



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Licence Sciences et Techniques
Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre du stage : alimentation en eau potable de la localité de Ait Bounouh

Présenté par :

- Bouraqqadi Omar
- El adi Akrame

Encadré par:

- Mr. A. El Khalfi
- Mr. L.Hadioui

Stage effectué à : AQUASOFT BUREAU D'ETUDES.

Le jury :

- Mr. A. El Khalfi
- Mr A. Touache

Année Universitaire : 2010-2011



DÉDICACE



Nous dédions ce modeste travail à tous qui de près ou de loin ; nous ont accordé leur soutien moral et physique pour la réalisation de ce travail:

A nos parents :

Pour leurs soutiens durant toute nos études et qui non pas cesser de nous prodiguer de leurs amours.

A nos frères et nos sœurs :

Trouveront ici l'expression de nos respects et amour.

A nos amies :

Nous vous dédions ce rapport avec nos souhaits de réussite, de santé et bel avenir.

A nos enseignants :

Nos chers enseignants, nous avons pu durant notre formation apprécier la noblesse de vos idées et profiter de vos enseignements clairs et précis.

Veillez trouver ici, l'expression de notre reconnaissance et notre grande estimation.

Veillez accepter ce modeste travail pour votre disponibilité et pour l'aide que vous nous avez accordé tout au long de notre projet de fin d'étude.

A toute personne que nous connaissons et avec qui nous échangeons des sentiments d'amitié, d'amour et de respect.



REMERCIEMENT



Avant tous, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir aidés à porter ce travail à son terme.

Nous tenons à remercier **Mr A. El Khalfi** notre encadrant, qui a accepté de nous guider durant toute la période de réalisation de notre premier projet. Nous le remercions aussi pour son esprit ouvert, son franc parlé et son sens de l'analyse.

Nous tenons à remercier particulièrement **Mr L. hadioui**, notre maître de stage, pour ses conseils avisés, son aide précieuse et sa disponibilité au cours des deux mois que nous avons passé chez AQUASOFT.

Enfin nous remercions toutes les personnes que nous avons côtoyées au cours de ce stage.

Ce travail nous a donné la possibilité de gérer en groupe les différentes étapes du projet.



SOMMAIRE



Le but de ce travail est de concevoir un réseau d'alimentation en eau potable de la localité ait Bounouh. De même il est question de procéder au dimensionnement des ouvrages accompagnant ce réseau.

Ce projet est une initiative du Programme d'approvisionnement groupé en eau potable des populations rurales (PAGER) dans le but de gérer l'expansion démographique de l'agglomération du Maroc.

Les études qui ont été menées dans le cadre de ce projet et ayant permis son aboutissement ont suscitées une démarche bien élaborée. Elle consistait tout d'abord à recueillir les données de bases auprès des autorités communales et le plan d'urbanisme de la localité. Elles sont Indispensables pour la suite du projet et sont constituées de la démographie, de la nature et de l'occupation du sol mais aussi des infrastructures existantes. Ces données nous permettent d'aboutir en second lieu à la planification et à la conception du réseau.

Cette étape déterminante est l'occasion de mettre au point les composantes et les paramètres de calculs des réseaux en se basant parfois sur des hypothèses et dans le respect des critères de conception. Dans le calcul de ces derniers, on a fait usage de logiciels élaborés et adaptés aux domaines de l'hydraulique notamment Epanet 2.0. Ainsi selon les caractéristiques et les performances recherchées, ces réseaux sont accompagnés d'ouvrages tels que les vannes, les réservoirs, etc. dont leur choix et leur dimensionnement a été déterminant. Les principaux résultats à l'issu de cette étude sont pour l'alimentation en eau:

L'obtention d'un réseau long de conduite avec des diamètres de 52 mm et 64 mm mais aussi une pression minimale de 10 m. Dans le cas des habitations à étage, cette pression sera ajoutée 3 m par étage.,de même, les vitesses d'écoulement soient dans la mesure du possible, comprises entre un maximum de 1m/s et un minimum de 0.3m/s.



TABLE DES MATIÈRES

DEDICACE	2
REMERCIEMENT	4
SOMMAIRE	6
TABLE DES MATIERES.....	8
LISTE DES TABLEAUX.....	10
LISTE DES FIGURES.....	11
LISTE DES FORMULES.....	12
LISTE DES ABREVIATIONS.....	13
INTRODUCTION	14
I. GENERALITE.....	16
1. <i>Présentation de la localité</i>	16
2. <i>La carte topographique de la localité</i>	17
3. CONTEXTE GENERAL	18
3.1 Population et ménage	18
3.2 Structure de l'habitat.....	18
3.3 Infrastructures de Base.....	19
3.4 Assainissement	19
3.4.1 Électricité.....	19
3.4.2 Hygiène et Santé.....	19
3.4.3 Enseignement	19
3.4.4 Autres équipements	19
3.5 Mode d'approvisionnement en eau dans la localité	20
4. CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE	20
4.1 Activités économiques.....	20
4.1.1 Activités agricoles	20
4.1.2 Activités d'élevage.....	20
4.1.3 Activités de l'exode et l'émigration	21
4.1.4 Activités commerciales	21
4.1.5 Activités salariales	21
4.2 Source de revenus et situation économique	21
II. CRITERE DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT	23
1. <i>Horizon du projet</i>	23
2. <i>Demande en eau</i>	23
2.1 Dotations	23
2.2 Taux d'accroissement	23
2.3 Taux de branchement.....	23
2.4 Rendements	23
3. <i>Critères et contraintes de dimensionnement des ouvrages</i>	24
3.1 Réservoir de stockage.....	24
3.2 Réseau de distribution.....	26
3.2.1 Structure du réseau:	26
3.2.2 Hypothèses de calcul:	27
a. Nature des conduites.....	27



b.	Débit de dimensionnement	28
c.	Pertes de charge	28
d.	Vitesses.....	29
e.	Pression au sol	29
3.3	Ouvrages de production	29
3.3.1	Conduite de refoulement	29
3.3.2	Fonctionnement du groupe de pompage	30
3.3.3	Puissance du groupe de pompage	30
3.3.4	Source d'énergie.....	30
3.3.5	Equipement du réseau de distribution et des conduites de refoulement	30
3.3.6	Equipement des points bas.....	31
3.3.7	Equipements des points hauts.....	32
III.	SIMULATION DU RESEAU HYDRAULIQUE	32
1.	<i>Présentation du logiciel EPANET</i>	32
2.	<i>Paramètres d'entrée du réseau</i>	32
2.1	Les nœuds de demande.....	33
2.2	Les réservoirs.....	33
2.3	Les bâches infinies	33
2.4	Les conduites	34
2.5	Les vannes	34
3.	<i>Schéma planimétrique du réseau :</i>	35
4.	<i>Plan de la situation :</i>	36
5.	<i>Analyse des résultats</i>	37
	CONCLUSION	39
	ANNEXES	41
	ANNEXE 1	42
	ANNEXE 2	45



LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : POPULATION ET MENAGES.....	18
TABLEAU 2 : REPARTITION DE L'HABITAT	18
TABLEAU 3 : EFFECTIF DU BETAIL.....	20
TABLEAU 4 : REPARTITION DE SES DEPENSES :.....	21



LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA PROVINCE DE TIZNIT «LA LOCALITE DE AIT BOUNOUH »	16
FIGURE 2 : LA CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LA LOCALITE DE TAFRAOUTE	17
FIGURE 3: REPARTITION DE LA POPULATION SELON LES CAPACITES A SUPPORTER LE COUT DE L'EAU.....	22
FIGURE 4 : SCHEMA D'UN RESERVOIR SEMI-ENTERRE	25
FIGURE 5 : RESEAU RAMIFIE	26
FIGURE 6 : RESEAU MAILLE	27
FIGURE 7 : SAEP DE LA LOCALITE DE AIT BOUNOUH.....	35
FIGURE 8 :PLAN DE LA SITUATION	36
FIGURE 9 : EVALUATION DE LA VITESSE D'ECOULEMENT D'EAU	37
FIGURE 10 : EVALUATION DU DEBIT ET DE LA PRESSED'AU NIVEAU DES NŒUDS.....	37



