

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude d'aménagement des sources et rénovation du réseau d'AEP
cote nord commune de Chr a (w. Blida).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0031-12

APA Citation (توثيق APA):

Ladjali, Ali (2012). Etude d'aménagement des sources et rénovation du réseau
d'AEP cote nord commune de Chr a (w. Blida)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE-ARBAOUI ABDELLAH-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : Conception des systèmes d'Alimentation en Eau Potable

THEME :

**ETUDE D'AMENAGEMENT DES SOURCES ET
RENOVATION DU RESEAU D'AEP COTE NORD
COMMUNE DE CHREA (W. BLIDA)**

Présenté par :

M^r : LADJALI ALI

DEVENT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r B.SALAH	M C.A	Président
M^r M.S BENHAFID	M A.A	Examineur
M^{me} W.MOKRANE	M A.A	Examinatrice
M^r A.HACHEMI	M A.A	Examineur
M^r M.BOUZIANE	M A.B	Examineur
M^r A.BENAOUADJ	MAGISTER	Promoteur

Juillet- 2012

Dédicace

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

A ma très chère mère et mon père

A ma grande mère et mon grand père que Dieu les protège

A mon frère « ELAICH » le meilleur frère du monde

A Tous mes frères et sœurs

A mes tantes

A mes cousins et cousines

Tous mes amis de l'école Hamidi, Samir et Slimane

Tous mes amis de près ou de loin Elcheikh, Khmeies, Aissa, Faresse, Bilel,

Tayeb, Saad, Noureddine, Djaafar, Ahmed, Moradje ...

A tout les étudiants de l'ENSH

A notre Algérie

ALI

Juillet-2012

REMERCIEMENT

Je remercie dieu de m'avoir prêté vie, santé et volonté pour achever ce travail.

Je tien a exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à :

Mon promoteur Mr BENAOUADJ.A, pour ses conseils et orientations précieuses.

Aux membres de jury, qui ont bien voulu évaluer ce travail.

Aux enseignants de l'ENSH, qui ont contribue a ma formation de près ou de loin.

A tous mes amis de l'ENSH.

ملخص :

في اغلب الحالات تكون المصادر المائية الصالحة للشرب بعيدة عن السكان و من اجل هذا السبب يتوجب علينا أن نخطط لوضع قنوات لجر هذه المياه إلى الخزانات.
الغرض من هذا العمل هو دراسة نظام جمع المياه الصالحة للشرب من المصادر الطبيعية للساحل الشمالي لبلدية الشريعة, بعدما قمنا بدراسة المنطقة وتشخيص هذا النظام وطريقة توصيل قنوات المياه الصالحة للشرب.
أيضا بعد الدراسة التقنية والاقتصادية قمنا باقتراح بدائل مختلفة هذه البدائل تدخل ضمن تخطيط لوضع قنوات نقل المياه والمواد الداخلة في تصنيعها, هذه الدراسة أثبتت نجاعة بديلين من ناحية تقنية وأعطت نتائج مختلفة من ناحية اقتصادية. هذا ما سمح لنا باختيار البدائل المناسبة.
في الأخير قمنا بإجراء تصميم لمختلف الهياكل المقترحة ضمن هذه الدراسة.

Résumé :

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

Le but de ce travail est de faire une étude du système de captage des sources naturelles et d'alimentation en eau potable de la commune de chréa coté nord. Apres avoir présente notre région d'étude, nous avons fait un diagnostic du système permettant le captage des sources et leurs adductions.

Aussi, une étude technico-économique des différentes variantes proposées dans le cadre de cette étude a été faite. Ces variantes différent dans le tracé des adductions et le matériau des conduites. Cette étude technico-économique a montré que les deux variantes sont bonnes de point de vue technique et que la différence résulte dans le volet économique. Cela a permis de faire le choix de la meilleure variante.

Enfin, un dimensionnement des différents ouvrages projetés dans le cadre de cette étude a été fait.

Abstract :

In most cases the drinking water resources are located far from population centers and for this reason we are compelled to project to bring piped water for consumers.

The aim of this work is to study a collection system and natural sources of drinking water supply of the town of Chrea north side. After having presented our study area, we made a diagnosis system for the capture of sources and supply systems.

Also, a technical-economic study of the different alternatives proposed in the context of this study was done. These variants differ in the layout of the material supply systems and pipelines. This techno-economic study showed that both variants are of good technical point of view and that the difference results in the economic component. This helped to choose the best variant.

Finally, a design of various proposed structures as part of this study was done.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction	3
I. GENERALITES	3
I.1. La notion "source".....	3
I.2. Valeur des sources.....	3
I.3. Origine.....	4
I.4. Quelques définitions.....	4
II. TYPES DE SOURCES SOUTERRAINES	5
II.1. Source de dépression à écoulement par gravité.....	5
II.2. Source d'émergence à écoulement par gravité.....	5
II.3. Source artésienne d'émergence ou de fissure.....	6
II.4. Les résurgences.....	6
III. QUALITE D'EAU POTABLE	7
III.1. Les principaux paramètres de potabilité.....	7
III.2. Caractéristiques générales.....	8
III.3. Normes de qualité.....	8
III.3.1. Définition d'une norme.....	8
III.3.2. Définition de la réglementation.....	9
IV. CAPTAGE DE SOURCES	11
IV.1. Chambres d'eau.....	12
IV.2. Captages de sources en tranchée.....	14
IV.3. Captages de sources en galerie.....	15
Conclusion	16

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction	17
I. PRESENTATION GENERALE DE LA COMMUNE DE CHREA	17
I.1. Situation géographique.....	17
I.2. Situation topographique.....	17
I.3. Situation géologique et hydrogéologique.....	19
I.3.1. Situation géologique.....	19
I.3.2. Situation hydrogéologique.....	19
I.4. Situation climatologique.....	21
I.4.1. Pluviométrie.....	21
I.4.2. Température.....	21
I.4.3. Enneigement, gelée et siroco.....	21
I.5. Sismicité.....	21
I.6. Situation hydraulique.....	22
I.6.1. Ressource en eau.....	22
I.6.2. Qualité des eaux.....	23
I.6.3. Les captages.....	24
a) Source Oued Bourebou.....	24
b) Source Oued blat_1.....	25
c) Source Oued blat_2.....	26

d) Source Oued blat_3.....	27
e) Source Oued blat_4.....	28
I.6.4. Les ouvrages hydrauliques :	29
a) Bassin n°1.....	29
b) Bassin n°2 de Ain el Houta	29
c) Réservoir 250m ³ de Beni Ali	30
Conclusion	31

CHAPITRE III : DONNES DE BASE ET DIAGNOSTIQUE DU SYSTEME DE CAPTAGE EXISTANT

Introduction	32
I. DESCRIPTION DES ADDUCTIONS EXISTANT	32
II. ANALYSE DE L'ETAT DE PERFORMANCE HYDRAULIQUE	35
II.1. Hypothèse de calcul.....	35
II.3. Interprétation des résultats de simulation	38
Conclusion	41

CHAPITRE IV : DESCRIPTION DES VARIANTES PROPOSEES ET CALCUL HYDRAULIQUE

Introduction	42
I. DESCRIPTION DU SYSTEME DE CAPTAGE ET D'ADDUCTION PROJETÉ	42
II. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME D'ADDUCTIONS	45
II.1. Point de vue technique.....	45
II.1.1. Hypothèse de calcul.....	46
II.1.2. Résultat de calcul.....	47
II.1.2.1. Variante n°1(Fonte ductile).....	47
II.1.2.2. Variante n°2 (Acier galvanisé).....	49
II.1.3. Conclusion sur résultats de calcul.....	51
II.2. Point de vue économique	54
II.2.1. Variante n°1.....	54
II.2.1.1.Adductions.....	54
II.2.1.2.Regards de jonction.....	55
II.2.1.3.Ouvrage de captage.....	56
II.2.2. Variante n°2	58
II.2.2.1.Adduction.....	58
II.2.2.2.Regards de jonction.....	59
II.2.2.3.Ouvrage de captage.....	60
Conclusion	62

CHAPITRE V : OUVRAGES

Introduction	63
I. OUVRAGES EXISTANT	63
I.1. Réservoirs de stockage et de distribution	63
I.1.1. Définition	63
I.1.2. Classification des réservoirs	64

II. OUVRAGES PROJETEES	65
II.1. Les regards de jonction	65
II.2. Chambre d'eau	66
II.2.1. Description.....	66
II.2.2. Dimensionnement.....	67
a) Hypothèses de calcul	67
b) Résultats de calcul chambres d'eau	68
Conclusion	69

CHAPITRE VI : ORGANISATION DE CHANTIER ET DEVIS ESTIMATIF

Introduction	70
I. DIFFERENTS TRAVAUX A ENTREPRENDRE	70
I.1. Travaux concernant l'adduction.. ..	70
a) Terrassement.....	70
b) Canalisations.....	71
c) Pièces spéciales.....	72
I.2. Travaux concernant les regards de jonction	73
I.3. Travaux concernant les chambres de captage.....	74
II. CHOIX DES ENGIN	76
II. 1. La pelle et le chargeur ou la chargeuse.....	76
II.2. Les engins de transport des matériaux.....	77
II.3. Matériels de compactage.....	77
III. PLANIFICATION DES TRAVAUX	78
III.1. Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM).....	79
Conclusion	81
CONCLUSION GENERALE	82
REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUES	84

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Les normes mise en vigueur en Algérie-NA 6360 (Source INPE).....	9
Tableau II.1 : Source d'eau de la zone d'étude.....	22
Tableau II.2 : Résultats d'analyse de la source Oued Yemma Bahria_1.....	23
Tableau III.1 : Caractéristiques géométriques du système de captage des sources.....	36
Tableau III.2 : Coefficient de consommation horaire sur une journée pour une localité de moins de 10000 habitants.....	36
Tableau III.3 : Etat des tronçons (captage vers bassin de collecte).....	39
Tableau III.4 : Evolution de tronçon n° 2 (Bassin n°1 vers bassin Ain el Houta).....	39
Tableau III.5 : Evolution de tronçon n° 9 (Bassin Ain el Houta vers réservoir Beni Ali).....	40
Tableau IV.1 : Résultats de calcul adduction – variante n°1 pour Q = 1fois le débit d'étéage.....	47
Tableau IV.2 : Résultats de calcul adduction – variante n°1 pour Q = 2 fois le débit d'étéage.....	48
Tableau IV.3 : Résultats de calcul adduction – variante n°2 pour Q = 1 fois le débit d'étéage	49
Tableau IV.4 : Résultats de calcul adduction – variante n°2 pour Q = 2 fois le débit d'étéage.....	50
Tableau IV.5 : Terrassement pour l'adduction var n°1.....	54
Tableau IV.6 : Canalisations var n°1.....	54
Tableau IV.7 : Pièces spéciales var n°1.....	55
Tableau IV.8 : Travaux pour les regards de jonction var n°1.....	55
Tableau IV.9 : Travaux pour les chambres d'eau var n°1.....	56
Tableau IV.10 : Cout estimatif de projet var n°1.....	58
Tableau IV.11 : Terrassement pour l'adduction var n°2.....	58
Tableau IV.12 : Canalisations var n°2.....	58
Tableau IV.13 : Pièces spéciales var n°2.....	59
Tableau IV.14 : Travaux pour les regards de jonction var n°2.....	59
Tableau IV.15 : Travaux pour les chambres d'eau var n°2.....	60
Tableau IV.16 : Cout estimatif de projet var n°2.....	62
Tableau V.1 : Résultats de calcul seuil déversant n°1.....	68
Tableau V.2 : Résultats de calcul seuil déversant n°2.....	68
Tableau V.3 : Résultats de calcul seuil déversant n°3.....	68
Tableau V.4 : Résultats de calcul ajustage de décharge.	69

