utile d'utiliser le réseau de distribution ramifié.

IV.2.2. Choix du matériau de réseau :

Pour l'alimentation en eau potable des agglomérations plusieurs types de matériaux sont utilisés en fonction de la nature du sol, de la résistance de ce matériau, de la durée de vie, de sa destination, de l'économie et entretien et de l'exploitation.

Pour cette étude on a choisi le PEHD PN 10 (Polyéthylène à Haut Densité Pression Nominale 10 Bars) car il répond à nos besoins comme il présente plusieurs caractères à savoir :

- ✓ Qualité hydraulique maximum grâce à sa paroi lisse.
- ✓ Le nombre de raccord limité grâce à sa flexibilité.
- ✓ Résistance à la corrosion et à l'abrasion.
- ✓ Respect de la saveur de l'eau.
- ✓ Étanchéité des réseaux.
- ✓ Inertie chimique et électrolytique.
- ✓ Tube facilement identifiable.
- ✓ Légèreté et facilité de mise en œuvre.
- ✓ Peu sensible au mouvement des terrains.
- ✓ Durée de vie supérieure de 50 ans.

IV.2.3. Principe de la trace du réseau :

Le tracé du réseau exige un certain nombre des conditions qu'il faut respecter.

- Tout d'abord, il faut repérer les endroits où les besoins sont importants, c'est-à-dire les quartiers ayant une forte densité de population.
- Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution aux consommateurs.

- Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situées sur les côtes géodésiques les plus élevées pour bien répartir l'eau.
- Les conduites principales doivent être reliées entre elles, par des conduites secondaires pour former des boucles à fin d'alimenter l'intérieur des quartiers.

IV.3. Dimensionnement du réseau :

IV.3.1. Débit spécifique :

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{sp} qui est égal à :

$$Q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum l_i}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/ml).

Q_p : débit de pointe horaire en (l/s).

$\sum l_i$: Somme des longueurs des tronçons en (m).

AN :

$Q_p = 5,184$ l/s et la somme des longueurs des tronçons = 6668 m.

$Q_{SP} = 5,184/6668 = 0,000777444511097780$ l/s/ml.

IV.3.2. Débit en route (propre) :

Le débit en route (propre) de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{sp} \times L_{tr}$$

Avec :

Q_r : Débit en route en (l/s).

Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/ml).

L_{tr} : la longueur du tronçon en (m).

IV.3.3 : Débit des nœuds :

Les débits nœuds sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de conduite ayant en commun les nœuds considérés.

$$Q_n = \frac{Q_p}{2} + \sum Q_{\text{équi}}$$

Où :

- Q_n : Débits des nœuds.
- Q_p : Débit de pointe.
- $Q_{\text{équi}}$: Débit des équipements. la valeur de Q_n en consiste dans le tableau suivant :

IV.4. Calcul hydraulique du réseau :

Le dimensionnement et la détermination des débits dans un réseau maillé C'effectuent de la manière suivante :

Tout d'abord nous déterminons :

- ✓ La longueur de chaque tronçon du réseau maillé.
- ✓ Les débits en routes (propre) pendant les heures considérées.
- ✓ Les débits spécifiques en considérant les débits routes.
- ✓ Les débits supposés concentrés aux nœuds.

Tronçons	débit spécifique (l/s/ml)	longueur (m)	débit en route (l/s)	débit transitant (l/s)	débit en tronçon (l/s)
R-1		12	0,009	5,184	5,184
1-2		138	0,107	0,729	0,837
2-3		170	0,132	0	0,132
2-A		72	0,056	0,541	0,597
1-5		120	0,093	4,889	4,338
5-6		56	0,043	0	0,044
5-7		58	0,045	4,845	4,295
7-10		450	0,350	4,707	3,904
7-8		340	0,264	0,126	0,390
8-9		162	0,126	0	0,126
10-11		160	0,124	1,031	0,701
11-12		392	0,305	0,396	0,396
12-13		212	0,165	0	0,165
12-14		128	0,010	0,132	0,232
14-15		40	0,031	0	0,031
14-16		130	0,101	0	0,101
11-17	0,000777444511097780	104	0,081	0,248	0,330
17-18		28	0,022	0	0,022
17-19		138	0,107	0,120	0,227
19-20		154	0,120	0	0,20
10-21		100	0,078	0,560	0,638
21-22		294	0,229	0	0,229
21-23		180	0,140	0,191	0,331
23-24		130	0,101	0	0,101
23-25		116	0,090	0	0,090
10-26		280	0,218	1,406	1,62330414
26-27		154	0,119	0,286	0,406
27-28		180	0,140	0	0,140
27-29		188	0,146	0	0,146
26-30		298	0,232	0,768	0,100

30-31		60	0,047	0,128	0,174
31-32		164	0,128	0	0,128
30-33		98	0,076	0,518	0,594
33-34		32	0,025	0	0,025
33-35		264	0,205	0,288	0,493
35-36	0,000777444511097780	290	0,225	0	0,225
35-37		80	0,062	0	0,062
A - B		418	0,325	0	0,325
A - 4		278	0,216	0	0,216
Total		6668	5,184		

Tableau IV.1 : Calcul les débits en route, transitant et en tronçon de chaque tronçon du réseau d'AEP du mechta Lehbél – wilaya de Mila –.

IV.5. Calcul du réseau par logiciel « epanet »:

IV.5.1. Présentation du logiciel :

IV.5.1.1. Définition :

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples: définition d'un programme de prélèvement d'échantillons, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance. EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme par exemple:

- utilisation en alternance des différentes ressources du système,
- modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs,
- préciser l'usage des stations de recoloration (ou autres retraitements) en réseau,
- planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

Disponible sous Windows, EPANET fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité, et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques).