LISTE DES FORMULES

(1)TAUX D'ACCROISSEMENT D'UNE POPULATION	18
(2)COEFFICIENT DE POINTE JOURNALIERE	24
(3)COEFFICIENT DE POINTE HORAIRE.....	24
(4)VOLUME DU RESERVOIR	25
(5)GRADIENT DES PERTES DE CHARGE LINEAIRES	28
(6)COEFFICIENT DE PERTES DE CHARGE	28
(7)NOMBRE DE REYNOLDS.....	28
(8)PERTES DE CHARGE SINGULIERES	29
(9)DIAMETRE ECONOMIQUE.....	30
(10)PUISSANCE ABSORBE D'UN GROUPE DE POMPAGE	30
(11)DEBIT DE LA VIDANGE	31
(12)SECTION DE LA VIDANGE	31
(13)VOLUMED'EAU A EVACUER	31
(14)TEMPS DE VIDANGE	31
(15)DEBIT DE VIDANGE A UNE VITESSE DE 2,5M/S	31



LISTE DES ABRÉVIATIONS

ONEP	: office national eau potable.
PERG	: programme d'électrification rurale global.
EMP	: Équipe mobile provinciale.
DPE	: direction provinciale de l'équipement.
CPS	: cahier de prescriptions spéciales.
PAGER	: Programme d'Approvisionnement Groupé en Eau Potable des Populations Rurales.
AEP	: Alimentation en eau potable.
SAEP	: Système d'alimentation en eau potable.
l/hab/j	: litre par habitant par jour.
ONEP-AT	: onep assistance technique.
PEHD	: polyéthylène haute densité.
Pop	: population.
D.E	: Diamètre économique.
PMS	: pression maximale de service.
ONE	: office national d'électricité.



INTRODUCTION



Il est d'une grande importance de rappeler que l'eau, ressource limitée, est indispensable à la vie et aux activités humaines, telles que les activités agricoles, industrielles et domestiques. Alors on peut dire que toute vie serait impossible si l'eau venait à manquer.

Cet élément précieux est très abondant sur notre planète, il est même probablement l'une des ressources les plus abondantes de la Terre. Mais elle est très inégalement répartie sur la surface du globe et seule une part-limitée de toute cette- eau-est réellement directement disponible pour notre consommation.

Notre projet vise à alimenter la localité de ait Bounouh en eau potable. La méthodologie adoptée Consiste d'abord à faire une recherche documentaire et des enquêtes socio-économiques auprès des villageois.

Sur la base de ces données, il s'agira de faire:

1. Collecte, dépouillement, analyse et appréciations des données.
2. Analyse de la situation existante.
3. Appréciation de l'aptitude de la population vis à vis du projet.
4. Définition des composantes du projet.
5. Etude technique et économique de la mise en place du projet.
6. Validation du futur système d'AEP avec la population et officialisation de son engagement.

Dans ce cadre, nous avons élaboré l'étude en alimentation en eau potable de la province de tiznit.la première phase de cette étude consiste à :

- 1- Reconnaître le réseau projeté.
- 2- Constituer une représentation graphique fiable de la localité où le réseau sera implanté.

Ainsi, nous avons collecté des données de bases et les informations pertinentes susceptibles d'avoir un intérêt direct ou indirect pour la présente étude.

Les documents collectés concernent les thèmes suivants :



- La cartographie de réseau.
- La topographie
- La démographie
- Les données urbanistiques
- La consommation d'eau potable
- Les activités industrielles
- Les activités agricoles
- Les données naturelles

Les informations ont été complétées autant que possible par des visites des lieux, ainsi par les synthèses des documents déjà établies.

I. Généralité

1. Présentation de la localité

La zone de l'étude concerne les douars : Aït Bounouh, Insiss, Inkern et Imi Inkern. Ces 4 douars composent la localité Aït Bounouh. Cette dernière relève de la commune rurale d' Afella Ighir et cercle de Tafraout. Elle est située dans l'Anti-Atlas, à une distance de 114 km au sud-est de la ville de Tiznit.

La localité se trouve aux coordonnées Lambert moyenne :

X= 123282.03

Y= 214263.97

L'accès à la localité se fait à partir de la route régionale n° 104 sur 66 km, puis la route provinciale n° 1910 sur 20 km, puis la route régionale n° 107 sur 14 km et enfin une route godronnée de 14 km.

La figure ci-après montre la situation géographique de la province de tiznit «la localité de ait bounouh »



Figure 1 : situation géographique de la province de tiznit «la localité de ait bounouh »



2. La carte topographique de la localité

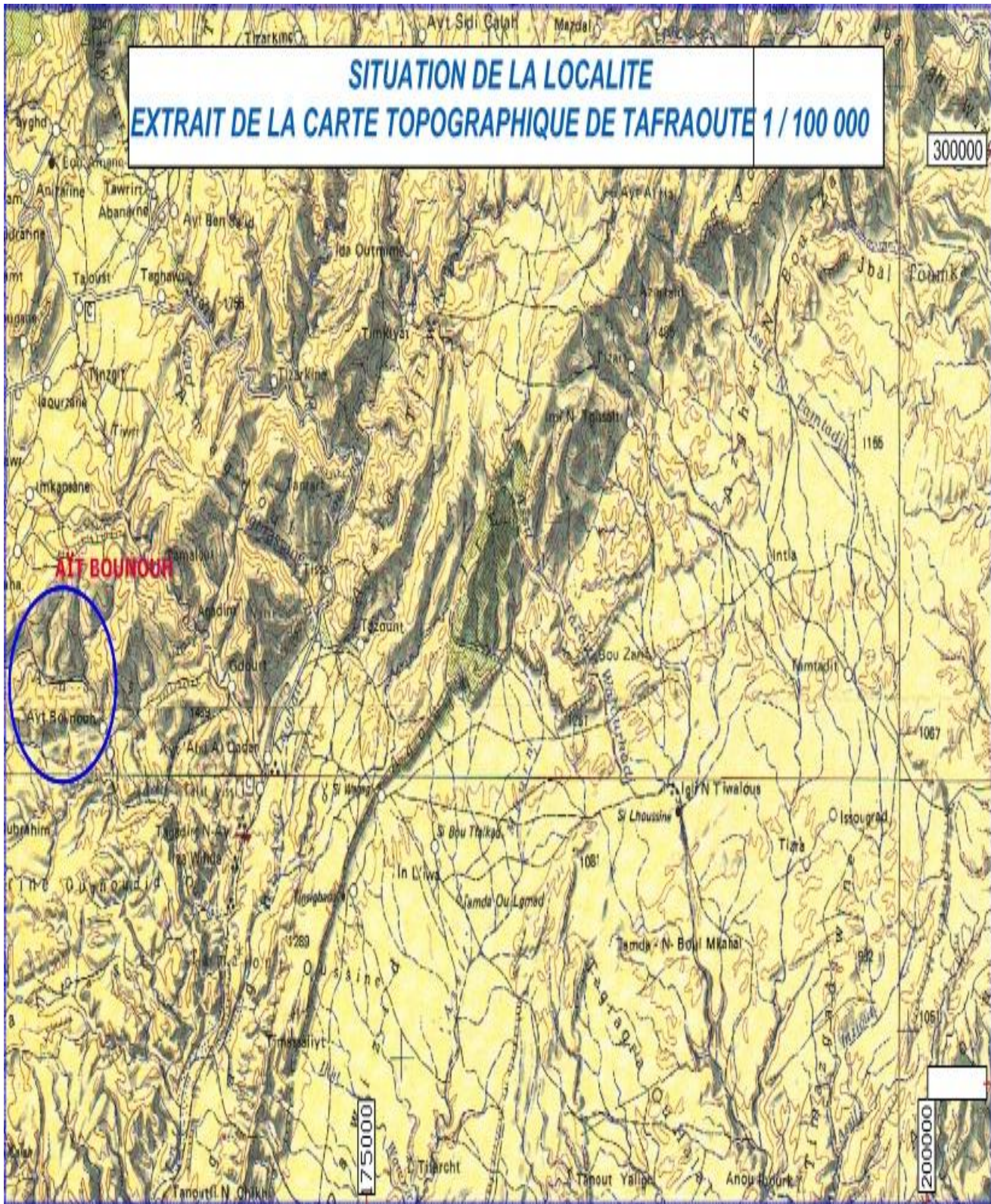


Figure 2 : la carte topographique de la localité de TAFRAOUTE .