Tableau VI.1 : Calcul du volume et coût de terrassement des conduites d'adduction.....	70
Tableau VI.2 : Estimation de travaux concernant la canalisation.....	71
Tableau VI.3 : Fourniture en pièces spéciales.....	72
Tableau VI.4 : Réalisation des regards de jonction.....	73
Tableau VI.5 : Réalisation des chambres d'eau.....	74
Tableau VI.6 : Cout totale du projet.....	76
Tableau VI.7 : La liste de tâches.....	78
Tableau VI.8 : Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération.....	79
Tableau VI.9 : Diagramme de GANT.....	80

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Type d'aquifères et des nappes.....	4
Figure I.2 : Source de dépression.....	5
Figure I.3 : Source d'émergence.....	5
Figure I.4 : Source artésienne.....	6
Figure I.5 : Résurgence.....	6
Figure I.6 : Chambre de captage.....	12
Figure I.7 : Galerie d'infiltration.....	15
Figure II.1 : plan de situation.....	18
Figure II.2 : Carte hydrogéologique du parc national de Chrea (source ANRH).....	20
Figure II.3 : Bâche de captage source Oued Bourebou.....	24
Figure II.4 : Bâche de captage source Oued Blat_1.....	25
Figure II.5 : Bâche de captage source Oued Blat_2.....	26
Figure II.6 : Bâche de captage source Oued Blat_3.....	27
Figure II.7 : Bâche de captage source Oued Blat_4.....	28
Figure II.8 : Bassin de collecte n°1.....	29
Figure II.9 : Bassin de collecte de Ain el Houta.....	30
Figure II.10 : Réservoir 250m ³ de Beni Ali.....	30
Figure III.1 : Conduites détériorés.....	33
Figure III-2 : Schéma synoptique du système de captage des sources existantes	34
Figure III.3 : Représentation du système de captage des sources sur EPANET.....	37
Figure IV.1 : Schéma synoptique du système de captage des sources – variante n°1 (Fonte ductile).....	43
Figure IV.2 : Schéma synoptique du système de captage des sources – variante n°2 (Acier galvanisé).....	44
Figure IV.3 : Schéma synoptique du système de captage des sources projeté (Variante n°1) (Fonte ductile).....	52
Figure IV.4 : Schéma synoptique du système de captage des sources projeté (Variante n°2) (Acier galvanisé).....	53
Figure V.1 : Réservoir surélevé.....	65
Figure V.2 : réservoir semi-enterré circulaire.....	65
Figure VI.1 : La pelle hydraulique et le chargeur.	76
Figure VI.2 : Les engins de transport.	77
Figure VI.3 : Compacteur à main.....	77
Figure VI.4 : Travaux dans un terrain montagneux.....	78
Figure VI.5 : Réseaux à nœuds (méthode CPM).	79

LISTE DES PLANCHES

Planche N° 1 : Plans des adductions projetées-variante retenue.

Planche N° 2 : Profils en long des adductions projetées.

Planche N° 3 : Profils en long des adductions projetées.

Planche N° 4 : Profils en long des adductions projetées.

Planche N° 5 : Profils en long des adductions projetées.

Planche N° 6 : Schéma synoptique de système de captage des sources-variante retenue.

Planche N° 7 : Plan guide génie civil (Chambre d'eau pour captage de source).

INTRODUCTION GENERALE

Une source, c'est l'émergence naturelle d'une nappe d'eau souterraine qui apparaît d'une manière localisée ou diffuse à la surface du sol.

Le captage d'une source vise divers objectifs :

- Mettre l'eau émergente à l'abri des agents de pollution externes (travail sur la qualité de l'eau) ;
- Collecter le maximum de l'eau disponible (travail sur la quantité d'eau disponible) ;
- Faciliter aux usagers l'accès à l'eau.

Le captage de source présente de nombreux avantages :

- L'eau (si elle est correctement captée) est directement consommable (potable) ;
- Les sources sont très souvent des points d'eau utilisés traditionnellement ;
- Leur débit est continu et régulier (sources pérennes) ;
- En aval du captage, on peut réaliser divers aménagements afin d'améliorer le point d'eau et valoriser au maximum cette ressource:
 - Adduction gravitaire pour rapprocher l'eau des usagers, (escaliers pour faciliter l'accès à la source si l'adduction n'est pas possible) ;
 - Citerne de rétention en cas de débit insuffisant pour optimiser la quantité d'eau disponible aux heures de pointe ;

Avant de décider de capter une source, il faudra réaliser une étude approfondie du terrain et de la communauté afin de connaître les caractéristiques de la source et de ses alentours (type d'émergence, d'aquifère, débit et pérennité de la source, qualité de l'eau et risques de contamination, topographie...). Il est également nécessaire de connaître les nécessités des habitants et leurs coutumes (recensement, enquêtes, usages de l'eau, discuter avec les anciens qui connaissent la source depuis longtemps...) pour pouvoir concevoir un ouvrage adapté et durable (aménagements souhaitables et adéquats...).

Quel que soit le type de captage de source que l'on envisage, il devra être construit avec le plus grand soin, il constitue en effet " la tête " de l'ouvrage et si il se détériore, l'ensemble des aménagements en aval n'a plus de raison d'être (il existe trop souvent de " magnifiques " adductions qui ne fonctionnent plus car le captage est hors d'usage).

L'objectif de ce travail est de faire une étude du système de captage des sources et d'alimentation en eau potable du côté nord de la commune de Chréa.

Notre étude s'articule sur six chapitres :

Le premier chapitre tente de définir les différents termes ainsi que les différentes notions qui interviennent lors des études de captage des sources. Ce chapitre relate également les différentes techniques utilisées pour le captage des eaux de sources.

Le second chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude sur le plan topographique, climatique, géologique, hydrogéologique et hydraulique.

Le troisième chapitre de ce mémoire concerne le diagnostic du système permettant le captage des sources de Chréa et leurs adductions.

Dans **le quatrième chapitre**, le choix d'une variante du système de captage est considéré. Celle-ci devra d'une part répondre aux exigences techniques, et d'autre part, être la plus économique. Dans cette perspective, une étude technico-économique des différentes variantes est réalisée.

Le cinquième chapitre de ce mémoire est consacré au dimensionnement des différents ouvrages projetés dans le cadre de cette étude.

Le sixième chapitre concerne la définition des travaux à réaliser et l'estimation des coûts.

Et pour conclure, une **conclusion générale** est donnée à la fin de ce travail.

CHAPITRE I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Un soin particulier doit être accordé au choix des sources d'approvisionnement en eau potable. Des considérations de salubrité, de régularité et d'économie interviennent dans ce choix. Il est certain qu'une eau pouvant être consommée sans traitement prend le pas sur une eau contaminée exigeant un traitement quelconque. Egalement, une source d'eau capable de fournir constamment le volume nécessaire à l'approvisionnement est préférable à une source de débit instable (Lanoix et Roy, 1976).

I. GENERALITES

I.1. La notion "source"

La source c'est l'exutoire de la nappe, les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement. Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure.

L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain (Bovin, 2005).

I.2. Valeur des sources

La valeur d'une source est déterminée en premier lieu par :

- son débit d'étiage mesuré durant une période de plusieurs années ;
- la constance de son débit; plus le rapport entre le débit maximum et minimum est petit, meilleure est la qualité de la source ;
- le volume annuel, relevé pendant plusieurs années; la différence de niveau et la distance entre la source et la zone d'alimentation ;
- l'utilisation économique du sol (forêt, agriculture, habitation) dans la zone du bassin d'alimentation jusqu'au captage, ainsi que l'épaisseur et les caractéristiques de la couche supérieure filtrante de ce bassin ;
- les caractéristiques physiques, chimiques, microbiologiques et bactériologiques de l'eau.

I.3. Origine

Selon les conditions géologiques, un sol peut retenir de plus ou moins grandes quantités d'eau. Une fraction de cette eau alimente les sources. Celles-ci peuvent fournir, dans les cas favorables, une eau potable répondant aux exigences de l'hygiène.

Les eaux de source provenant de roches calcaires fracturées ou d'autres assises fissurées, ne sont souvent pas de bonne qualité (Bovin, 2005).

I.4. Quelques définitions

Aquifère : massif de roches perméables comportant une zone saturée suffisamment conductrice d'eau souterraine pour permettre l'écoulement d'une nappe souterraine et le captage de l'eau.

Nappe d'eau souterraine : ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.

Aquifère à nappe libre : se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique de la nappe coïncide avec la surface de la nappe.

Aquifère à nappe captive : se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique se situe au-dessus de la surface de la nappe. Il est limité par deux formations imperméables.

Nappe et puits artésiens : une eau souterraine est dite artésienne lorsque sa surface piézométrique se situe au-dessus du niveau du sol ; dans ce cas, l'eau déborde naturellement des puits.

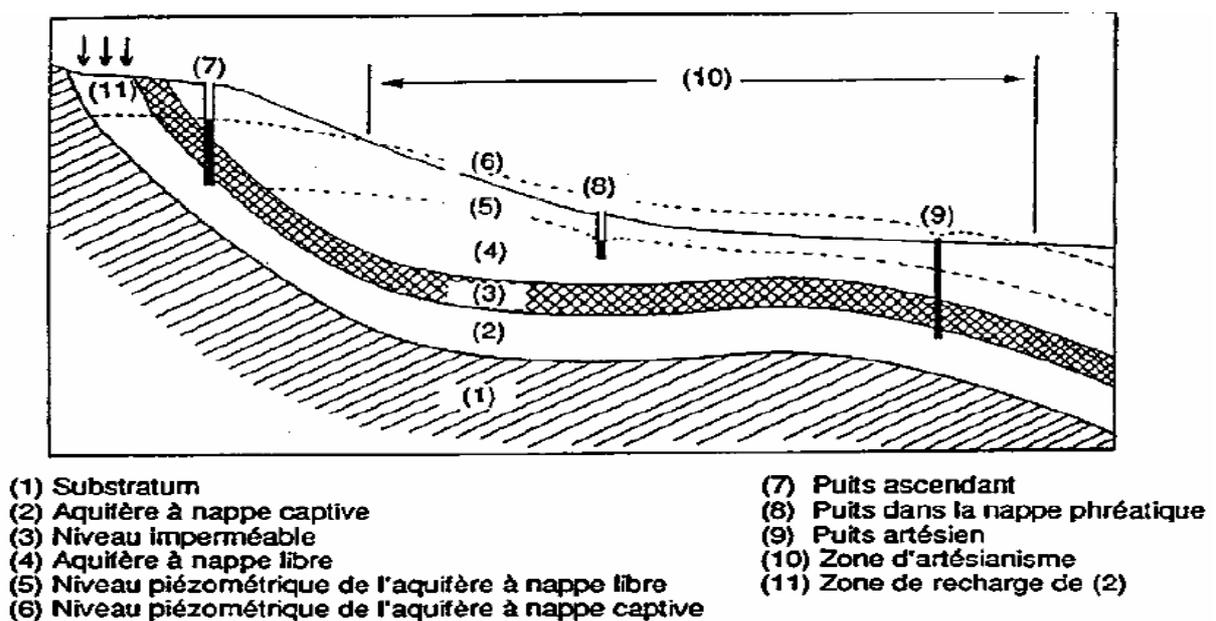


Figure I.1 : Type d'aquifères et des nappes

II. TYPES DE SOURCES SOUTERRAINES

II.1. Source de dépression a écoulement par gravite

On est en présence généralement de petits débits pouvant encore se réduire en période sèche ou lors d'un abaissement du toit de la nappe (ex: excavations importantes pour travaux de génie civil).