IV.5.1.2. Capacités pour la Modélisation Hydraulique :

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace. EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes:

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une caractéristique propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

IV.6. Calcul des pressions au sol :

IV.6.1 Calcul de la côte du radier du réservoir :

L'emplacement du réservoir doit être choisi de la façon à assurer aux abonnées une pression suffisante même au moment des heures de pointe, pour cela, il faut tenir compte des facteurs suivants :

- ✓ Le point le plus défavorable.
- ✓ Les pertes de charge du trajet reliant le réservoir et le point le plus défavorable.
- ✓ Le nombre d'étage des immeubles

La côte du radier est calculée par la formule suivante :

$$C_r = CTN + \sum \Delta H + P_s.$$

Ou :

C_r : Côte de radier.

CTN : Côte du terrain naturel au point le plus défavorable.

$\sum \Delta H$: La somme des pertes de charge le long du trajet à partir du réservoir jusqu'au point considéré.

P_s : Pression au sol imposée au nœud considéré en fonction des nombres d'étages.

A.N :

$C_r = 924,75$ m.

En prend une côte de 925 m, donc le réservoir sera surélevé de 17 m.

IV.6.2 : Calcul des pressions :

$$P_s = C_{p\text{ aval}} - C.T.N$$

Où :

P_s : Pression au sol (m).

$C_{p\text{ aval}}$: Côte piézométrique aval (m).

C.T.N : Côte du terrain naturel (m).

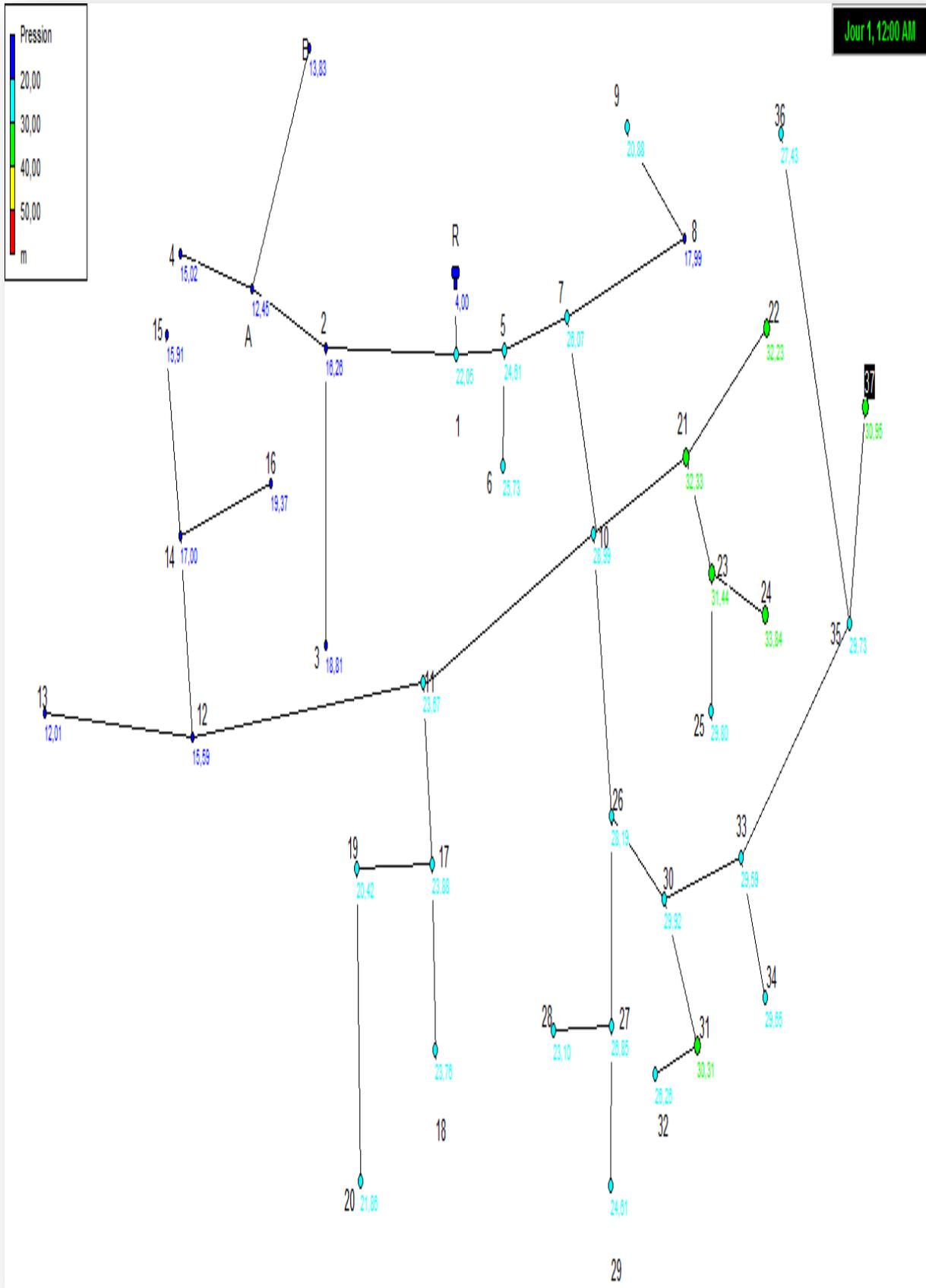


Figure IV.1 : Schéma du réseau de distribution [Pression].