3. CONTEXTE GENERAL

3.1 Population et ménage

L'enquête réalisée en 2011, par l'équipe mobile de l'ONEP-AT, a permis de recenser la population et le nombre de ménages et d'établir la liste des maisons et la carte sociale de la localité. La population rurale de cette localité est ainsi estimée à 1427 habitants et le nombre de ménages est évalué à 318 ménages.

Tableau 1 : Population et ménages

Douar	Population	Ménages	Femmes chef de ménage	Taille moyenne des ménages
Ait Bounouh	835	181	4	4.61
Insiss	156	35	3	4.45
Inkern	75	20	2	3.75
Imi Inkern	361	82	0	4.40
Total	1427	318	9	4.48

La population future de la localité sera déterminée sur la base d'un taux d'accroissement annuel de 1% qui sera adopté dans les critères de conception. Ce taux a été arrêté d'un commun accord avec le maître d'œuvre.

Taux d'accroissement d'une population : est le Rapport, pour une période donnée, de la différence d'effectifs de population au début et à la fin de la période, à la population au milieu de la même période.

$$\text{Taux d'accroissement d'une population} = \frac{\text{population à la fin de la période} - \text{population au début de la période}}{\text{population au milieu de la période}} * 100$$

(1)

3.2 Structure de l'habitat

La carte sociale établie par l'équipe mobile de l'ONEP-AT montre que la structure de l'habitat est de type groupé avec des maisons construites majoritairement en matériaux locaux.

La répartition des habitations est la suivante :

Tableau 2 : Répartition de l'habitat

Douar	Maisons vides	Maisons habitées	Total	Maison disposant de Latrines	Maisons en dur	Maisons en matériaux locaux	Maisons à étages
Ait Bounouh	5	106	111	73	14	97	91
Insiss	3	18	21	15	1	20	9
Inkern	15	62	77	42	10	67	19
Imi Inkern	0	11	11	8	2	9	3
Total	23	197	220	138	27	193	122



3.3 Infrastructures de Base

Selon le diagnostic participatif réalisé par l'équipe mobile la localité dispose des infrastructures suivantes :

3.4 Assainissement

Le secteur d'assainissement est sous développé dans la localité. En effet, la localité ne dispose pas de réseau d'assainissement. Les dispositifs existants sont principalement des latrines qui sont conçues sans tenir compte des normes d'hygiène. Celles-ci se rencontrent dans 71% des maisons de l'ensemble de la localité. D'autre part, elles ne sont utilisées qu'occasionnellement à cause du manque d'eau.

3.4.1 Électricité

Dans le cadre du PERG, la localité est électrifiée.

3.4.2 Hygiène et Santé

L'eau ne subit aucune désinfection dans l'ensemble de la localité. Par contre, les ustensiles de transport et de stockage sont nettoyés d'une manière irrégulière avec l'eau seulement. La durée du stockage de l'eau ne dépasse pas un jour.

Présence de la maladie hydrique liée à l'eau, à savoir la fièvre, la diarrhée et certaines dermatoses. La population n'est pas sensibilisée sur les risques liés à la santé humaine.

3.4.3 Enseignement

La localité dispose d'une école primaire de six niveaux scolaires située au niveau du douar d'Inkern, dont la création date de 1978, elle est clôturée et dispose des équipements sanitaires. Elle compte 90 élèves (fille et garçon).

3.4.4 Autres équipements

Comme autres équipements existants au niveau de la localité, on peut mentionner l'existence de trois mosquées, deux moulins, une Zaouïa, deux téléphones et de deux épiceries et la population s'approvisionne au souk ou siège de la commune Afella Ighir (dimanche) situé à 15 Km de la localité.

Les autres services sont :

Le siège de la commune rurale situé à Afella Ighir.

Le dispensaire situé à une distance de 15 Km au siège de la commune Afella.



3.5 Mode d'approvisionnement en eau dans la localité

La corvée d'eau est assurée par les filles et les femmes. Les bidons en plastiques sont les ustensiles utilisés pour le transport et le stockage de l'eau. Cette activité occupe une grande partie dans le calendrier quotidien des femmes. Le temps investis quotidiennement pour le transport est de 3 heures. Il faut en outre, de 6 voyages par jour en hiver et davantage en été.

La consommation journalière varie de 100 l/j (en hiver) à plus de 200 litres (en été).

L'abreuvement du gros bétail se fait à l'intérieur des maisons quant au petit bétail, il s'abreuve à l'extérieur des maisons.

L'alimentation en eau de la localité se fait, à partir des petits systèmes privés situés dans les maisons et un Puits collectifs.

Un Puits : Trou profond creusé dans la terre pour en tirer de l'eau.

4. CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

4.1 Activités économiques

4.1.1 *Activités agricoles*

La succession des années de sécheresses a un impact négatif sur le secteur agricole qui occupe la deuxième place par rapport aux autres sources de revenus. Les rendements sont influencés par les conditions climatiques et les produits agricoles sont destinés à l'autoconsommation et la commercialisation.

L'arboriculture est constituée d'arganier et d'olivier (l'olivier récemment plantés).

4.1.2 *Activités d'élevage*

L'élevage occupe la deuxième place par rapport à les autres sources de revenu pour la population.

Ce secteur compte 30 têtes de gros bétail et 3837 petits ruminants.

Tableau 3 : Effectif du bétail

Douars	Gros bétail : Bovin + chamelons+ équidés	Petit bétail : Ovins + caprins
Ait Bounouh	26	2940
Insiss	0	13
Inkern	3	298
Imi Inkern	1	586
Total	30	3837



Cette activité est confiée aux femmes. Ces dernières ont recours en plus des pâturages de la forêt à la complémentation du gros bétail à cause des multiples sécheresses. Les petits ruminants sont élevés dans les pâturages de la localité.

Le lait et les veaux sont essentiellement destinés à la commercialisation.

4.1.3 Activités de l'exode et l'émigration

L'exode a un impact important sur le revenu de la population. Chaque famille compte un membre qui travaille à l'extérieur de la localité dans les différentes villes du royaume et à l'étranger. Tous ces travailleurs regagnent la localité durant les vacances et les fêtes.

4.1.4 Activités commerciales

Le commerce local n'a pas d'impact sur les revenus de la population; on compte trois commerçants au niveau de la localité pratiquant cette activité avec un revenu faible.

4.1.5 Activités salariales

Ces activités sont pour la plupart des ouvriers saisonniers et 3 gardiens des mines situés à 32km de la localité.

4.2 Source de revenus et situation économique

Les sources de revenus de la localité sont diversifiées. Il s'agit dans l'ordre de :

L'exode et émigration,

L'élevage,

L'Agriculture,

La main d'œuvres,

Afin de faire une estimation des revenus des ménages, l'EMP a fait une évaluation approximative de la situation socio-économique des habitants à partir des dépenses hebdomadaires des ménages lors des souks. En effet, les sources de revenus sont diversifiées à cause des aléas climatiques, de l'offre et la demande et d'autres paramètres divers.