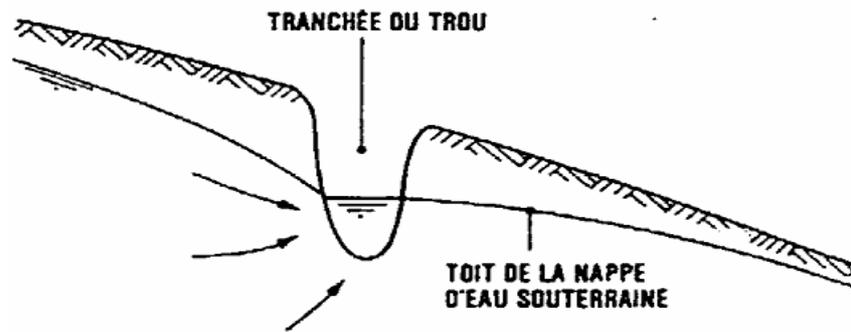


Figure I.2 : Source de dépression

II.2. Source d'émergence a écoulement par gravite

L'écoulement est plus régulier mais les fluctuations de débits sont encore importantes. Ces deux types de sources (1+ 2), alimentées par des nappes libres, sont sujets à des variations de la qualité de l'eau (turbidité, température...) et les risques de contamination directe ne sont pas à négliger.

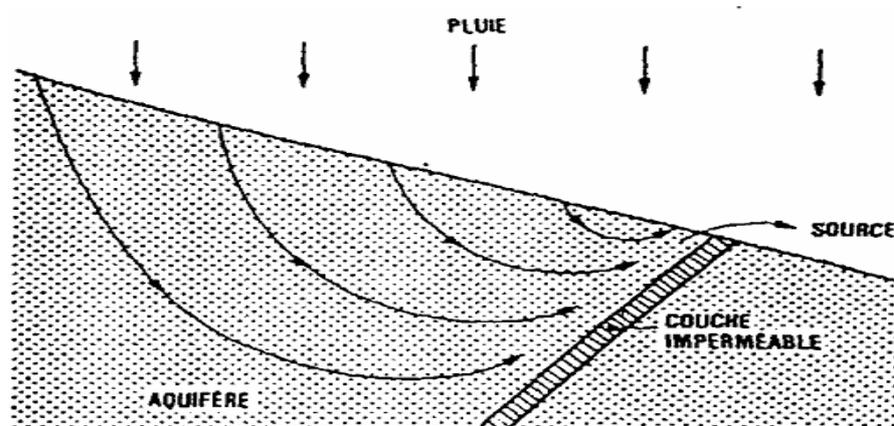


Figure I.3 : Source d'émergence

II.3. Source artésienne d'émergence ou de fissure

L'eau est évacuée à l'extérieur sous la pression de la nappe. Le débit est souvent important et l'on ne constate que peu, voire pas de fluctuations saisonnières.

Ces sources sont très bien adaptées aux objectifs d'alimentation en eau potable puisque leur aquifère est bien protégé contre les contaminations par la couverture imperméable.

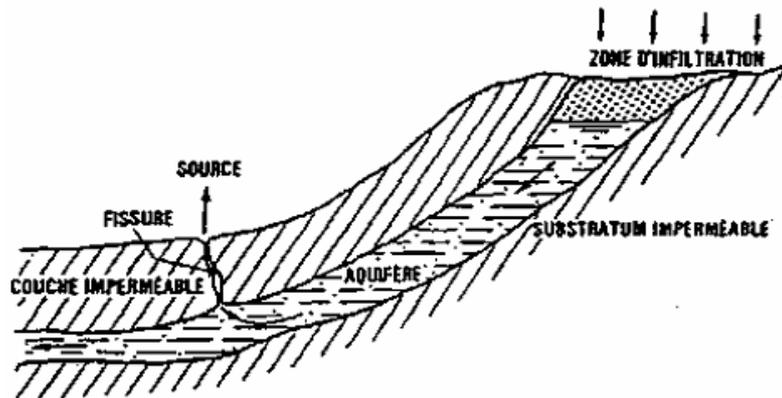


Figure I.4 : Source artésienne

II.4. Les résurgences

Dans les milieux fissurés et dans les régions où l'altération karstique a profondément entaillé les massifs calcaires, le réseau hydrographique superficiel et le réseau souterrain sont en relation permanentes par un jeu de pertes et de résurgences.

Leur eau ne donne pas de garanties (sans traitement préalable) pour une eau de consommation.

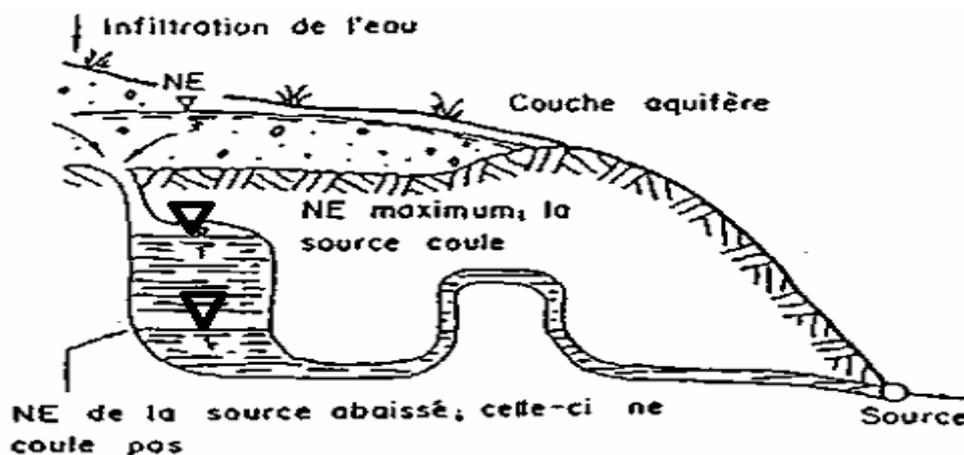


Figure I.5 : Résurgence

III. QUALITE D'EAU POTABLE

L'eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé, qui se différencie des eaux non destinées à la consommation humaine par sa qualité organoleptique (couleur, odeur, turbidité, ...).

III.1. Les principaux paramètres de potabilité

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques, déterminant à leur tour des caractères organoleptiques immédiatement perceptibles pour le consommateur.

Les paramètres pris en compte sont :

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

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

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

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

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

III.2. Caractéristiques générales

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les principales caractéristiques sont présentées ci-dessous (Desjardins, 1997) :

- Turbidité faible. Les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.
- Contamination bactérienne faible. Le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence de matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries.
- Température constante. Les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère.
- Indice de couleur faible. Les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, sources de couleur.
- Débit constant. Contrairement à celles des eaux de rivière, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.
- Dureté souvent élevée. Les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg^{2+} , Ca^{2+} , etc.) responsables de la dureté.
- Concentration élevée de fer et de manganèse. Ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous.

III. 3. Normes de qualité

Jusqu'au début du siècle on déterminait si une eau était potable à partir des seuls sens l'eau devait ainsi être agréable au goût, dépourvue d'odeur désagréable et limpide.

Ce type sommaire d'évaluation a conduit dans plusieurs cas à des catastrophes, aujourd'hui on mesure plutôt les caractéristiques les plus appropriées et on les compare à des normes.

III.3.1.Définition d'une norme

C'est la valeur de la concentration maximale admissible concernant les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux de consommation.

III.3.2. Définition de la réglementation

La réglementation c'est l'ensemble des normes, on peut citer :

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS).
- Association Française de Normalisation (AFNOR) (Voir l'annexe I)
- Normes Algériennes (NA 6360) (Tab. I.1)

Tableau I.1: Les normes mise en vigueur en Algérie (NA 6360)

Paramètres	Unités	Concentration maximale admissible
Facteurs organoleptiques		
Odeur	Seuil de perception à 25 °C	4
Saveur	Seuil de perception à 25 °C	4
Couleur	mg/l échelle pt/Co	25
Turbidité	Ntu	5
Facteur physico-chimique		
pH	-	6.5-8.5
Conductivité	uS/cm à 20°C	2800
Résidu sec	mg/l après séchage à 105°C	2000
Dureté total	mg/l CaCO ₃	500
Calcium	mg/l	200
Magnésium	mg/l	200
Sodium	mg/l	150
Potassium	mg/l	20
Sulfates	mg/l	400
Chlorures	mg/l	500
Nitrates	mg/l	50
Nitrites	mg/l	0.1
Ammonium	mg/l	0.5
Phosphates	mg/l	0.5
Oxydabilité (KmnO ₄)	mg/l	3
Oxygène dissous	mg/l	8
Aluminium	mg/l	0.2
Alcalinité	mg/lCaCO ₃	2000

-Suite tableau I.1

Paramètres	Unités	Concentration maximale admissible
Facteurs indésirables ou toxiques		
Argent	mg/l	0.05
Arsenic	mg/l	0.05
Baryum	mg/l	1
Cadmium	mg/l	0.01
Cyanures	mg/l	0.05
Chrome VI	mg/l	0.05
Cuivre	mg/l	1.5
Fer	mg/l	0.3
Fluor	mg/l à 20°C	2
Manganèse	mg/l	0.5
Mercure	mg/l	0.001
Plomb	mg/l	0.05
Hydrogène sulfure	mg/l	0.02
Sélénium	mg/l	0.01
Zinc	mg/l	5

(Source INPE)

IV. CAPTAGE DE SOURCES

Les modes d'exploitation de l'eau ont évolué au cours du temps. L'adduction gravitaire était privilégiée, et reposait sur le captage direct de sources situées à une altitude supérieure aux zones d'alimentation, ou sur des systèmes de tranchées ou de galeries drainants des nappes superficielles (éboulis, alluvions).

L'installation de captage doit être simple et pratique, sa disposition sera adaptée à la configuration du terrain, aux caractéristiques du sol et au type de source.

On veillera à modifier le moins possible les conditions naturelles. L'installation doit être construite de telle manière que l'eau ne puisse être polluée par des causes naturelles, des actes de négligence ou de malveillance.