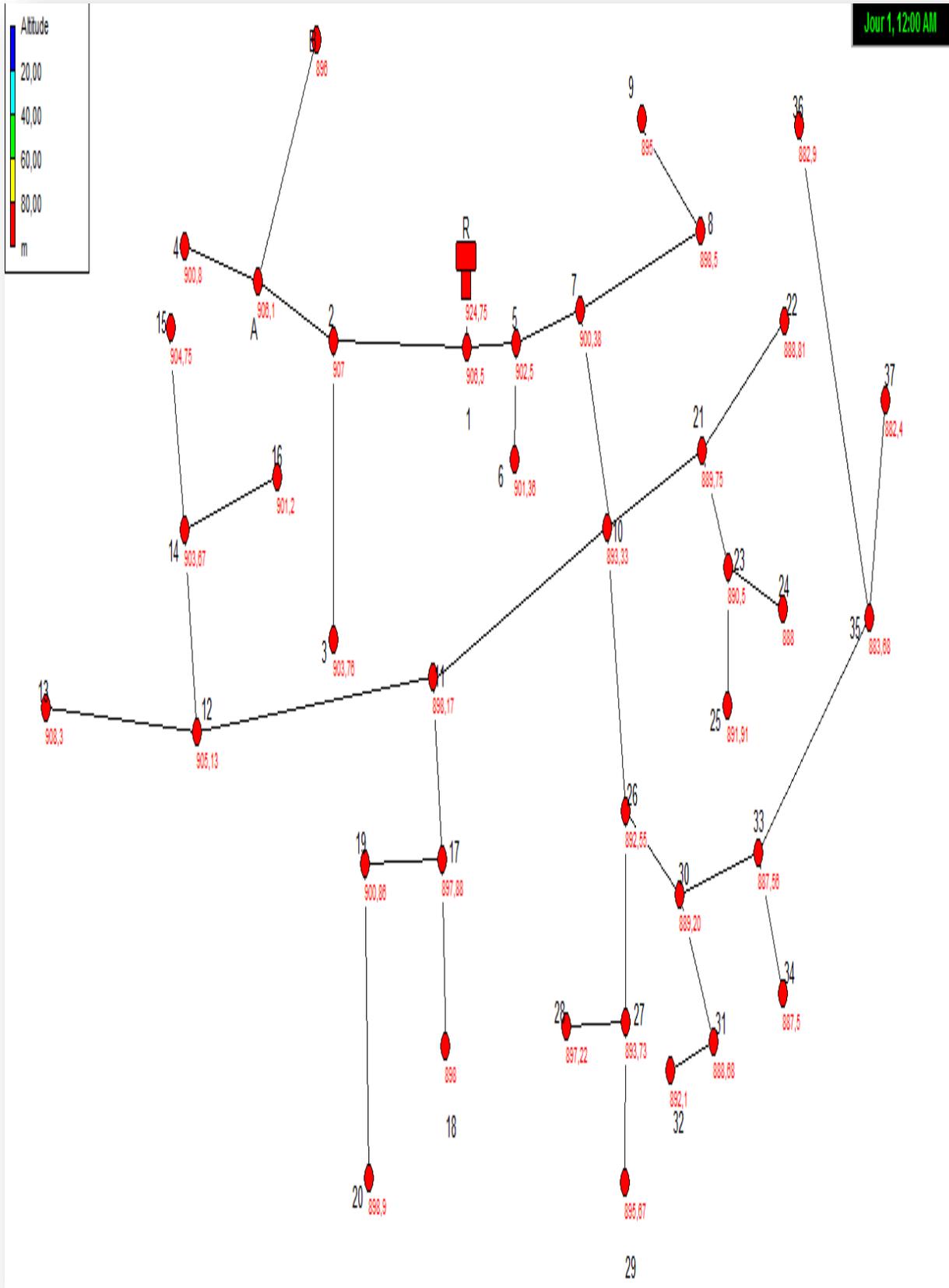


Figure IV.2 : Schéma du réseau de distribution [Altitude].