La répartition de ces dépenses est comme suit :

Tableau 4 : Répartition de ses dépenses

% de la population	dépenses hebdomadaires	dépenses hebdomadaires pour l'eau	% des dépenses pour l'eau
10%	1000 Dh	50 Dh	5%
40%	500 Dh	30 Dh	6%
50%	200 Dh	15 Dh	7.5%



Répartition de la population selon les capacités à supporter le coût de l'eau

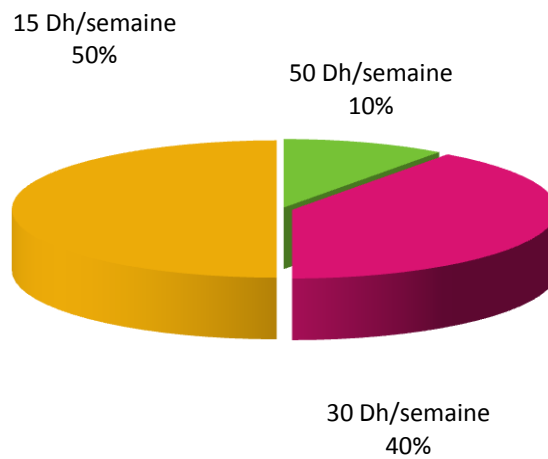


FIGURE 3: Répartition de la population selon les capacités à supporter le coût de l'eau



II. Critère de conception et de dimensionnement

1. Horizon du projet

Les calculs sont faits pour un horizon de 10 ans à partir de la date de commencement des études ; soit 2021.

2. Demande en eau

2.1 Dotations

L'évaluation des besoins en eau de la population branchée a été arrêtée en concertation avec le maître d'œuvre à la dotation est de 30 l/hab/jour. Ces besoins ont été évalués pour la demande actuelle et pour celle de l'horizon 2021 fixé par les termes de référence.

2.2 Taux d'accroissement

Pour le taux d'accroissement de la population, on appliquera, en commun accord avec le maître d'œuvre, un taux d'accroissement de 1 %.

2.3 Taux de branchement

L'alimentation en eau des consommateurs se fait par des petites ramifications, sur le réseau de distribution, appelées branchements. Le diamètre de ces branchements est déterminé en fonction du débit nécessaire à l'alimentation de l'abonné. Actuellement, au Maroc, on utilise principalement des tuyaux en plastique pour ces branchements.

La localité a opté pour un branchement individuel. Selon les spécifications du CPS, on considérera un taux de branchement de 100% à l'année de référence du projet.

2.4 Rendements

Les rendements suivants seront adoptés pour le réseau :

Adduction : 100% ;

Distribution : 85 % ;

D'où une efficacité globale du réseau de 85 %.

Les autres paramètres de planification adoptés pour l'évaluation des besoins en eau sont :

Population de base :

population enquêtée en 2011.



Coefficient de pointe journalière :

La consommation d'eau est variable en fonction du mois (la consommation est maximale en Juillet et Août), du jour de la semaine (elle est généralement maximale le Lundi) et de L'heure de la journée (elle est généralement maximale vers 12 heure du matin).

Les ouvrages de prise d'adduction d'eau (stations de pompage, conduites, etc.) doivent être dimensionnés pour pouvoir fournir la demande journalière maximale (la journée de pointe ou la pointe journalière), de l'année du projet. On définit alors :

$$\text{coefficient de pointe journalière} = \frac{\text{consommation journalière maximale}}{\text{consommation journalière moyenne}} \quad (2)$$

La valeur de ce coefficient est en principe déterminée à partir des statistiques sur la variation journalière de la consommation sur les 365 jours de l'année. Généralement, cette valeur de varie de 1,3 à 1,6, selon le climat et les activités estivales de l'agglomération.

Dans notre cas : le coefficient de pointe journalière=1,5

Coefficient de pointe horaire :

Les ouvrages de distribution d'eau (réseau, réservoirs) doivent être dimensionnés pour fournir la demande horaire maximale (l'heure de pointe ou la pointe horaire), de la journée de pointe, de l'année du projet. On définit alors :

$$\text{coefficient de pointe horaire} = \frac{\text{consommation horaire maximale}}{\text{consommation horaire moyenne}} \quad (3)$$

De même, la valeur du coefficient est déterminée à partir des statistiques sur la variation horaire de la consommation. Sa valeur varie de 1,5 à 3,5, selon l'importance de l'agglomération.

Dans notre cas : le coefficient de pointe horaire=2,5

3. Critères et contraintes de dimensionnement des ouvrages

3.1 Réservoir de stockage

Les réservoirs d'eau sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter, convenablement, une agglomération en eau potable.

En principe, les réservoirs se différencient d'après leur position par rapport au sol, le principal critère de choix de l'emplacement du réservoir est évidemment l'altitude, étant donné que l'objectif principal est de limiter les tronçons de refoulement et de garantir une pression minimale suffisante



au moment des pointes. La capacité du réservoir sera prise égale au besoin moyen journalier à l'horizon du projet (m³/jour) sur la base d'une dotation 30 l/hab/j.

La forme des réservoirs est généralement circulaire, et est rarement carrée ou rectangulaire. En ce qui concerne le château d'eau, la forme de la cuve est aussi généralement circulaire, son aspect extérieur doit s'adapter au paysage et demande une architecture appropriée au site pour ne pas détruire l'environnement.

Pour des raisons économiques, les réservoirs sont construits en béton armé jusqu'à un volume de 2500 m³ et en béton précontraint jusqu'à 20 000 m³. Pour des faibles volumes, et rarement, ils peuvent être métalliques.

Quelques équipements sont aussi à prévoir dans les réservoirs: une fenêtre d'aération (entrée et sortie de l'air lors du remplissage et de la vidange), un accès pour le nettoyage de la cuve, une chambre de vannes, un trop-plein (évacuation de l'excédent d'eau), une galerie de vidange (au fond), une fermeture par flotteur de l'alimentation, un enregistreur du niveau d'eau dans le réservoir et un by-pass entre adduction et distribution (utile en cas d'indisponibilité du réservoir: nettoyage, entretien, réparation,...).

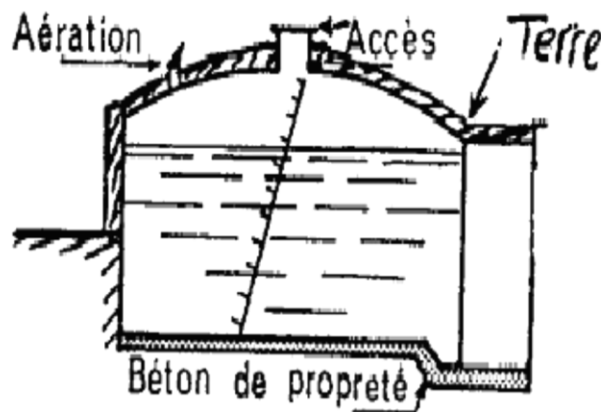


FIGURE 4 : Schéma d'un réservoir semi-enterré

- Dimensionnement du réservoir :

$$V(m^3) = \frac{Pop(horizon) * Dotation(l / hab / j)}{1000}$$

(4)

Le réservoir est placé à une cote (TN=1070 ,31 NGM) qui domine hydrauliquement toute la localité, et aura une capacité de 40 m³.



3.2 Réseau de distribution

Les réseaux de distribution d'eau ont pour objectif de ramener l'eau, à partir du ou de réservoirs, jusqu'aux consommateurs (ou abonnés) : fournir le débit maximal avec une pression au sol (ou charge) minimale compatible avec la hauteur des immeubles.