La profondeur du captage dépendra des exigences géologiques et hygiéniques, ainsi que de la nature de la couche superficielle; si cela est possible, le captage sera prolongé dans la couche aquifère jusqu'au niveau imperméable. Dans le captage même, il faut éviter tout refoulement d'eau, car celle-ci pourrait se troubler ou chercher une autre issue. La hauteur de recouvrement de la prise d'eau doit atteindre au moins 3 m.

Si cette condition n'est pas réalisable, ou si la capacité de filtration des diverses couches de couverture est insuffisante, il y a lieu de prendre des mesures spéciales. L'emplacement et la direction de la prise d'eau seront signalés sur le terrain au moyen de repères appropriés.

Les fossés existants (rigoles, drainages, etc..) situés dans la zone du captage seront rendus imperméables. Lorsqu'il y a danger de pollution par des eaux superficielles, celles-ci doivent être recueillies et conduites à une distance suffisante du captage, par exemple par un canal d'évacuation.

Un ouvrage de captage comprend toujours trois parties distinctes: la prise d'eau proprement dite exécutée en tranchée ou en galerie, la conduite d'amenée et la chambre d'eau. Cette dernière, souvent nommée à tort "réservoir", sert au contrôle (prélèvement d'échantillons, mesure du débit et de la température) et, selon la qualité de l'eau, de bassin de décantation.

IV.1. Chambres d'eau

Peu de captages de source sont équipés de chambre de captage. Ce petit ouvrage permet de surveiller la qualité et la quantité d'eau captée.

Le captage se fait par un prolongement bétonné du lit de la rivière souterraine, ou sur un pied de cascade souvent après construction d'un petit barrage (retenue). Lorsque l'émergence provient d'une fissure ou d'une zone de fissures très localisé type de captage dépend directement des caractéristiques locales. Il sera suffisamment encastré dans le rocher, après dégagement de sa couverture meuble et de sa frange d'altération (Fig. I.6).

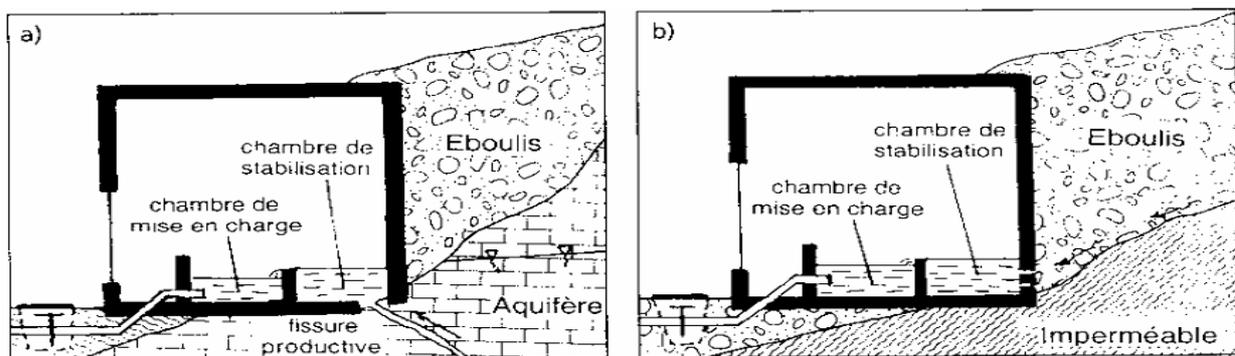


Figure I.6 : Chambre de captage (Bovin, 2005)

Si l'eau provient d'un matériau hétérogène, le captage sera totalement fermé et pourvu de barbacanes au bas de sa paroi amont. Il est descendu jusqu'au substratum imperméable afin d'éviter des fuites sous son radier (Fig. I.6).

Les dimensions des chambres d'eau doivent être choisies de façon que les installations disposent d'une place suffisante pour être facilement desservies.

Les surfaces intérieures en contact avec l'eau ainsi que les surfaces extérieures enterrées seront rendues étanches, de préférence au moyen de chapes lissées au mortier de ciment. Les angles de parois et les recoins seront arrondis.

Les chambres d'eau doivent être aérées. La ventilation se fera, si possible, par la bonde de trop-plein, ou suivant le cas en choisissant un regard d'accès approprié. Aucune ouverture d'aération ne sera disposée directement au-dessus du plan d'eau.

La température et la qualité de l'eau ne doivent pas être soumises à des influences venant de l'extérieur. Pour cette raison, l'ouvrage sera entièrement remblayé, à l'exception du regard de visite.

Toutes les ouvertures, bondes et portes doivent être conçues pour prévenir la pénétration d'impuretés et de petits animaux.

Toutes les parties métalliques seront protégées contre la corrosion. Des plaques indicatrices seront placées pour désigner les chambres, les venues d'eau, la robinetterie, etc...

L'accès à la chambre d'eau doit être disposé de manière à ne pas souiller l'eau. La pose des regards de visite ou des portes immédiatement au-dessus de la surface de l'eau, n'est pas admissible. Il est nécessaire de prévoir un local d'entrée à sec pour les visites ou une plateforme avec rebord au-dessus de l'eau. Le couvercle du regard d'accès doit se trouver à au moins 50 cm, et le seuil de la porte à au moins 25 cm en dessus du terrain, et toujours à une hauteur suffisante pour empêcher la pénétration d'eaux de surface dans la chambre d'eau.

Chaque source captée est amenée dans un bassin de décantation distinct afin qu'elle puisse être jaugée et mise hors service séparément. La mesure du débit doit se faire de façon simple.

Lorsqu'il s'agit de débits importants, il est recommandé d'aménager des déversoirs ou des bassins avec repères de jaugeage.

Les dimensions des bassins de décantation seront prévues de façon à permettre la sédimentation des matières solides transportées par l'eau et à recevoir le débit maximal de la source. Ces bassins doivent être divisés en deux parties par une paroi plongeante destinée à retenir les substances flottantes et faciliter la sédimentation.

L'orifice du tuyau d'amenée doit se trouver à 20 cm au moins au-dessus du plan d'eau maximum.

Les chambres de rassemblement de plusieurs sources posséderont un bassin collecteur supplémentaire pour recevoir l'eau provenant des divers bassins de décantation. Celui-ci sera pourvu d'une conduite de départ, d'un trop-plein et d'une vidange. Tous les bassins doivent pouvoir se vider complètement. La chambre d'eau est disposée et construite de telle façon qu'il n'y ait jamais un refoulement des eaux dans le captage.

Les dimensions des bondes de trop-plein et de vidange sont choisies de manière que chacun de ces organes puisse évacuer le débit d'eau maximum.

La crépine de la conduite de départ au réservoir doit être placée à 20 cm au moins au-dessus du fond du bassin, afin que les dépôts ne puissent être entraînés. La section totale des trous de la crépine doit correspondre au double ou au triple de la section du tuyau. Une aération de la conduite de départ au réservoir doit être prévue.

L'évacuation des eaux de trop-plein et de vidange peut être assurée au moyen d'une seule bonde. Le débouché de la conduite de décharge doit être contrôlable en tout temps. Lorsque la conduite de décharge aboutit dans une canalisation, il est nécessaire de prévoir un coude plongeant avec un puits de contrôle à l'abri du gel.

Les organes de fermeture doivent être disposés visiblement et de façon à être facilement desservis.

IV.2. Captages de sources en tranchée

Lors de l'étude et de l'exécution des ouvrages, on tiendra particulièrement compte du fait que ceux-ci deviendront inaccessibles après l'achèvement des travaux. Le diamètre des conduites doit être assez grand pour assurer l'écoulement libre du débit maximal de la source. Selon l'usage, les drains sont posés, à joints ouverts avec une pente de 0.1 à 0.2 %, sur le fond de la fouille préalablement égalisé avec soin.

Ils sont recouverts d'une couche de 30 cm de gravier filtrant bien lavé, granulométrie de 10 à 50 mm, selon le diamètre des trous dans le tuyau de captage. La mise en place de ce gravier se fait avec l'aide d'une petite passerelle, en veillant à ne pas toucher la couche avec des chaussures. L'exécution de prises d'eau au moyen de tuyaux en béton poreux ou de matériaux filtrants spéciaux, demeure un cas exceptionnel et exige la consultation d'un spécialiste.

La prise d'eau se termine au point le plus bas dans le sens de l'écoulement de l'eau par un barrage de protection en béton solidement ancré de chaque côté dans les parois latérales de la tranchée. Ce barrage sert en même temps d'ancrage du tuyau d'amenée à la chambre d'eau, à sa jonction avec le drain de captage.

Le drain de captage et le lit de gravier sont recouverts d'une couche imperméable pénétrant, latéralement, de 20 cm dans les parois de la tranchée. Les eaux sauvages seront évacuées par un drainage.

Pour la conduite d'amenée reliant le captage à la chambre d'eau on utilisera un matériau approprié. Les tuyaux en grès sont indiqués pour les eaux agressives. La conduite doit être posée avec une pente d'au moins 2 %.

IV.3. Captages de sources en galerie

En général seules les sources d'une certaine importance sont captées et dérivées au moyen d'une galerie. Il s'agit dans la plupart des cas de sources de roche. La galerie comprend d'une part la zone de captage et d'autre part la zone d'accès. La galerie est établie selon les règles de l'art avec les dimensions minimales suivantes : 1,8 m de hauteur et 0,8 m de largeur.

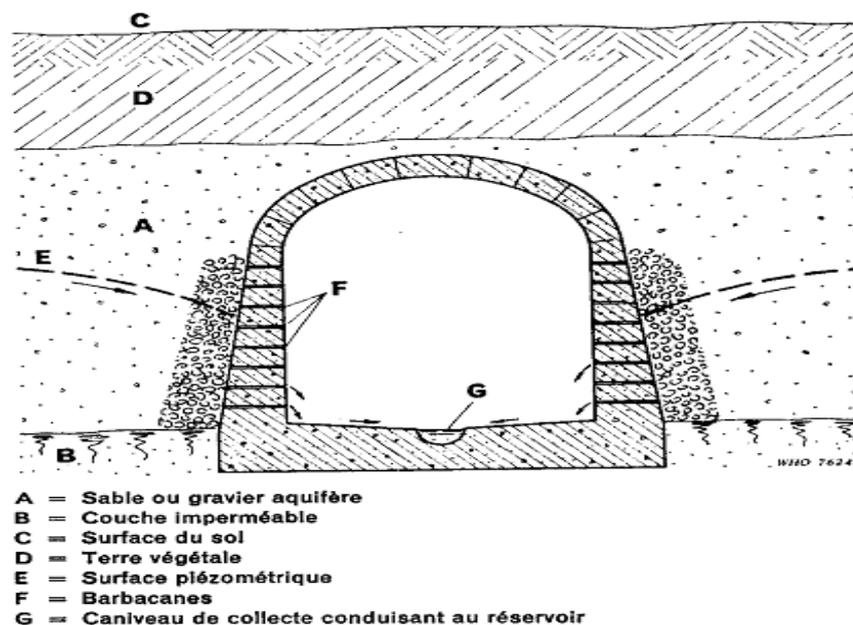


Figure I.7 : Galerie d'infiltration (Lanoix et Roy, 1976)

Selon le type de source, l'eau est captée seulement à l'extrémité de la galerie, ou sur une certaine longueur de celle-ci avec pénétration latérale de l'eau. Dans ce dernier cas, la galerie est pourvue, dans la zone de la source, d'une cuvette collectrice servant à recueillir et amener l'eau.