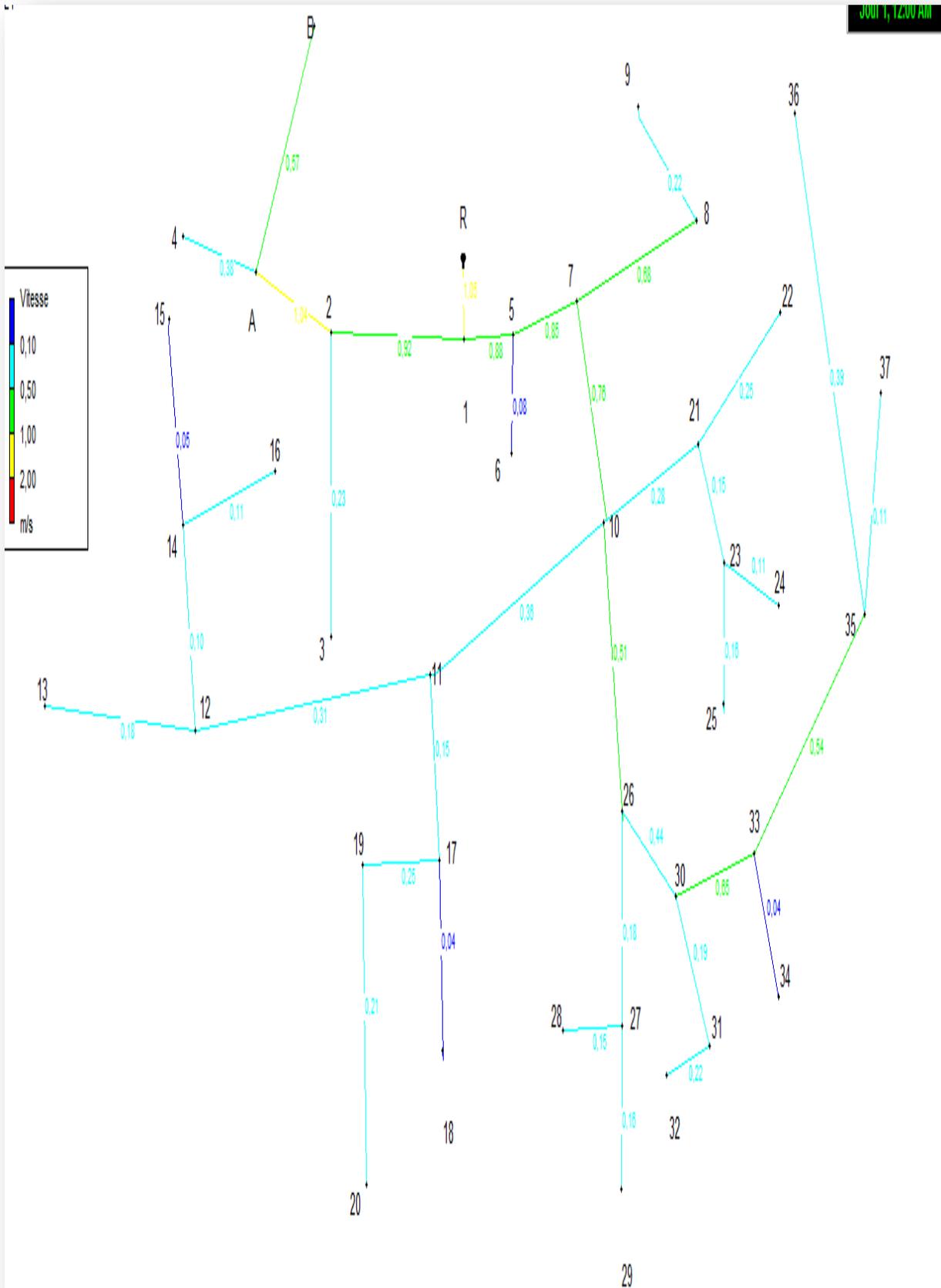


Figure IV.3 : Schéma du réseau de distribution [Vitesse].

Dans le tableau suivant, on trouve tous les calculs de chaque tronçon du réseau de distribution.

Tronçons	L(m)	Qc (l/s)	Ø calculé (mm)	Ø _{ext} normalisé (mm)	Ø _{int} normalisé (mm)	J ₀ (m/ml)	J ₀ (m)	J _t (m)	V (m/s)	P ₀ (m)
R-1	12	5,184	72	90	79,2	0,01684	0,20208	0,232392	1,053	22,05
1-2	138	0,837	28,923	40	34	0,03832	5,28816	6,081384	0,922	10,26
2-3	170	0,132	11,496	32	27	0,00405	0,6885	0,791775	0,231	18,81
2-A	72	0,597	24,435	32	27	0,06535	4,7052	5,41098	1,043	12,45
1-5	120	4,338	65,865	90	79,2	0,01201	1,4412	1,65738	0,881	24,61
5-6	56	0,044	6,598	32	27	0,00035	0,0196	0,02254	0,077	25,73
5-7	58	4,295	65,533	90	79,2	0,0113	0,6554	0,75371	0,872	26,07
7-10	450	3,904	62,485	90	79,2	0,00919	4,1355	4,755825	0,793	28,99
7-8	340	0,39	19,755	32	27	0,02931	9,9654	11,46021	0,682	17,99
8-9	162	0,126	11,223	32	27	0,00373	0,60426	0,694899	0,220	20,88
10-11	160	0,701	26,481	75	63,8	0,003	0,48	0,552	0,219	23,67
11-12	392	0,396	19,912	63	53,6	0,00284	1,11328	1,280272	0,176	15,59
12-13	212	0,165	12,838	40	34	0,00196	0,41552	0,477848	0,182	12,01
12-14	128	0,232	15,221	63	53,6	0,0004	0,0512	0,05888	0,103	17
14-15	40	0,031	5,577	32	27	0,00025	0,01	0,0115	0,054	15,91
14-16	130	0,101	10,053	40	34	0,0008	0,104	0,1196	0,111	19,37
11-17	104	0,33	18,156	63	53,6	0,00073	0,07592	0,087308	0,146	23,88
17-18	28	0,022	4,666	32	27	0,00018	0,00504	0,005796	0,038	23,7
17-19	138	0,227	15,067	40	34	0,00346	0,47748	0,549102	0,250	20,42
19-20	154	0,12	10,942	32	27	0,00342	0,52668	0,605682	0,210	21,86
10-21	100	0,638	25,249	63	53,6	0,00239	0,239	0,27485	0,283	32,33
21-22	294	0,229	15,118	40	34	0,00351	1,03194	1,186731	0,252	32,23
21-23	180	0,331	18,199	63	53,6	0,00074	0,1332	0,15318	0,147	31,44
23-24	130	0,101	10,053	40	34	0,0008	0,104	0,1196	0,111	33,84
23-25	116	0,09	9,497	32	27	0,0026	0,3016	0,34684	0,157	29,8
10-26	280	1,623	40,29	75	63,8	0,00561	1,5708	1,80642	0,508	28,19
26-27	154	0,406	20,145	63	53,6	0,00106	0,16324	0,187726	0,180	26,85
27-28	180	0,14	11,83	40	34	0,00147	0,2646	0,30429	0,154	23,1
27-29	188	0,146	12,09	40	34	0,00158	0,29704	0,341596	0,161	24,61
26-30	298	1	31,62	63	53,6	0,00544	1,62112	1,864288	0,443	29,92
30-31	60	0,174	13,196	40	34	0,00217	0,1302	0,14973	0,192	30,31
31-32	164	0,128	11,292	32	27	0,00384	0,62976	0,724224	0,224	26,26
30-33	98	0,594	24,371	40	34	0,02009	1,96882	2,264143	0,655	29,59
33-34	32	0,025	4,988	32	27	0,0002	0,0064	0,00736	0,044	29,65
33-35	264	0,493	22,201	40	34	0,01419	3,74616	4,308084	0,543	29,73

35-36	290	0,225	15,015	32	27	0,01061	3,0769	3,538435	0,393	27,43
35-37	80	0,062	7,886	32	27	0,00073	0,0584	0,06716	0,108	30,95
A – B	418	0,325	18,027	32	27	0,02087	8,72366	10,032209	0,568	13,83
A – 4	278	0,216	14,701	32	27	0,00984	2,73552	3,145848	0,377	15,02

Tableau IV.2 : Résumé des calculs du réseau de distribution.