3.2.1 Structure du réseau:

L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locaux, à l'intérieur de la zone alimentée. Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont: les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs,...). Les conduites de distribution doivent suivre les rues et sont posées en terre, généralement, sous le trottoir.

Selon les liaisons entre les différents tronçons de distribution, on distingue généralement deux types de réseaux: réseaux ramifiés et réseaux maillés.

- **Réseau ramifié:**

La caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule, dans toute la canalisation, dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires, vers les conduites tertiaires,..). De ce fait, chaque point du réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté.

Ce type de réseaux présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale, tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau).

- **Réseau maillé :**

Le réseau maillé dérive du réseau ramifié par connexion des extrémités des conduites (généralement jusqu'au niveau des conduites tertiaires), permettant une alimentation de retour. Ainsi, chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs côtés. Les petites rues sont toujours alimentées par des ramifications.

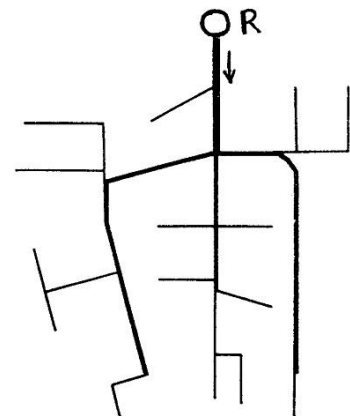


Figure 5 : réseau ramifié

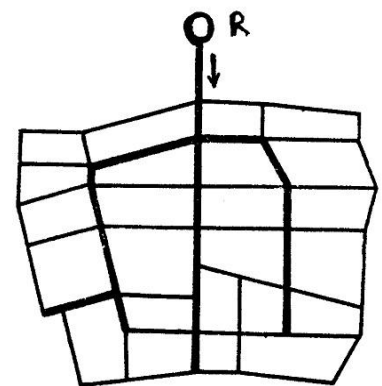


Figure 6 : réseau maillé



Ce type de réseaux présente les avantages suivants: plus de sécurité dans l'alimentation (en cas de rupture d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites) et une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau. Il est, par contre, plus coûteux et plus difficile à calculer.

Eventuellement, on peut utiliser d'autres types de réseaux:

- **réseau mixte**, qui est un réseau maillé comportant, en cas de besoin, quelques ramifications permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville (zones industrielles ou zones rurales).
- **réseaux étagés**, dans le cas où la topographie est très tourmentée.
- **réseaux à alimentations distinctes** : réseau d'eau potable et réseau d'eau non potable (exemple: la ville de Paris).

En général, on utilise **un réseau maillé** pour alimenter une zone urbaine et **un réseau ramifié** pour alimenter une zone rurale. En irrigation, on n'utilise que les **réseaux ramifiés**.

3.2.2 Hypothèses de calcul:

a. Nature des conduites

Le choix de la nature des conduites d'adduction est porté sur le polyéthylène haute densité PEhd pour les diamètres inférieurs ou égaux à DE140 mm. Le choix de la pression nominale PN, est fonction de la pression maximale de service (PMS), la pression nominale minimale est de PN10. Le diamètre minimum recommandé est de DE63. Le DE50 peut être envisagé en cas de faible débit ou de pression importante qu'il peut réduire.

Le (PEhd) est recommandé pour des raisons d'ordre économique (prix faible pour les petits diamètres) et pour les considérations techniques et sanitaires suivantes :

- Facilité et rapidité de pose,
- Absence de butées,
- Adaptation rapide aux changements de direction,
- Facilité de raccordement et faible nombre de raccords,
- Coup de bélier faible vu le module d'élasticité faible du PEhd,
- La nature des canalisations est sans impacte sur la qualité de l'eau distribuée.

Les conduites seront donc choisies en polyéthylène haute densité. Les pièces spéciales de raccordement et appareillages seront choisis en fonte, acier galvanisé ou en polyéthylène.

La rugosité équivalente des conduites en PEhd du réseau de distribution est prise égale à 0,4 mm, pour tenir compte des pertes de charge singulières.



b. Débit de dimensionnement

Une estimation, aussi précise que possible, doit être faite des besoins en eau de l'agglomération à alimenter, on calcule aussi le débit pendant l'heure de pointe. Les conduites de distribution devront pouvoir transiter les plus forts débits.

Le calcul hydraulique Pour l'horizon considéré, le réseau sera calculé en tenant compte des débits de distribution de pointe journalière et horaire quand ils dépassent 0,5 l/s, dans le cas contraire on prend :

0,25 l/s, correspondant à un robinet ouvert, pour tout douar de taille réduite (moins de 10 ménages)

0,50 l/s, correspondant à 2 robinets ouverts, pour les douars de taille plus importante

Pour les écoles, on considère une consommation de 0,25 l/s.

c. Pertes de charge

- **Pertes de charge linéaires :**

Les formules adoptées pour l'évaluation des pertes de charge linéaires le long des conduites du réseau de distribution sont celles de Darcy-Weisbach et Cole brook :

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

(5)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.71D} + \frac{2.5}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right)$$

(6)

$$\text{Re} = \frac{V.D}{\eta}$$

(7)

j : gradient des pertes de charge linéaires (m/m)

D : diamètre intérieur de la conduite (m)

V : vitesse de l'écoulement (m/s)

λ : Coefficient de perte de charge

Re : nombre de Reynolds

η : viscosité cinématique de l'eau (m²/s)

k : la rugosité de la conduite

- **pertes de charge singulières :**

Les singularités rencontrées sur les canalisations sont généralement des changements de la section de la conduite (élargissements, rétrécissements, diaphragmes, ...) ou des changements



de la direction de l'écoulement (coudes, dérivations, robinets, vannes,...). Ces singularités se comportent comme des " ouvrages courts " et provoquent des pertes de charges locales.

La perte de chargé locale (notée ΔH) provoquée par ces singularités peut généralement se mettre sous la forme :

$$\Delta H = K \frac{U^2}{2g} \quad (8)$$

K : un coefficient qui dépend de la forme et des dimensions de la singularité.

La simulation des réseaux de distribution est effectuée en optant dans la limite du possible pour une valeur maximale du gradient j de 10 m/km. Néanmoins, des valeurs élevées peuvent être acceptées dans des cas exceptionnels surtout pour réduire la pression au niveau des points de distribution.

d. Vitesses

Le dimensionnement du réseau sera fait de manière à satisfaire les conditions de vitesse suivantes :

- Vitesse maximale de 1m/s pour remédier aux problèmes de coup de bélier importants au niveau des antennes du réseau et pour protéger les conduites contre la corrosion en cas de matériaux non plastique.
- Vitesse minimale de 0,3 m/s pour éviter la formation de dépôt dans les conduites.

e. Pression au sol

- Pression minimale : Le réseau de distribution doit assurer dans les conditions les plus défavorables, aux points de distribution, des pressions au sol minimales de 10 m. Dans le cas des habitations à étage, à cette pression sera ajoutée 3 m par étage.
- Pression maximale : Pour éviter le gaspillage d'eau et des problèmes d'exploitation au niveau des joints et pour le bon fonctionnement des équipements hydrauliques du réseau de distribution (compteurs...) la pression maximale de service au point de distribution est limitée à 6 bars.

3.3 Ouvrages de production

3.3.1 Conduite de refoulement

La nature de la conduite de refoulement sera la même que celles de distribution. A savoir le Pehd.

La rugosité est prise égale à 0,4 mm pour évaluer les pertes de charge linéaires et tenir compte des pertes de charge singulières.



$$De = 1.5\sqrt{Q_r}$$

Le calcul du diamètre économique de refoulement est effectué par la formule de BRESSE.