Le transport de l'eau, depuis la fin de la cunette à la chambre d'eau, est réalisé au moyen d'une tuyauterie étanche, de préférence accessible, ayant une pente de 1 % au moins.

Dans toute la longueur de la galerie, les eaux sauvages sont évacuées par un caniveau séparé.

La chambre d'eau est placée généralement à l'entrée de la galerie. Les galeries de recherche et les fenêtres abandonnées doivent être démunies de leur boisage, remblayées et éventuellement murées.

Conclusion

Les sources d'eau souterraines présentent un volume d'eau important et de bonne qualité pour l'approvisionnement en eau potable. Dans les chapitres suivants nous allons faire une étude de rénovation d'un système de captage existant ainsi qu'une projection d'un nouveau système de captage, afin d'augmenter le volume d'eau produit par les sources dans le but de satisfaire les besoins en eau de la zone d'étude.

CHAPITRE II

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter la zone d'étude de point de vue géographique, topographique, géologique, hydrogéologique, climatologique, et hydraulique.

I. PRESENTATION GENERALE DE LA COMMUNE DE CHREA

I.1. Situation géographique

La commune de Chréa fait partie des 25 communes de la wilaya de Blida, située sur le versant nord du massif montagneux de l'Atlas Blidéen à une altitude de 1500 mètre au Sud de la wilaya de Blida. La commune de Chréa fait partie de la daïra d'Ouled Yaich, située à 7 km du chef-lieu de la wilaya de Blida et à 40 km au sud de la capitale Alger.

Les limites administratives de la commune de Chréa sont : (Fig. II.1)

- Au Nord : les communes de Blida, Ouled Yaich, Soumaa, Guerrouaou, et Bouinan.
- A l'Est : la commune de Hammam Melouane.
- A l'Ouest : la commune de Bouarfa.
- Au sud : la wilaya de Medea.

La zone d'étude est située à 2 km au nord du chef-lieu de la commune en zone montagneuse avec un très fort couvert forestier.

Elle s'étend suivant un axe nord-sud sur 2300 mètre et suivant un axe nord-ouest vers sud-est sur 3200 mètre. La zone d'étude est bordée d'ouest en est par les méridiens $2^{\circ}51'13''E$ et $2^{\circ}53'14''E$, et du nord au sud par les parallèles $36^{\circ}27'06''N$ et $36^{\circ}26'13''N$.

L'accès aux différentes sources se fait via des pistes et des sentiers à partir de la RN 37 reliant la ville de Chréa. Toutes ces pistes sont carrossables à l'exception de celle menant vers les 3 premières sources d'Oued Blat qui est carrossable uniquement sur la moitié de sa distance, le reste du chemin est un sentier facilement praticable à pied.

I.2. Situation topographique

La plus grande partie du Parc National de Chréa est située sur une région montagneuse caractérisée par un relief accentué et accidenté. Cette structure topographique est surtout due à la présence de multiples Talwegs qui traversent les différents massifs.

Les différences d'altitudes qui s'échelonnent de 690m à 1500m.



Figure II.1 : Plan de situation

I.3. Situation géologique et hydrogéologique

I.3.1.Situation géologique

Le matériau géologique de la zone d'étude se compose essentiellement de roche métamorphique de type schiste datant du crétacé inférieur.

I.3.2.Situation hydrogéologique

La zone d'étude comprend plusieurs sources captées et non captées de faibles débits (<10 l/s) en étiage et à fort débit en période hivernale et de fonte des neiges. Ces exfiltrations en milieu schisteux présentent un écoulement permanent tout au long de l'année. (Fig. II.2)

PARC NATIONAL DE CHREA

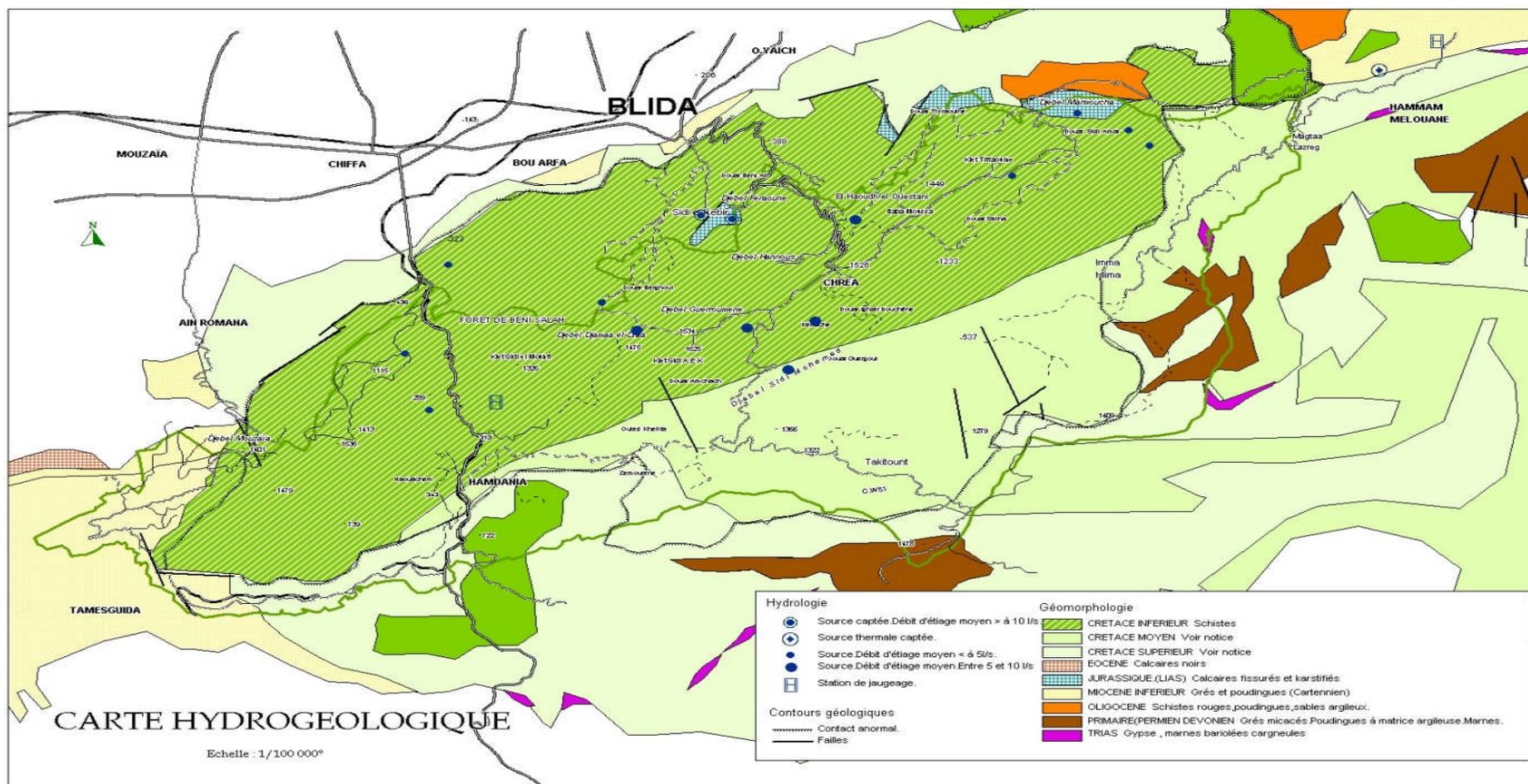


Figure II.2: Carte hydrogéologique du parc national de Chréa (source ANRH)

I.4. Situation climatologique

Chréa appartient à une zone climatologique de type Méditerranéenne caractérisée par une attirance d'une saison chaude et sèche durant la période (Avril Septembre), ainsi qu'une saison fraîche et pluvieuse durant la période (Octobre Mars).

I.4.1.Pluviométrie

Le régime pluviométrique est représenté par une double irrégularité annuelle et interannuelle, les précipitations les plus importantes s'étalent sur trois mois (décembre, janvier et février).

La précipitation moyenne interannuelle varie entre 900 et 1000mm/an.

I.4.2.Température

Le climat de Chréa est assez frais quoi qu'il présente des températures assez élevée pendant la saison estivale.

La moyenne des températures de mois d'aout le plus chaud est de 27.5°C, tandis que le mois de janvier est le plus froid 8.3°C.

I.4.3.Enneigement, gelée et siroco

L'enneigement touche toute la commune, avec une persistance sur les zones d'altitude. La commune représente une moyenne d'enneigement de 30jours durant l'année.

Par ailleurs, la gelée blanche est présente dans la zone, elle fait son apparition à partir du mois de décembre et dure jusqu'au mois de mars.

La commune connaît aussi quelques jours de siroco.

I.5. Sismicité

D'après les manifestations sismiques ressentis et les publications du ministère des travaux publics, l'atlas tellien est l'un des éléments géologiques le plus proche du plissement alpin, Chréa, est construite sur cet atlas.

Chréa est implantée dans la zone où la sismicité est assez importante c'est-à-dire une région active.

I.6. Situation hydraulique

I.6.1. Ressource en eau

Actuellement seulement cinq (05) des sept (07) sources de la zone d'étude sont captées et utilisées pour l'alimentation en eau potable de la localité au nord du chef-lieu de la commune de Chréa. Les débits ont été mesurés, en période d'étiage, de ces sources (Tableau II.1), ces derniers varient de 0.78 à 1.67 l/s pour les sources captées, ce qui représente un volume total de 529 m³ par jour. Concernant les sources non captées (Oued Yemma Bahria 1 et 2) le volume total journalier est de 195 m³.

La population alimentée en eau potable à partir de ces sources est estimée à 1500 habitants.

En considérant une dotation minimale de 150 l/j/ha, les besoins en eau de cette localité sont estimés à 225 m³ par jour.

Au regard de ces chiffres le volume d'eau disponible est largement suffisant pour couvrir les besoins de la population, toutefois cette dernière souffre d'un cruel manque d'eau particulièrement en période d'étiage. Ceci peut s'expliquer par :

- Les nombreux piquages illicites, sur les conduites d'aménage source vers réservoir Beni Ali 250 m³, pratiqués par des particuliers pour l'irrigation des vergers et petites parcelles de cultures.
- Les nombreuses fuites dues à la grande détérioration des conduites d'aménage des sources.

Tableau II.1 : Source d'eau de la zone d'étude

Nom de la source	Coordonnées (mètre) UTM			Débit mesuré en (l/s) (étiage)	Volume journalier (m ³)
	X	Y	Z		
Sources captées et aménagées					
Oued Bourebou	489160	4032393	1130	1.42	123
Oued Blat_1	488572	4032120	1088	0.82	71
Oued Blat_2	488642	4032164	1086	1.43	124
Oued Blat_3	488776	4032278	1083	0.78	67
Oued Blat_4	488393	4032267	1005	1.67	144
Total					529
Sources non captées					
Oued Yemma Bahria_1	489867	4033337	1138	2.11	182
Oued Yemma Bahria_2	489769	4033245	1134	0.15	13
Total					195

I.6.2. Qualité des eaux

Les eaux de cinq sources captées sont de bonnes qualités et admise en vigueur avec les Normes Algériennes.