Conclusion :

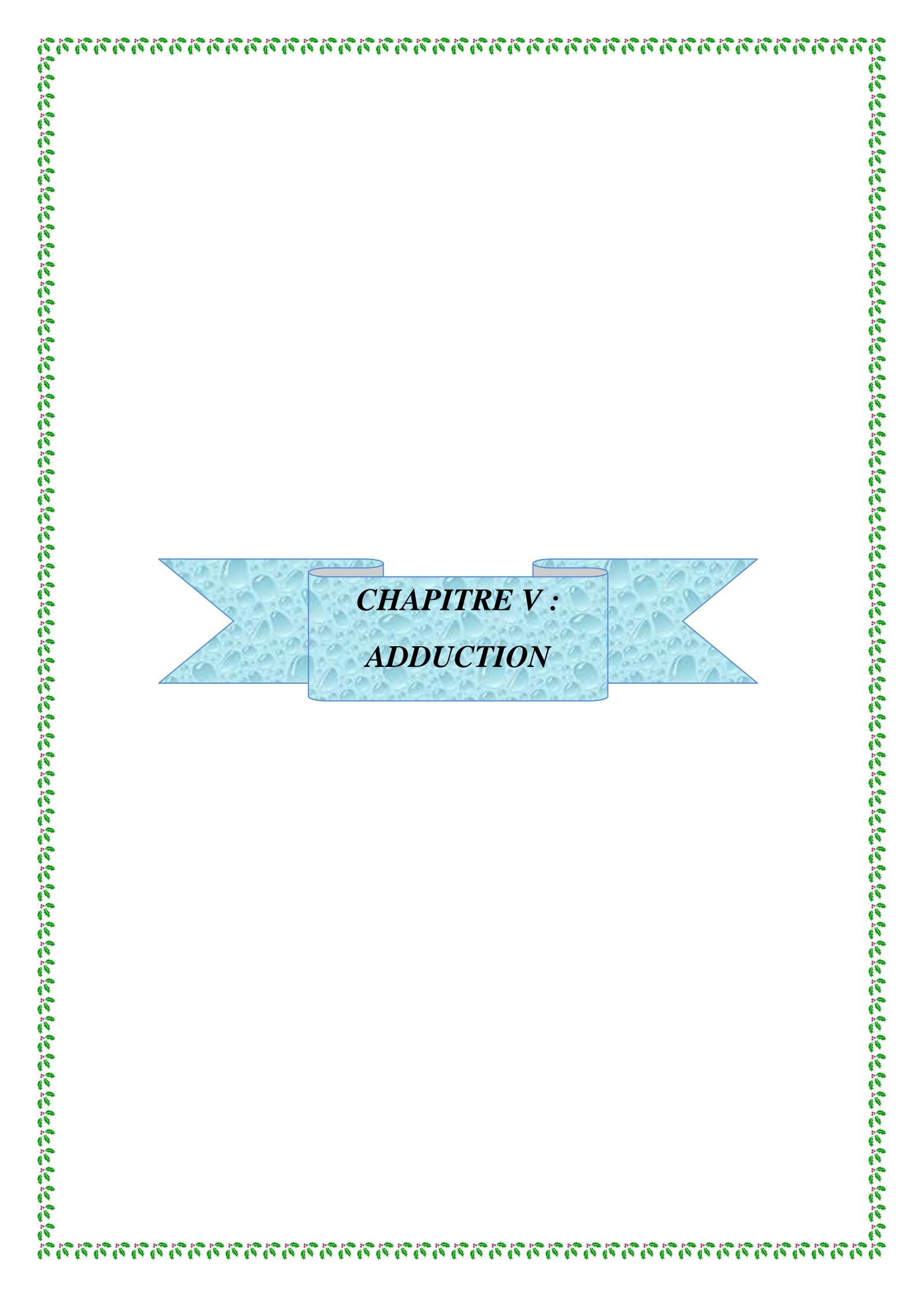
La remarque essentielle qu'on peut tirer de notre réseau projeté est l'existence des certaines vitesses au dessous de la norme requise (0.5 m/s) au niveau de certains tronçons. Ces vitesses faibles sont la résultante directe de deux facteurs :

- ✓ La distribution spatial des habitations dans notre zone d'étude qui est très dispersé ce qui lui donne un caractère de zone éparse.
- ✓ La non disponibilité des données de recensement par nombre d'occupant de chaque habitation pour pouvoir dimensionner avec la densité de population au lieu de la méthode linéaire.

Mais pour remédier à ce problème nous avons adopté les solutions suivantes :

- ✓ Projection d'un réseau ramifié.
- ✓ Branchement directe de tous les citoyens (pas de borne fontaine ni abreuvoir).
- ✓ Surélévation du château d'eau pour assurer une bonne pression.

Cette configuration va permettre au réseau d'être vidanger au niveau de chaque abonné chaque fois qu'il puise de l'eau et ainsi le problème des dépôts lié à la vitesse faible sera résolu.



CHAPITRE V :
ADUCTION

Introduction :

L'adduction de l'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux vers les lieux de consommation.

L'adduction d'eau potable (AEP) peut se diviser en divers éléments :

- ✓ La source qui peut être un forage équipé d'un système de pompage (cas le plus fréquent), un cours d'eau naturel ou un plan d'eau, notamment dans les premiers réseaux de l'histoire, par exemple chez les Romains.
- ✓ Un réseau de transport constitué de canalisation souvent enterrées, d'ouvrages d'arts (pont, siphon, canal) et d'un système automatisé ou non de vannes et de pompes.
- ✓ Divers systèmes de stockage intermédiaires.
- ✓ Un réseau terminal de distribution amenant l'eau aux consommateurs finaux ou à des points de distribution collectifs (pompes, fontaines... etc).

V.1.Types d'adduction :

En fonction de la position de la source d'eau on distingue deux types d'adduction :

a. Adduction gravitaire :

L'adduction gravitaire, ou l'écoulement de l'eau à des pressions importance est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom.