(9)

Q_r : débit de refoulement en m³/s

De : diamètre intérieur en m

3.3.2 *Fonctionnement du groupe de pompage*

Les équipements de pompage et la conduite de refoulement seront dimensionnés pour un régime de fonctionnement de 8h/24h, en moyenne, au moins pour un débit de 1,50 l/s, afin d'assurer un rendement raisonnable du groupe de pompage et par la suite une économie d'énergie au cours de son exploitation.

Le régime de fonctionnement de 8h/24h peut varier en cas d'une ressource faible ou d'une alimentation en électricité à partir du réseau ONE.

3.3.3 *Puissance du groupe de pompage*

La puissance absorbée d'un groupe de pompage est donnée par la formule suivante :

$$Pa = Q \text{ HMT} / 102\eta_g$$

(10)

Avec :

Pa : Puissance absorbée en KW

Q : Débit refoulé en l/s

HMT: Hauteur manométrique totale en m

η_g : Rendement global du groupe de pompage.

3.3.4 *Source d'énergie*

La source d'énergie prioritaire est celle qui provient du réseau national d'électricité (ONE). Quand cette forme d'énergie fait défaut, on fait appel au groupe électrogène.

3.3.5 *Equipement du réseau de distribution et des conduites de refoulement*

Pour permettre une exploitation adéquate du réseau de desserte, il est nécessaire de prévoir un certain nombre d'organes de manœuvres et de sécurité qui comprennent :



vidanges pour l'équipement des points bas,
ventouses pour l'équipement des points hauts,
vannes de sectionnement pour faciliter l'exploitation du réseau.

3.3.6 Equipement des points bas

Les vidanges sont dimensionnées afin de permettre, la vidange du tronçon correspondant en un temps acceptable. Le débit vidangé peut être évalué par la formule des orifices :

$$q_1 \text{ (m}^3\text{/s)} = \mu \times s \times \sqrt{2 \times g \times h_{\text{moy}}}$$

(11)

Avec :

q = débit de la vidange (m³/s)

μ = coefficient de débit (= 0,7)

h_{moy} = charge moyenne de l'eau dans le tronçon contrôlé par la vidange(m).

s = section de la vidange ($\frac{d^2}{4} * \pi$) (m²)

(12)

Pour une longueur du tronçon (L) en mètres et pour un diamètre (D) de la conduite en m, le volume d'eau en m³ à évacuer est de :

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{\pi \times D^2 \times L}{4}$$

(13)

Le temps de vidange en secondes est donné par:

$$T \text{ (en seconde)} = \frac{V}{q} = \frac{D^2 \times L}{\mu \times d^2 \times \sqrt{2 \times g \times h_{\text{moy}}}}$$

(14)

De même les vidanges doivent permettre l'évacuation de l'eau lors du curage du réseau. On supposera alors que la vitesse dans la conduite atteindra 2,5 m/s; soit un débit de

$$q_2 \text{ (m}^3\text{/s)} = 2,5 \times (\pi \times D^2 / 4)$$

(15)



Compte tenu de la faiblesse des diamètres de l'adduction et des longueurs des tronçons à vidanger, on préconise de retenir des vidanges de diamètre de 63 mm sur les conduites de diamètres inférieurs à 90 mm et des vidanges de diamètre de 75 mm sur les conduites de diamètres supérieurs à 90 mm. Selon le calage des conduites **31** vidanges sont prévues au niveau de l'adduction et du réseau de desserte. Leurs emplacements sont indiqués sur les profils en long des conduites.

3.3.7 Equipements des points hauts

Les ventouses prévues seront du type automatique à 3 fonctions ayant un diamètre de 40mm et permettant de limiter la dépression à 3 mètres en cas de rupture ou de vidange de la conduite. Ce type de ventouse assure :

- un dégazage pour évacuation de l'air à faible débit.
- l'évacuation de l'air lors du remplissage de la conduite.

la rentrée de l'air lors des vidanges ou des ruptures accidentelles.

Selon le calage des conduites, on prévoit **27** ventouses au niveau du réseau de desserte.

L'emplacement de ces ventouses est présenté dans les profils en long des conduites. La conception des chambres de ventouse est présentée dans les pièces dessinées.

III. Simulation du réseau hydraulique

Elle fait partie des étapes les plus importantes de la conception du réseau. C'est à ce niveau que l'on peut apprécier son comportement dans le temps. EPANET est le logiciel utilisé.

1. Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau, d'un point de vue hydraulique mais également d'un point de vue qualité de l'eau. Il est distribué gratuitement depuis le mois de septembre 1993. Depuis il est largement utilisé dans le monde.

2. Paramètres d'entrée du réseau

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs reliés à des nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches.



2.1 Les nœuds de demande

Les nœuds de demande sont des points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent également ne pas avoir de débit. Les données d'entrée minimales exigées pour les nœuds de demande sont :

- L'altitude du nœud
- La demande en eau (qui peut varier dans le temps)

Les résultats calculés aux nœuds de demande, à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont:

- La charge hydraulique (ou hauteur piézométrique)
- La pression au niveau du nœud

2.2 Les réservoirs

Les réservoirs sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base sont:

- L'altitude du radier
- Le diamètre
- Les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau

Les principaux éléments calculés dans la simulation sont:

- La charge hydraulique (altitude de l'eau)
- La pression (niveau de l'eau)
- Courbe d'évolution du niveau de l'eau.

Le niveau d'eau dans les réservoirs doit rester entre les niveaux minimal et maximal.

EPANET arrête la sortie d'eau si le réservoir est à niveau minimal et arrête l'arrivée s'il est à son niveau maximal.

2.3 Les bâches infinies

Ce sont des nœuds représentant une source externe de capacité infinie. Elles sont utilisées pour modéliser des éléments tels que les lacs, les couches aquifères souterraines ou les arrivées de réseaux extérieurs.



Les données de base pour une bête sont la charge totale et la qualité initiale de l'eau. Puisqu'une bête est un élément de frontière d'un réseau ses données de base ne sont pas affectées par la simulation. Par conséquent aucune propriété n'est calculée au cours de celle-ci.

2.4 Les conduites

Les conduites sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à un autre. EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant. L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée à celle qui a la charge la plus faible.

Les données de base pour les conduites sont:

- Les nœuds initial et final
- Le diamètre
- La longueur
- Le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge)
- L'état (ouvert, fermé ou avec un clapet anti-retour)

Les principales valeurs calculées dans la simulation sont:

- Le débit
- La vitesse d'écoulement
- La perte de charge

2.5 Les vannes

Les vannes sont des arcs qui limitent la pression ou le débit en un point précis du réseau.

Leurs principaux paramètres d'entrée sont:

- Les nœuds d'entrée et de sortie
- Le diamètre
- La consigne de fonctionnement
- L'état de la vanne
- Coefficient de perte de charge singulière.