L'analyse de la source non capté Oued Yemma Bahria_1 (Annexe II)

Tableau II.2 : Résultats d'analyse de la source Oued Yemma Bahria_1

Paramètres	Unités	Résultats
PH	-	7.95
Conductivité	uS/cm	468
Turbidité	Ntu	0.54
SIO ₂	mg/l	4.48
Ammonium	mg/l	<0.02
Nitrites	mg/l	<0.02
Nitrates	mg/l	6.32
Phosphates	mg/l	<0.09
Calcium	mg/l	80.16
Magnésium	mg/l	12.15
Sodium	mg/l	43
Potassium	mg/l	43
Chlorures	mg/l	38.05
Sulfates	mg/l	42.05
Bicarbonate	mg/l	241.56
Dureté T TH	°F	25
TAC	°F	19.8
Fer totale	mg/l	0.019
Manganèse	mg/l	<0.05

(Source SEEAL)

Comme le montre le tableau II.2, les eaux de la source Oued Yemma Bahria_1 sont de bonne qualité et répondent aux normes de potabilité.

I.6.3. Les captages

Actuellement seulement 05 des 07 sources de la zone d'étude sont captée, ci-dessous le descriptif des captages :

a) Source Oued Bourebou

La source de Oued Bourebou est composé d'un seuil en gabion sensé retenir les éléments rocheux et permettre le déversement de la source vers une bêche de captage en béton (2.80*2.30*1.00 mètres), cette dernière dispose d'un trou d'homme de 0.80*0.80m.

Le seuil en gabion a totalement disparu. La bêche de captage est remplie de pierre sur 30% de son volume. Il est a signalé un léger affouillement sous le flanc gauche de la bêche.

Les eaux de cette source sont acheminées vers le bassin de collecte n°1 par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre. La conduite de départ de cette bêche de captage n'est pas munie de vanne. Le captage se trouve à 50 mètres au sud du sentier, sur un escarpement avec un dénivelé de 10 mètres, facilement accessible.



Figure II.3 : Bêche de captage source Oued Bourebou

b) Source Oued blat_1

La source de Oued Blat_1 est la plus éloignée sur le sentier menant vers les 3 sources de Oued Blat, elle est située au bord de ce dernier.

Le captage de cette source est composé d'une sorte de bache (1.6*2.6*1.6m) ayant trois murs en béton et un mur en pierrailles jouant le rôle d'un seuil déversant, le flanc en roche est assez détérioré et une partie de ses éléments se trouvent à l'intérieur de la bache, ce qui encombre cette dernière.

Cette bache est recouverte à moitié par des dallettes. La conduite de départ de 80mm de diamètre en acier galvanisé est munie d'une vanne.



Figure II.4 : Bache de captage source Oued Blat_1

c) Source Oued blat_2

La source de Oued Blat_2 se trouve à 120m de la source de Oued Blat_1, elle est située à quelques mètres au bord du sentier et est facilement accessible.

Elle composé d'un 1^{er} seuil en gabion (3.50*1.00*1.00) sensé retenir les éléments rocheux et permettre le déversement de la source vers une bache de captage, ce seuil est peu détérioré.

La bache de captage (1.20*1.20*1.00) est composée de trois murs en béton et un mur en pierrailles jouant le rôle d'un seuil déversant, la bache contient très peu d'éléments rocheux.

Cette bache est recouverte par une tôle en zinc. La conduite de départ de 60mm de diamètre en acier galvanisé n'est pas munie de vanne.



Figure II.5 : Bache de captage source Oued Blat_2

d) Source Oued blat_3

La source de oued blat3 se trouve à 130 mètres de la source de oued blat2, elle est située à quelques mètres au nord du sentier et est facilement accessible. Elle est composée d'un 1^{er} seuil en gabion (3.5*1.00*1.00) sensé retenir les éléments rocheux et permettre le déversement de la source vers une bêche de captage, ce seuil est peu détérioré.

La bêche de captage (1.70*1.90*1.00) est ancrée dans la roche, composée de trois murs en béton et un mur en roche jouant le rôle d'un seuil déversant, Cette bêche est recouverte par une tôle en zinc. La conduite de départ de 80mm de diamètre en acier galvanisé.



Figure II.6 : Bêche de captage source Oued Blat_3

e) Source Oued blat_4

Cette source est accessible a partir du sentier menant du réservoir de Beni Ali 250 m³ a chéra, se trouve sur escarpement au 200m de sud, difficilement accessible. Le captage est composée d'une cascade qui aboutit a une bache de captage (2.10*3.20*1.00) en béton ancrée dans la roche, composée de trois murs en béton et un mur en roche jouant le rôle d'un seuil déversant, Cette bache est recouverte par des dalles.

La conduite de départ de 80mm de diamètre en acier galvanise n'est pas munie de vanne.



Figure II.7 : Bache de captage source Oued Blat_4

I.6.4. Les ouvrages hydrauliques

On retrouve trois réservoirs de stockage et de distribution.

a) Bassin n°1

C'est un bassin rectangulaire (5.4*3.4*2.0m) ayant un volume de 30m³. Il a pour rôle de collecter les eaux provenant de la source de Oued Bourebou, ensuite ces eaux sont transférées gravitairement vers le bassin de Ain el Houta. C'est un bassin en assez bon état, la trappe du trou d'homme (0.80*0.80m) ainsi que la cheminé d'air sont détériorés.

Il contient un volume réduit de sédiment. Il est doté d'un trop plein à une hauteur de 1.60m du radier, d'une vanne de vidange. Les conduites de départ et d'arrivée sont à une hauteur de 25cm du radier.



Figure II.8 : Bassin de collecte n°1

b) Bassin n°2 de Ain el Houta

C'est un bassin rectangulaire (4.8*3.8*2.10m) ayant un volume de 30m³. Il a pour rôle de collecter les eaux provenant du bassin n°1, des sources de Oued Blat_1, 2,3, ainsi que la source Oued Blat_4. Ensuite ces eaux sont transférées gravitairement vers le réservoir 250m³ de Beni Ali.

C'est un bassin en assez bon état avec un volume de sédiment très réduit. Il est doté d'un trop plein, de trois conduites d'arrivées et une conduite de départ, ainsi que d'une vidange. (Figure II.9).



Figure II.9 : Bassin de collecte de Ain el Houta

c) Réservoir 250m³ de Beni Ali

C'est réservoir circulaire sur sol d'un volume de 250m³ sa structure génie civil est en très bonne état, il reçoit l'ensemble des eaux des captages de sources en prévenance du bassin de Ain el Houta. Il est utilisé comme réservoir de stockage et de distribution.



Figure II.10 : Réservoir 250m³ de Beni Ali

Conclusion

Ce chapitre est une monographie du site considéré dans cette étude. On a abordé dans ce chapitre le contexte hydraulique de la zone d'étude qui va nous aider à garantir une meilleure projection du nouveau système de captage des sources.

CHAPITRE III

DONNEES DE BASE ET DIAGNOSTIQUE DU SYSTEME DE CAPTAGE EXISTANT

Introduction

Le but de ce chapitre est de faire une étude sur le système d'adduction existant, afin de combler le déficit.

Cette étude comprend deux étapes essentielles :

➤ **Données de base**

Description des adductions existant à partir de schéma synoptique et détection quelques fuites qui existe dans le système.

➤ **Le diagnostic du réseau**

Il consiste à l'analyse de l'état de performance hydraulique et identifier les anomalies et les dysfonctionnements.

I. DESCRIPTION DES ADDUCTIONS EXISTANT

La source de Oued Bourebou est relié au bassin de collecte n°1 par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre et de 1350m de long. La conduite est enterrée sur quelques centimètres de profondeur et apparente par endroit. Le cheminement captage sentier se fait par passage aérien sur poteaux en acier galvanisé.

Le bassin de collecte n°1 est relié au bassin de collecte de Ain el Houta par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre et d'une longueur de 634m.

Les eaux de la source de Oued Blat_1 sont acheminées vers le regard de jonction n°1 par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre d'une longueur de 120m.

Les eaux de la source de Oued Blat_2 sont acheminées vers le regard de jonction n°1 par une conduite en acier galvanisé de 60mm de diamètre d'une longueur de 15m.

Les eaux de la source de Oued Blat_3 sont acheminées vers le regard de jonction n°2 par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre d'une longueur de 10m.

Le regard de jonction n°2 des Sources Oued Blat_1,2 et 3 est relié au bassin de collecte d'Ain el Houta par une conduite en acier galvanisé de 80 mm de diamètre d'une longueur de 1100 m.

La source de Oued Blat_4 est relié au bassin de collecte de Ain el Houta par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre d'une longueur de 629m.

Le bassin de collecte de Ain el Houta est relié au réservoir 250m³ de Beni Ali par une conduite en acier galvanisé de 80mm de diamètre d'une longueur de 2000m.

L'ensemble des conduites d'adduction du système de captage des sources sont dans un état de détérioration avancé, avec de nombreuses fuites, piquages...