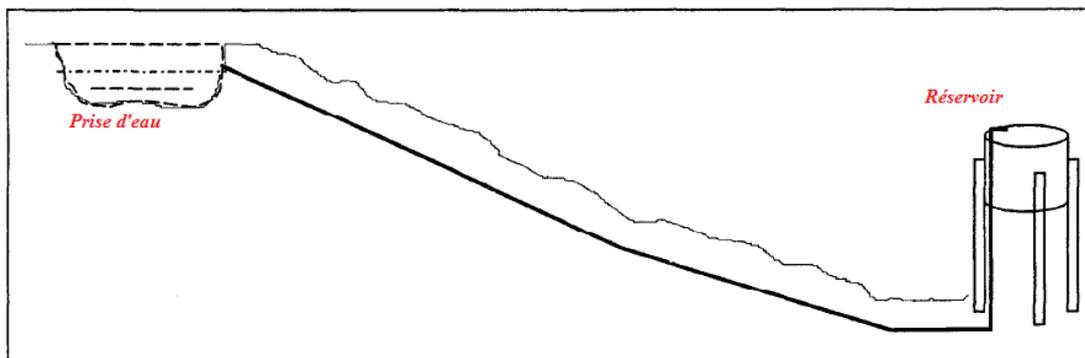


Figure V.1 : adduction gravitaire.

b. Adduction par refoulement :

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur de celui du réservoir d'accumulation.

Avant d'établir une conduite de refoulement, il faut connaître certain conditions préalable qu'on doit respecter :

- ✓ La première des choses, on cherche un tracer régulière que possible avec la rue rond toujours dans le même sens vers le réservoir.

- ✓ Eviter les contres pentes qui provoquent des poches d'air plus en moins difficiles à évacuer.
- ✓ Le tracé doit être accessible pour les engins.
- ✓ Respecter les marges de recoupe (maisons, arbres, conduite de gaz et assainissement, PTT...etc). Sauf dans les cas critiques.
- ✓ Utiliser des coudes ouverts pour éviter les pertes d'énergies par choc qui augmente les pertes de charge et nécessite des butés.
- ✓ Eviter les terrains glissants qui causent le déboitement des raccords par le phénomène de coup de bélier.

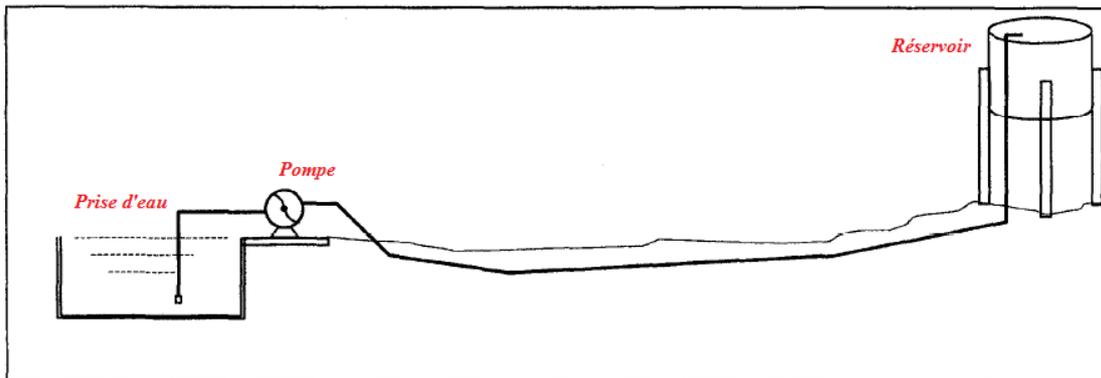


Figure V.2 : adduction par refoulement.

V.2. conditions d'établissement du tracé de la conduite d'adduction :

Le problème consiste à une étude technico-économique de la conduite de refoulement c'est-à-dire que cette conduite doit répondre au :

a. Conditions techniques :

- ✓ Un diamètre qui donne une vitesse entre 0.5 à 1.5 m/s.
- ✓ Condition de pose de conduite.
- ✓ Les conduites de pression de service.

b. Critères économiques :

Les critères économiques concernent les prix de fourniture et de transport, on doit faire comparaison entre étude technique et économique.

Quand on a un petit diamètre dans ce cas les pertes de charge seront grandes et le moteur d'entraînement devra être puissant c.à.d. l'énergie consommée sera importante et les frais d'amortissement devront être importants.

V.3. Choix du matériau des conduites :

Dans ce cas le choix est fondé sur des considérations techniques telles que :

- Pression de service indispensable.
- L'agressivité du sol.
- Vitesse d'écoulement.

- Condition de pose de canalisation.
- Le diamètre.

Et des considérations économiques qui englobent :

- Le prix des canalisations.
- Disponibilité au marché.
- Cout de transport.

Dans notre cas on choisi des diamètres en PEHD car elles présentent des avantages par apport aux autre matières (acier, amiante ciment, PVC) telle que :

- La durée de vie plus longue (supérieur à 50 ans).
- Résiste à des hautes pressions.
- Qualité hydraulique maximum grâce à sa paroi lisse.
- Nombre de raccords limités grâce à sa flexibilité.
- Elles sont souples.
- Résiste à la corrosion interne et externe et aux chocs (glissement du terrain).
- Fiable au niveau de branchements.
- Légèreté et facilité de mise en œuvre.

V.4. Dimensionnement de la conduite d'adduction :

V.4.1. Calcul de diamètre de la conduite :

Dans la pratique, le diamètre optimal au quel on arrivé à adopter une vitesse moyenne est donnée par la formules ci – dessous :

$$\text{❖ Formule de Bonin : } D = \sqrt[3]{Q_{max} J}$$

Q : débit véhiculé en (m³/s).

D : est le diamètre économique de la conduite en (mm).

Donc:

$$D = \sqrt[3]{Q}$$

$$Q = 2 \text{ l/s} = 0.002 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt[3]{0.002} = 0.0447 \text{ m} = 44.7 \text{ mm}$$

$$\boxed{D = 44.7 \text{ mm}}$$

Donc :

$$D = 40 \text{ mm et } D = 50 \text{ mm}$$

$$\text{❖ Formule de Bresse : } D=1.5\sqrt{Q_{\max} J}$$

Avec :

Q : débit véhiculé en (m³/s).