Les éléments calculés en sortie de simulation sont:

- Le débit
- La perte de charge hydraulique



3. Schéma planimétrique du réseau :

- La situation du SAEP et sa planimétrie :

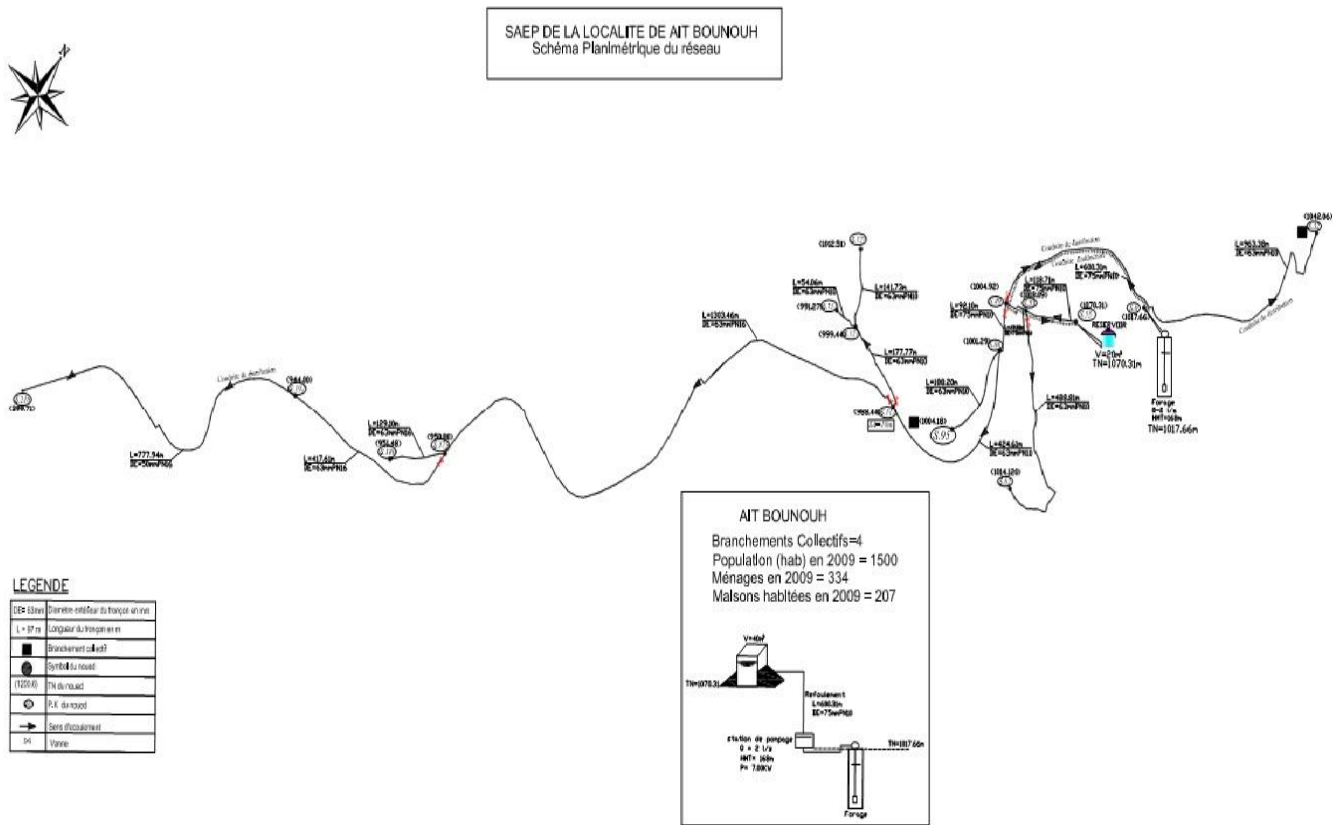


Figure 7 : SAEP de la localité de ait Bounouh

Le système d'AEP est dimensionné pour satisfaire les besoins en eau de la localité à l'horizon 2021. L'alimentation en eau potable de la localité ait Bounouh sera assurée par un système se desserte par branchement individuel. Ce système sera alimenté à partir d'un forage qui sera équipé d'une pompe qui refoulera l'eau vers un réservoir semi-enterré de 40 m³ de capacité .la conduite de refoulement sera en PEHD PN 10 de diamètre DE75 avec un linéaire total de 600 m.la distribution d'eau sera assurée par un réseau ramifié, en PEHD PN10 de 5594 m de linéaire total et de diamètre variant entre DE50 et 75 mm.