Figure III.1 : Conduites détériorés

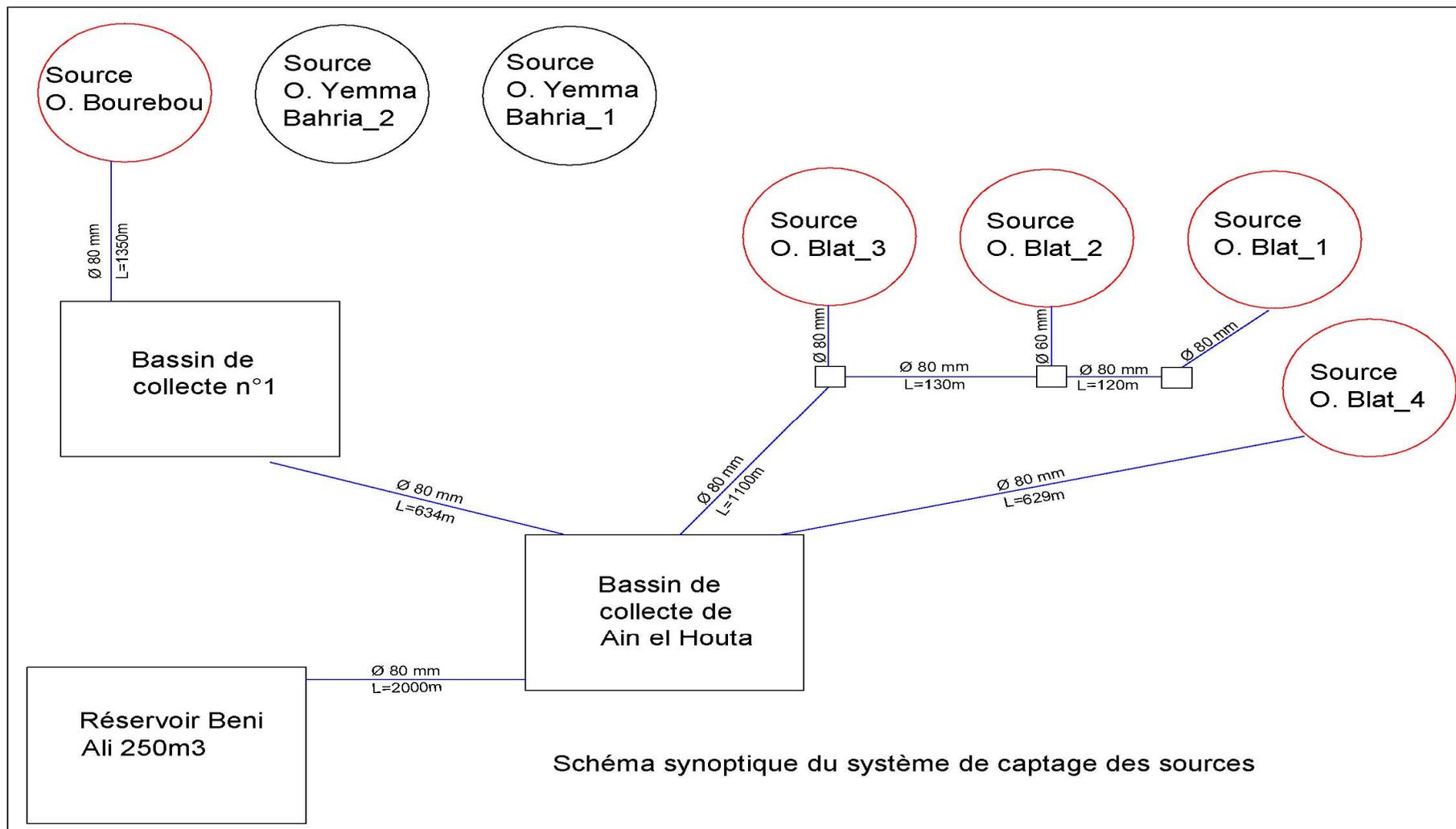


Figure III.2 : Schéma synoptique du système de captage des sources existant

II. ANALYSE DE L'ETAT DE PERFORMANCE HYDRAULIQUE

L'analyse du fonctionnement hydraulique du système de captage des sources de la commune de Chréa côté nord est faite en considérant les débits d'étiage mesurés et en considérant qu'il n'y a aucun piquage illicite.

Cette simulation est effectuée dans le but de connaître le comportement des bassins de collecte (bassin n°1 et Ain el Houta), ainsi que pour se renseigner sur les caractéristiques hydrauliques Cette simulation est mise en œuvre par le logiciel libre EPANET 2.0_fr.

Cette étape consiste en :

- Construction de la géométrie du système de captage (Fig. III.2) (Tab. III.1).
- Introduction des données sur la production des sources captées (Tab. II.1).
- Introduction des données sur le type de consommation ; il est considéré un graphique de consommation pour une localité de moins de 10000 habitants (Tab.III.2).
- Interprétation des résultats de simulation.

II.1. Hypothèse de calcul

- Simulation sur 24 heures : la variation de la consommation est prise conformément au tableau III.2.
- La rugosité absolue est prise à 0.2mm, ce qui correspond à l'acier galvanisé vieilli.
- Représentation du réseau de distribution par un nœud fictif (nœud 1) ayant une demande équivalente de 225 m³ par jour.
- Vue la présence d'un nombre considérable de coude et de changements de direction sur les tuyaux 1, 3 et 8 et afin de faire une simulation assez réaliste les pertes de charges engendrées par ces singularités sont prises en considération. Il est opté pour des coefficients de singularité permettant d'augmenter la perte de charge initiale (linéaire) de 15%.

Tableau III.1 : Caractéristiques géométriques du système de captage des sources

ID tronçon		Longueur	Diamètre	Rugosité	Matériau
		m	mm	mm	
Tuyau 1	Bourebou-Bassin n°1	1350	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 2	Bassin n°1-Ain el Houta	636	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 3	Blat_4-Ain el houta	629	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 5	Blat_1-Blat_2	120	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 6	Blat_2-Blat_3	130	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 8	Blat_3-Ain el Houta	1100	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 9	Ain el houta-Beni Ali	2000	80	0.2	acier galvanisé
Tuyau 4	Beni Ali-Réseau	2000	80	0.2	acier galvanisé

Tableau III.2 : Coefficient de consommation horaire sur une journée pour une localité de moins de 10000 habitants

Heure	Coefficient de consommation horaire (%)	Heure	Coefficient de consommation horaire (%)
0-1	1	12-13	7
1-2	1	13-14	7
2-3	1	14-15	5.5
3-4	1	15-16	4.5
4-5	2	16-17	5
5-6	3	17-18	6.5
6-7	5	18-19	6.5
7-8	6.5	19-20	5
8-9	6.5	20-21	4.5
9-10	5.5	21-22	3
10-11	4.5	22-23	2
11-12	5.5	23-24	1

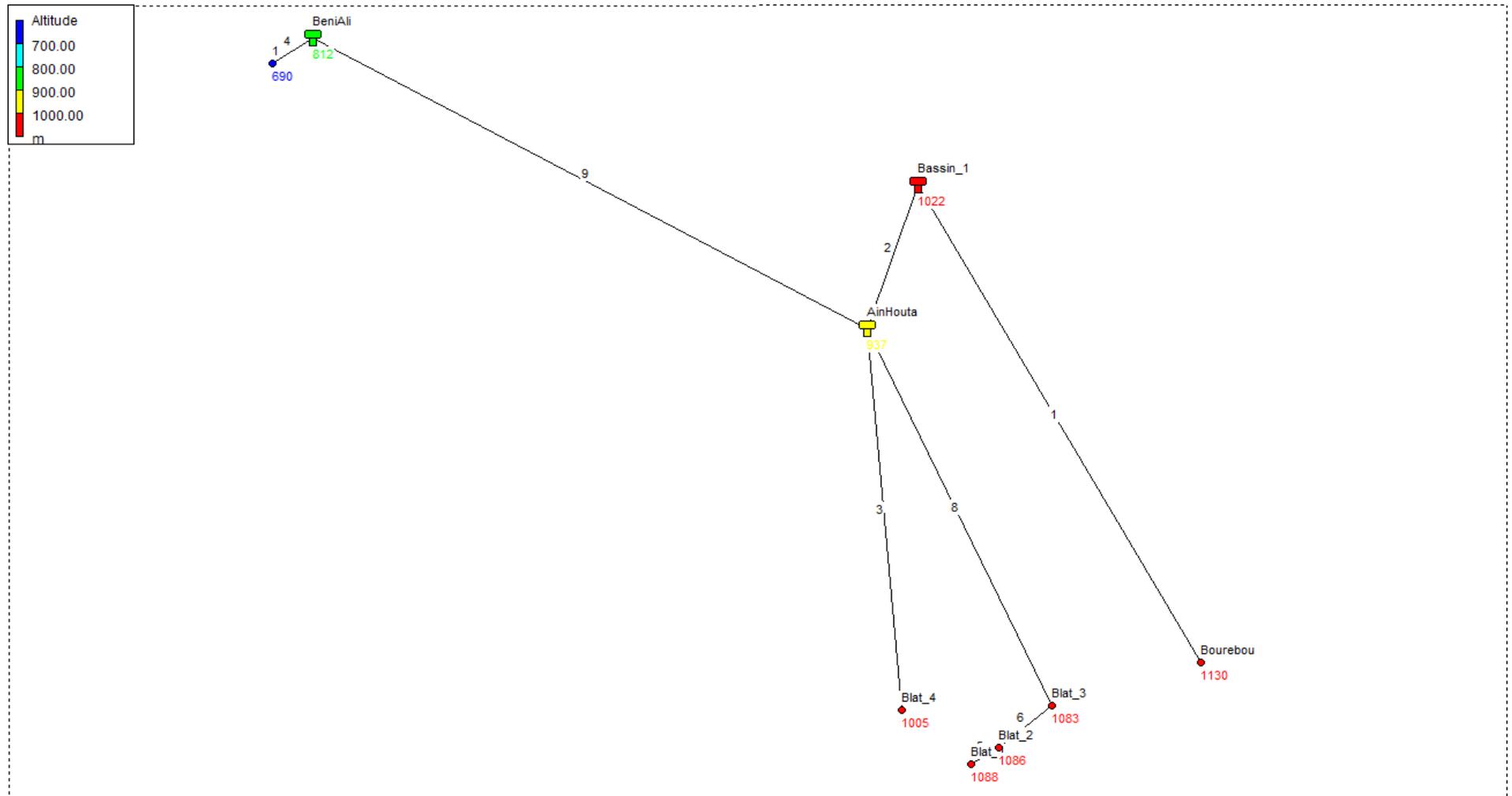


Figure III.3 : Représentation du système de captage des sources sur EPANET

II.2. Interprétation des résultats de simulation

➤ Du tableau III.3

- Il est constaté que les vitesses sont relativement faibles pour les adductions menant des captages vers les bassins de collecte. Elles varient de 0.16 à 0.60 m/s. Toutefois il est à signaler que les vitesses réelles sont inférieures à celle simulées, cette différence s'explique par le non considération des débits des piquages illicites.
- Il est à noter que les pertes de charge unitaire reste dans les limites de l'admissible à l'exception des adductions menant de la source Oued Blat_3 au bassin de collecte de Ain el Houta.

➤ Tableau III.4

- La première constatation est que ce bassin de collecte n°1 ne fonctionne pas en distribution continue, mais alterne des cycles de remplissage et de déstockage sur des intervalles de temps très court. Débit de remplissage 1.42 l/s (débit de source), débit de déstockage 14.3 l/s. Le tableau donne la valeur du débit à heure fixe.
- Les vitesses d'écoulement sont assez élevées d'où les pertes de charge importantes.

➤ Tableau III.5

- Il ressort que le bassin de collecte de Ain el Houta ne distribue pas pendant la première heure, ensuite c'est une distribution alternée.

Cette simulation ne représente pas totalement la réalité, en effet les piquages illicites destinés à l'irrigation des vergers et parcelles culturales ne pouvant être estimés, ces derniers n'ont pas été pris en considération dans la simulation.

Aussi cette simulation a permis de montrer que les bassins de collecte alternaient sur des temps très court des périodes de remplissage et de déstockage. En effet les débits d'entrée provenant des sources étant inférieurs aux débits de sortie imposés par les lois de l'hydraulique, les bassins de collecte de Ain el Houta et le bassin n°1 ne peuvent distribués en continus, mais distribue uniquement quand le volume d'eau collecté (en provenant des sources) atteint un niveau suffisant.