D : est le diamètre économique de la conduite en (mm).

$$\text{Donc : } D=1.5\sqrt{0.002} = 0.067 \text{ m} = 67 \text{ mm}$$

$$\boxed{D=67\text{mm}}$$

En prend : $D=75 \text{ mm}$

$$\text{❖ Formule de continuité : } D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

En prend : $V_{\text{eco}}=1 \text{ m/s}$

$$\text{Donc : } D=4 \times 0.002 \div \pi \times 1 = 0.05047 \text{ m} = 50.47 \text{ mm}$$

$$\boxed{D=50.47\text{mm}}$$

En prend : $D=63 \text{ mm}$

V.4.2. Calcul de la vitesse :

La vitesse de l'eau dans les conduites sera de l'ordre de 0.5 m/s à 1.5 m/s. on évitera de cette condition soit impérative, les vitesses supérieures à 1.5 m/s de même que celles inférieures à 0.5m/s.

La vitesse est déterminée par la formule suivant :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Avec :

V : la vitesse en (m/s).

Q : le débit en (m³/s).

D : le diamètre en (mm).

V.4.3. Calcul des pertes de charge :

La pompe devra compenser les dissipations d'énergie dans les conduites de refoulement et d'aspiration.

Appelée aussi perte d'énergie se caractérise par une diminution de la pression dans le sens de l'écoulement. Elles sont couramment évaluées en hauteur d'eau exprimée en mètre. Les pertes de charge se classe en deux (2) types sont :

a. Pertes de charge linéaire :

Elles sont dues aux frottements de l'eau contre les parois des conduites et les turbulences provoquées par ces effets. Ces derniers sont pris en compte pour les problèmes d'hydraulique.

Les pertes de charge linéaire sont déterminées par la formule de DARCY :

$$\Delta Hl = j \times L$$

Avec :

J : graduant de perte de charge en m/m linéaire.

L : longueur de la conduite d'adduction.

- *Calcul du graduant de la perte de charge (j) :*

$$j = \frac{\lambda V^2}{2gD}$$

λ : Coefficient de frottement linéaire

D : Diamètre intérieur de la conduite en mètre.

g : L'accélération de la pesanteur.

V : La vitesse moyenne de l'eau dans la section en m/s.

- *Calcul du coefficient de frottement :*

Il est déterminé par la formule de COLEBROOK-WHITE :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$$

Avec :

λ : Coefficient de frottement.

ε : Rugosité absolue en mm.

D : Diamètre intérieur de la conduite en mètre.

Re : Nombre de Reynolds.

- *Calcul le nombre de Reynolds :*

Le nombre de Reynolds est déterminé par la formule suivante :

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Avec :

Re : Le nombre de Reynolds.

U : Viscosité cinématique (m²/s).

V : La vitesse moyenne de l'eau dans la section en m/s.

D : Diamètre intérieur de la conduite en mètre.

b. Pertes de charge singulière :

Elles sont engendrées dans les singularités du réseau tel que les coudes, les accessoires hydrauliques.

Les pertes de charge singulière représentent 10% à 15% des pertes de charge linéaire.

$$\Delta H_s = 15\% \Delta H_l \dots (m)$$

c. perte de charge totale :

Les pertes de charge totale est la somme des pertes de charge linéaire et les pertes de charge singulière.

$$\Delta H_t = \Delta H_l + \Delta H_s \dots (m)$$

V.4.4. Calcul la hauteur géométrique (H_g) :

Elle est déterminée par la formule suivante :

H_g = côte cross du réservoir - côte T.N du forage.

$$H_g = 928,75 - 883$$

$$H_g = 45,75 \text{ m}$$

V.4.5. Calcul la hauteur manométrique totale (HMT) :

La hauteur manométrique totale (HMT) est la pression mesurée en mCE qu'une pompe devra imprimer à un volume de liquide pour assurer son transfert d'un point à un autre géométrique différent.

Elle prend en charge trois éléments :

- La hauteur géométrique est la différence d'altitude entre le niveau de refoulement et le plan d'aspiration. Elle peut être elle-même subdivisé en deux (2) parties : la hauteur géométrique d'aspiration, différence de niveau entre l'axe de la pompe et le plan à

l'aspiration ; la hauteur géométrique de refoulement qui est la différence de niveau entre le niveau de refoulement et l'axe de la pompe.

- Les pertes de charge ΔH . Il y a les pertes de charge à l'aspiration et au refoulement. Outre les pertes de charges linéaires il faut procéder au calcul détaillé des pertes de charge singulière dues aux robinetteries installées sur ces conduites.
- La variation de la pression entre le plan d'eau à l'aspiration et le point de décharge de la conduite de refoulement.

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H$$

A partir le tableau (V.1.A) : $\Delta H_L = 29,20 \text{ m}$ \Rightarrow $\Delta H_T = 29,20 + 29,20 \times 0,15$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta H_T = 33,58 \text{ m}}$$

Donc : $\boxed{HMT = 79,33 \text{ m}}$

V.4.6 : Calcul la puissance de la pompe :

On calcul la puissance de la pompe est obtenue par la formule suivant :

$$P = \frac{\rho g H_{mt}}{n} Q$$

Où :

P : la puissance de la pompe en (watt ou Kwatt).

g : la pesanteur ($g=9,81 \text{ m}^2/\text{s}$).

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

n: le rendement. Dans notre cas en prend $n = 80\%$.

V.4.7 : Calcul le temps de pompage :

$$T_p = \frac{Q_{moy} J \times 86400}{Q_f \times 3600}$$

A.N :

$$\text{On a : } T_p = \frac{(1,668/1000) \times 86400}{(7/1000) \times 3600}$$

$$T_p = 5,95 \text{ h} \Rightarrow \boxed{T_p \approx 6 \text{ h}}$$

✚ On résume tout les résultats du calcul dans le tableau suivant :

D.ext (mm)	50	63	75
e (mm)	3,70	4,70	5,60
D.int (mm)	42,60	53,60	63,80
D.int (m)	0,0426	0,0536	0,0638
Q (l/s)	2	2	2
Q (m³/s)	0,002	0,002	0,002
V (m/s)	1,40	0,89	0,63
λ	0,0263931578	0,0271454683	0,0288710730
j (m/ml)	0,0621762585	0,0202793773	0,0090269442
% j (m/ml)	1,20	1,20	1,20
L (m)	1200,00	1200,00	1200,00
J (m)	89,53	29,20	13,00
Hg (m)	45,75	45,75	45,75
HMT (m)	135,28	74,95	58,75

Tableau V.1.A : Etude technico-économique de la conduite de refoulement.