4. Plan de la situation :

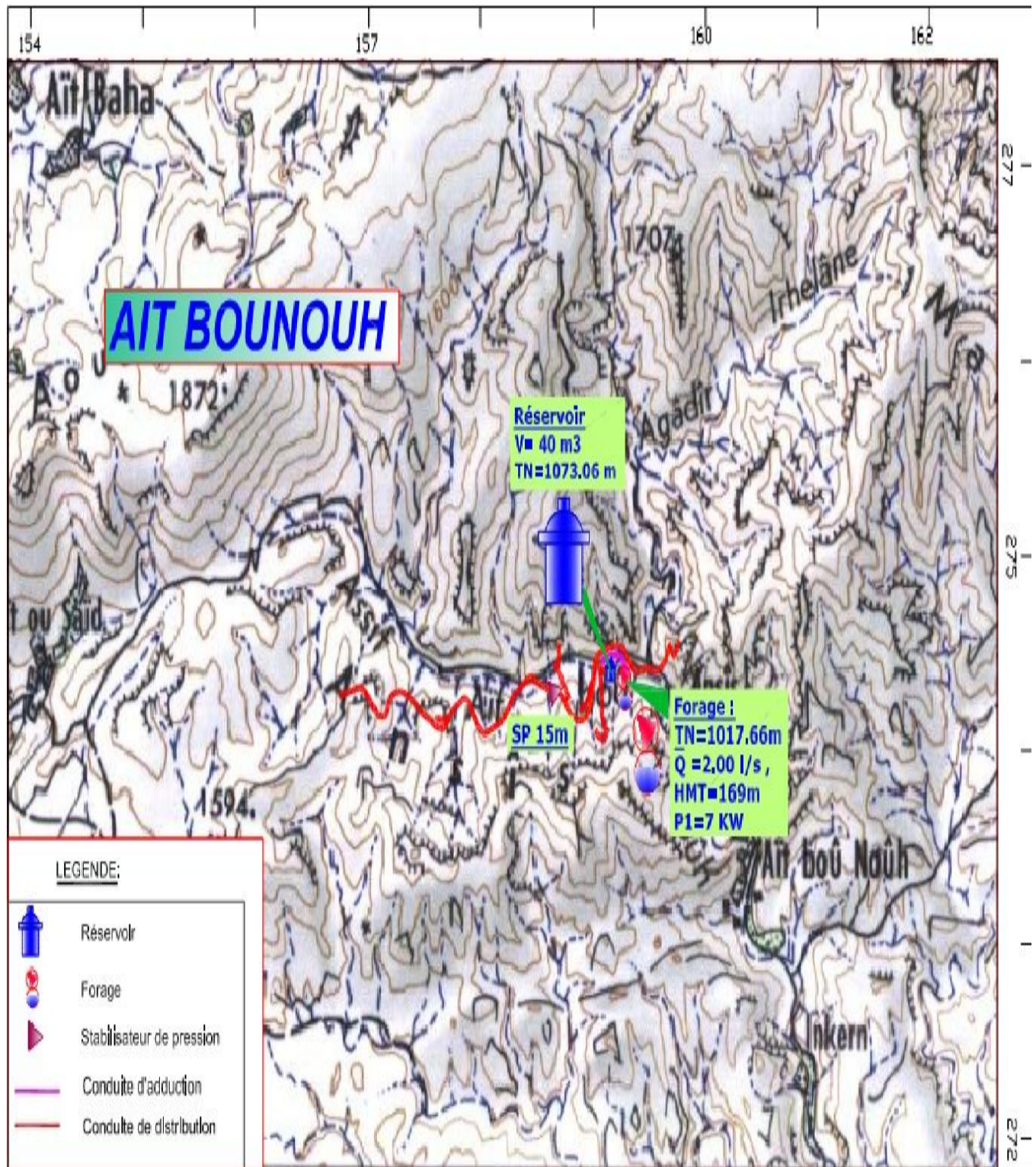


Figure 8 : plan de la situation



5. Analyse des résultats

RESEAU DE DISTRIBUTION DE LA LOCALITE DE AIT BOUNOUH

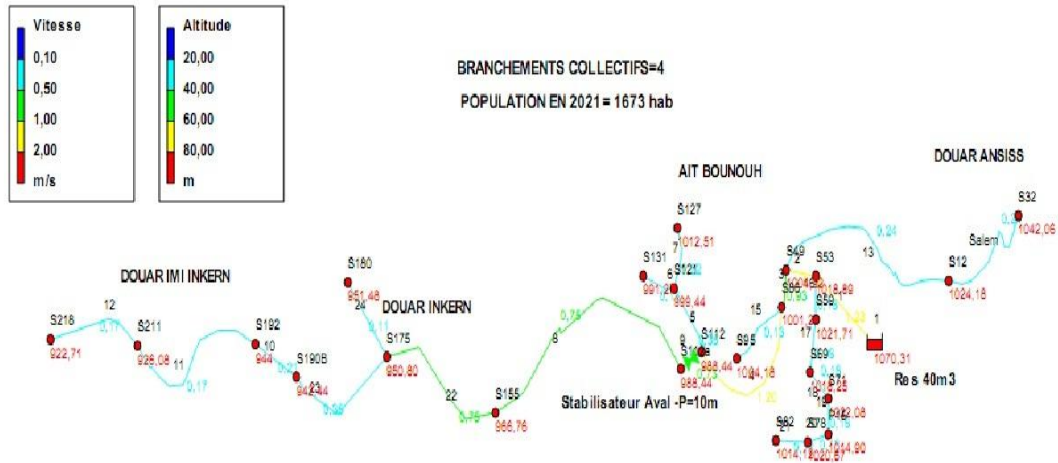


Figure 9 : évaluation de la vitesse d'écoulement d'eau .

RESEAU DE DISTRIBUTION DE LA LOCALITE DE AIT BOUNOUH

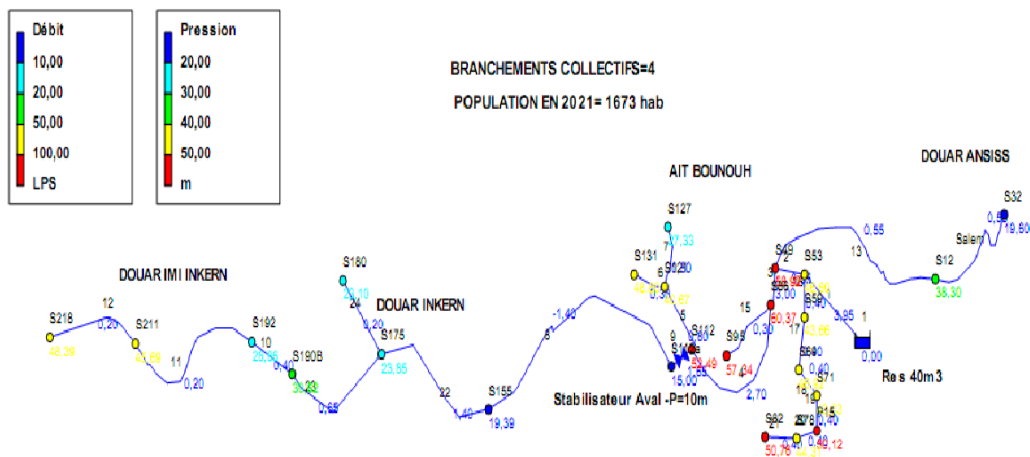


Figure 10 : évaluation du débit et de la pression au niveau des nœuds



La simulation a été faite par itération en jouant sur les diamètres des conduites pour avoir une bonne pression au niveau de chaque nœud et des vitesses acceptables dans les canalisations.

L'objectif de base est d'avoir au moins une pression résiduelle de 6 bars au niveau de chaque nœud de demande, et d'avoir une vitesse d'écoulement de 0,3m/s à 1m/s au niveau des conduites.



CONCLUSION



Cette présente étude traite essentiellement une discipline de l'hydraulique urbaine à savoir l'alimentation en eau potable.

L'alimentation en eau potable revêt une importance toute particulière eue égard à la place prépondérante qu'elle occupe dans ce projet. Son étude obéit à une démarche consistant à la recherche, à l'analyse et à l'exploitation des données; à la détermination des paramètres de calcul et à l'utilisation du logiciel EPANET pour la modélisation du réseau. Les résultats obtenus ont dans leur grande majorité donné des satisfactions par rapport aux exigences de fonctionnalité notamment vis-à-vis des pressions aux nœuds.

La planification d'un réseau d'alimentation en eau potable repose sur une analyse concise et très détaillée de la demande totale de la localité. En effet, cette analyse permet un choix optimal de toutes les composantes du réseau et un bon dimensionnement des ouvrages.

Pour ce qui est du travail effectué, l'analyse globale de la demande en eau a permis de savoir qu'un volume journalier de 40 m³ serait nécessaire pour une alimentation correcte de la localité.

La disponibilité de ce volume sera assurée par un forage, ce dernier alimenté par une station de pompage à partir d'un réservoir semi-enterré d'une capacité de 40 m³ pourront assurer l'approvisionnement adéquat de la localité.

Il est à noter que le réservoir sera alimenté directement par refoulement à partir de la conduite d'alimentation du forage, ce qui élimine le risque de pénurie d'eau dans celui-ci.

En définitif, ce Projet de Fin d'Etudes nous a été d'un intérêt certain. Il a permis l'approfondissement de nos connaissances en adduction d'eau .

Il nous a aussi permis de maîtriser le logiciel EPANET qui nous sera utile dans notre vie professionnelle. En un mot, nos attentes sur ce projet ont été largement atteintes.



ANNEXES



ANNEXE 1

fiche besoins en eau



FICHE BESOINS EN EAU

PROVINCE : TIZNIT
CERCLE : TAFRAOUT
COMMUNE : AFELLA IGHIR
LOCALITE : AÏT BOUNOUH

Coefficient de pointe journalière	:	1,5
Coefficient de pointe horaire	:	2,5

DESIGNATION	ANNEES	PREVISIONS				
		DONNEES	2010	2011	2016	2021
		2009				
Population (hab)		1 427	1 441	1 456	1 530	1 608
Ménages		318	321	324	341	358
Maisons habitées		197	199	201	211	222
Maisons totales		220	222	224	236	248
Taux d'accroissement (%)		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DOTATION (l/hab/j)						
Dotation population		30	30	30	30	30
CONSOMMATIONS (m3/j)						
Consommation population		42,81	43,24	43,67	45,90	48,24
Total		42,81	43,24	43,67	45,90	48,24
RENDEMENT (%)						
Rendement réseau		85	85	85	85	85
Rendement adduction		100	100	100	100	100
Rendement global		85	85	85	85	85
A LA DISTRIBUTION (l/s)						
Besoins moyens		0,58	0,59	0,59	0,62	0,66
Besoins de pointe journalière		0,87	0,88	0,89	0,94	0,99
Besoins de pointe horaire		2,19	2,21	2,23	2,34	2,46
A LA PRODUCTION (m3/j)						
Besoins moyens		50,36	50,87	51,38	54,00	56,75
Besoins de pointe journalière		75,55	76,30	77,07	81,00	85,13
Besoins de pointe horaire		188,87	190,76	192,66	202,49	212,82

$$\text{consommation moyenne} = \frac{\text{Dotation de la population} * \text{la population}}{1000}$$

$$\text{rendement global} = \frac{\text{rendement du réseau} * \text{rendement d'adduction}}{100}$$



$$\text{besoin moyen à la distribution (l / s)} = \frac{\text{consommation de la population} * 100}{\text{rendement du réseau} * 86,4}$$

$$\text{besoin moyen à la production (m}^3 \text{ / j)} = \frac{\text{besoin moyen à la distribution} * 100 * 86,4}{\text{rendement d'adduction}}$$

$$\text{besoin de pointe journalière} = \text{coefficient de pointe journalier} * \text{besoin moyen}$$

$$\text{besoin de pointe horaire} = \text{coefficient de pointe horaire} * \text{besoin de pointe journalière}$$



ANNEXE 2

résultats des calculs hydrauliques



RESEAU DE DISTRIBUTION DE LA LOCALITE DE AIT BOUNOUH