	PEHD PN10	PEHD PN10
DN (mm)	63	75
Prix au ml (DA)	233,89	330,68
L (ml)	1200	1200
Prix de la conduite (DA)	280668	396816
Annuité (%)	8,8	8,8
Frais d'amortissement (DA)	24698,784	34919,808
Q (m³/s)	0,002	0,002
HMT (m)	74,95	58,75
h	0,6	0,6
Pp (KW)	2,385465	1,855725
Tp (h)	6	6
Pe (KWh)	5224,16835	4064,03775
E (DA/KW)	3	3
Prix de l'énergie (DA)	15672,5051	12192,1133
Total (DA)	40371,2891	47111,9213

Tableau V.1.B : Etude technico-économique de la conduite de refoulement.

Où :

- **D.ext** : le diamètre extérieur.

- **D.int** : le diamètre intérieur.
- **e** : épaisseur de la conduite.
- **Q** : le débit max journalier.
- **V** : la vitesse de refoulement.
- **λ** : coefficient de perte de charge.
- **J** : perte de charge pour $L = 1$ m.
- **L** : Longueur de la conduite de refoulement.
- **Hg** : Hauteur géométrique.
- **HMT** : Hauteur manométrique totale.

A partir l'étude technico-économique dans le tableau (V.1.A et V.1.B) nous choisissons que la conduite de refoulement est : PEHD PN 10 de diamètre extérieur : $D = 63$ mm

Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait une étude technico-économique pour faire un dimensionnement de la conduite de refoulement les eaux de forage au réservoir.

Dans ce chapitre, on conclut que :

- ✓ La conduite de refoulement est de diamètre extérieur de 63 mm (PEHD PN10).



***CONCLUSION
GENERALE***

Conclusion Générale :

Dans notre projet, nous avons fait une étude techno-économique d'un réseau d'alimentation en eau potable du Mechta Lehbel de la commune d'Ouled Khlouf, ce réseau est de type ramifié, sachant que notre projet est estimé à une durée de fonctionnement atteinte 20 ans et notre agglomération contiennent des équipements scolaires, sanitaires et socio-culturelles et plus de 1000 habitants.

Après l'étude de la consommation des différents composants de l'agglomération on a pu déterminer le débit pointe horaire pour le dimensionnement du notre réseau, et on a déterminé encore les débits des tronçons ainsi que les débits transités avec des formules qu'on a déjà vu au cours. Ce projet nous a donné aussi une occasion pour utiliser le logiciel EPANET pour la simulation du réseau et par la suite la correction.

Notre travail a pour objectif principal, d'alimenter notre mechta par des débits différents et bien définie et pour le fonctionnement de réseau d'AEP dans des conditions favorables, afin d'éviter les problèmes qui se trouvent au niveau des agglomérations.

Pour avoir des bons résultats qui nous permet de réaliser ou projeter notre étude sur le plan réel.

En conclusion on peut dire que c'est vrai qu'il est difficile de déterminer le Q_{pointe} à partir des estimations mais pour éviter un problème d'une pression faible ou bien un habitant qui n'a que l'air dans ses conduites il faut traiter toutes les données et faire plusieurs simulations et projections.

Il faut parler aussi à l'économie du projet : un projet qui a une grande durée de vie et un moindre coût. Et le moindre coût rentre dans le dimensionnement des diamètres des conduites sans oublier la fourchette de la vitesse respectée dans l'étude.



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

✚ L'énergie hydraulique, 2^{ème} édition, Roger Ginocchio, Pierre-Louis Viollet, édition TEC & DOC :11 rue Lavoisier 75008, Paris, Page 12,13

✚ RECHERCHE SUR INTERNET :

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau>.
 - [http://www.bevincent.com/index.php/dossiers/84 principes découvrez la bio électronique en quelques pages/94](http://www.bevincent.com/index.php/dossiers/84_principes_decouvrez_la_bio_electronique_en_quelques_pages/94).
 - [http://www.ccnt-sarl.com/Provitec/l'importance de l'eau.htm](http://www.ccnt-sarl.com/Provitec/l'importance_de_l'eau.htm).
 - [http://www.ccnt-sarl.com/Provitec/l'importance de l'eau.htm](http://www.ccnt-sarl.com/Provitec/l'importance_de_l'eau.htm).
 - [http://www.chateaudeau.com/pourquoi l'eau est](http://www.chateaudeau.com/pourquoi_l'eau_est).
 - [http://www.aquawal.be/fr/source-de vie/cycle-de-l-eau-potable/les-utilisation-de-l-eau,html](http://www.aquawal.be/fr/source-de_vie/cycle-de-l-eau-potable/les-utilisation-de-l-eau.html).
 - <http://www.cieau.com/tout-sur-l-eau/le-cycle-naturel-de-l-eau>.
 - Des mémoires de fin d'étude.
 - www.google.fr
 - www.mémoire-online.com
 - www.ingdz.com
 - www.wikipédia.fr
- ✚ **Thème** : Etude de diagnostic des systèmes d'AEP des agglomérations secondaires Draa El Miad (Daïra d'Ain Ouelmène, wilaya de Sétif).

Annonciations :

APC : Assemblée populaire communale.

DHW: Direction de l'hydraulique de la wilaya.

ANRH : Agence national des ressources en eau.

AEP : Alimentation en eau potable.

DN : Diamètre normalisé.

PVC : Polychlorure de vinyle non plastifié.

PEHD : Polyéthylène a haut densité.