Tableau III.3 : Etat des tronçons (captage vers bassin de collecte)

ID Arc		Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
		m	mm	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau 1	Bourebou-Bassin n°1	1350	80	0.2	1.42	0.28	1.78
Tuyau 3	Blat_4-Ain el houta	629	80	0.2	1.67	0.33	2.42
Tuyau 5	Blat_1-Blat_2	120	80	0.2	0.82	0.16	0.63
Tuyau 6	Blat_2-Blat_3	130	80	0.2	2.25	0.45	4.08
Tuyau 8	Blat_3-Ain el Houta	1100	80	0.2	3.03	0.6	7.5

Tableau III.4 : Variation du débit de tronçon n° 2 (Bassin n°1 vers bassin Ain el Houta)

Instant	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
en heures	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km	
00:00	636	80	0.2	0	0	0	Fermé
01:00	636	80	0.2	14.29	2.84	132.51	Ouvert
02:00	636	80	0.2	14.36	2.86	133.77	Ouvert
03:00	636	80	0.2	14.22	2.83	131.09	Ouvert
04:00	636	80	0.2	14.34	2.85	133.35	Ouvert
05:00	636	80	0.2	0	0	0	Fermé
06:00	636	80	0.2	0	0	0	Fermé
07:00	636	80	0.2	14.38	2.86	134.15	Ouvert
08:00	636	80	0.2	14.2	2.83	130.84	Ouvert
09:00	636	80	0.2	14.33	2.85	133.19	Ouvert
10:00	636	80	0.2	14.24	2.83	131.55	Ouvert
11:00	636	80	0.2	14.21	2.83	130.93	Ouvert
12:00	636	80	0.2	14.33	2.85	133.22	Ouvert
13:00	636	80	0.2	14.24	2.83	131.53	Ouvert
14:00	636	80	0.2	14.35	2.85	133.51	Ouvert
15:00	636	80	0.2	14.36	2.86	133.68	Ouvert
16:00	636	80	0.2	14.2	2.82	130.75	Ouvert
17:00	636	80	0.2	14.33	2.85	133.14	Ouvert
18:00	636	80	0.2	14.24	2.83	131.59	Ouvert
19:00	636	80	0.2	14.35	2.85	133.54	Ouvert
20:00	636	80	0.2	0	0	0	Fermé
21:00	636	80	0.2	0	0	0	Fermé
22:00	636	80	0.2	14.35	2.85	133.55	Ouvert
23:00	636	80	0.2	0	0	0	Fermé
24:00	636	80	0.2	14.35	2.86	133.6	Ouvert

Tableau III.5: Variation du débit de tronçon n° 9 (Bassin Ain el Houta vers réservoir Beni Ali)

Instant	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
en heures	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km	
00:00	2000	80	0.2	0	0	0	Fermé
01:00	2000	80	0.2	9.8	1.95	63.06	Ouvert
02:00	2000	80	0.2	9.74	1.94	62.38	Ouvert
03:00	2000	80	0.2	9.78	1.95	62.84	Ouvert
04:00	2000	80	0.2	9.71	1.93	62.02	Ouvert
05:00	2000	80	0.2	9.7	1.93	61.82	Ouvert
06:00	2000	80	0.2	9.7	1.93	61.89	Ouvert
07:00	2000	80	0.2	9.64	1.92	61.14	Ouvert
08:00	2000	80	0.2	9.7	1.93	61.88	Ouvert
09:00	2000	80	0.2	9.64	1.92	61.14	Ouvert
10:00	2000	80	0.2	9.66	1.92	61.37	Ouvert
11:00	2000	80	0.2	9.67	1.92	61.4	Ouvert
12:00	2000	80	0.2	9.62	1.91	60.83	Ouvert
13:00	2000	80	0.2	9.65	1.92	61.26	Ouvert
14:00	2000	80	0.2	9.61	1.91	60.74	Ouvert
15:00	2000	80	0.2	9.59	1.91	60.53	Ouvert
16:00	2000	80	0.2	9.67	1.92	61.44	Ouvert
17:00	2000	80	0.2	9.62	1.91	60.86	Ouvert
18:00	2000	80	0.2	9.65	1.92	61.24	Ouvert
19:00	2000	80	0.2	9.61	1.91	60.73	Ouvert
20:00	2000	80	0.2	9.62	1.91	60.87	Ouvert
21:00	2000	80	0.2	9.63	1.92	60.93	Ouvert
22:00	2000	80	0.2	9.6	1.91	60.57	Ouvert
23:00	2000	80	0.2	9.66	1.92	61.31	Ouvert
24:00	2000	80	0.2	9.61	1.91	60.72	Ouvert

Conclusion

A l'issue ces chapitres nous avons abouti aux conclusions et recommandations suivantes :

- Vue le taux de dégradation élevé des aménagements de captage (seuils et bêche), la présence de sédiment et de feuillage dans les baches de captage, il est recommandé de projeter de nouveaux aménagement de captage des cinq sources plus la source de Oued Yemma Bahria_1, afin de renforcer la capacité de production à un horizon futur.
- Vue la présence de nombreuses fuites, de piquages illicites sur les adductions, ainsi que l'utilisation excessive de coude à angle droit et la faible profondeur d'enfouissement des conduites, il est recommandé de projeté de nouvelles conduites d'adduction en concordance avec les débits d'étiage mesurés.
- Les bassins de collectes étant un état relativement bon, il est recommandé de procéder à leur réhabilitation ; remplacement des trappes de trou d'homme, des cheminés d'air...
- Il est recommandé d'installer des appareillages de mesure à l'entrée du réservoir de Beni Ali afin de connaitre le débit entrant.
- Aussi, il est recommandé de changer l'ensemble des accessoires défectueux, vannes de vidange, vannes de sectionnement.
- Enfin, il est recommandé de faire une nouvelle projection permettant l'optimisation du fonctionnement du système de captage des sources.

CHAPITRE IV

DESCRIPTION DES VARIANTES PROPOSEES ET CALCUL HYDRAULIQUE

Introduction

Le présent chapitre concerne la description des variantes proposées et leur calcul hydraulique. A l'issue de travail précédent, on a décidé de réaménager totalement les sources de Oued Bourebou, Oued Blat_1, Oued Blat_2, Oued Blat_3, Oued Blat_4 et de conserver les bassins de collecte n°1 (au lieu-dit les châtaigniers) et Ain el Houta, ainsi que le réservoir Beni Ali. Ces derniers nécessiteront cependant rénovation de leurs serrureries, ferronneries (trou d'homme, évent, etc..) et la vérification de l'étanchéité.

Aussi afin de renforcer la production, on a encore décidé d'aménager la source de Oued Yemma Bahria_1. Alors que la source de Yemma Barhia_2 ne sera pas aménagée car son débit étant insuffisant.

I. DESCRIPTION DU SYSTEME DE CAPTAGE ET D'ADDUCTION PROJETÉ

Le système de captage projeté consiste en l'aménagement de chambre d'eau permettant un captage optimal de la source et un fonctionnement adéquate assurant un entretien facile et la pérennité de l'ouvrage. Les eaux ainsi captées seront acheminées par adduction vers des bassins de collectes (n°1 et Ain el Houta), ensuite vers le réservoir de Beni Ali pour la distribution. Aussi des regards de jonction seront projetés afin de réduire le linéaire total.

Deux variantes seront projetées, elles diffèrent dans le tracé des adductions (Fig. IV. 1 et IV.2) et le matériau. La variante projetée n°1 est en fonte ductile avec revêtement intérieur au mortier de ciment, et la variante n°2 en acier galvanisé.

Ces deux variantes (n°1 et n°2) seront dimensionnées pour une fois le débit d'étiage et pour 2 fois le débit d'étiage (valeurs considérés comme étant la valeur moyenne sur toute l'année source ANRH voir carte hydrogéologique (Fig. II.2, établie par l'ANRH pour le compte du parc national de Chréa).

La nouvelle projection des conduites qui n'alimenterons que les bassins de collecte qui à leur tour alimentent le réservoir 250 m³ Beni Ali.

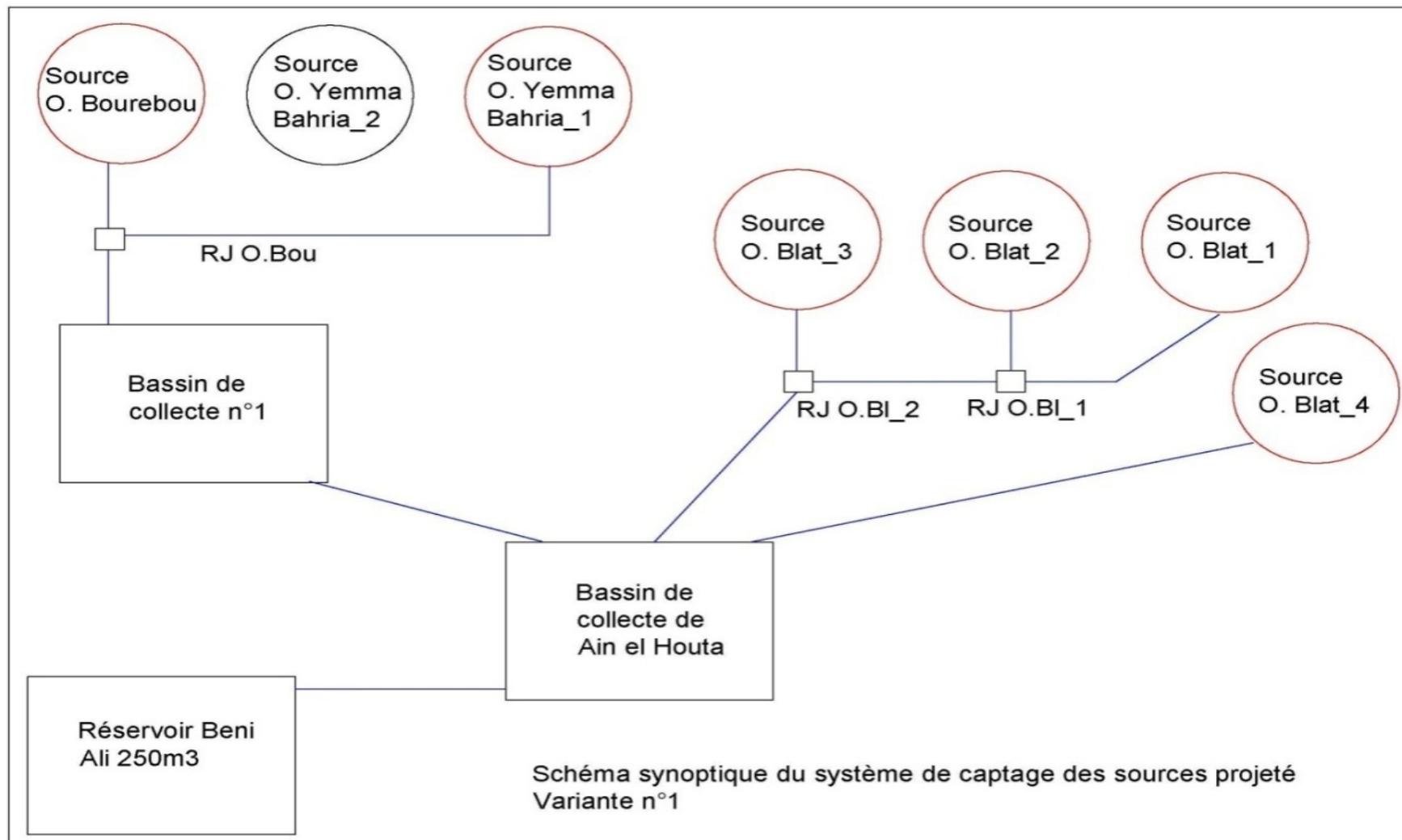


Figure IV.1 : Schéma synoptique du système de captage des sources – variante n°1 (Fonte ductile)

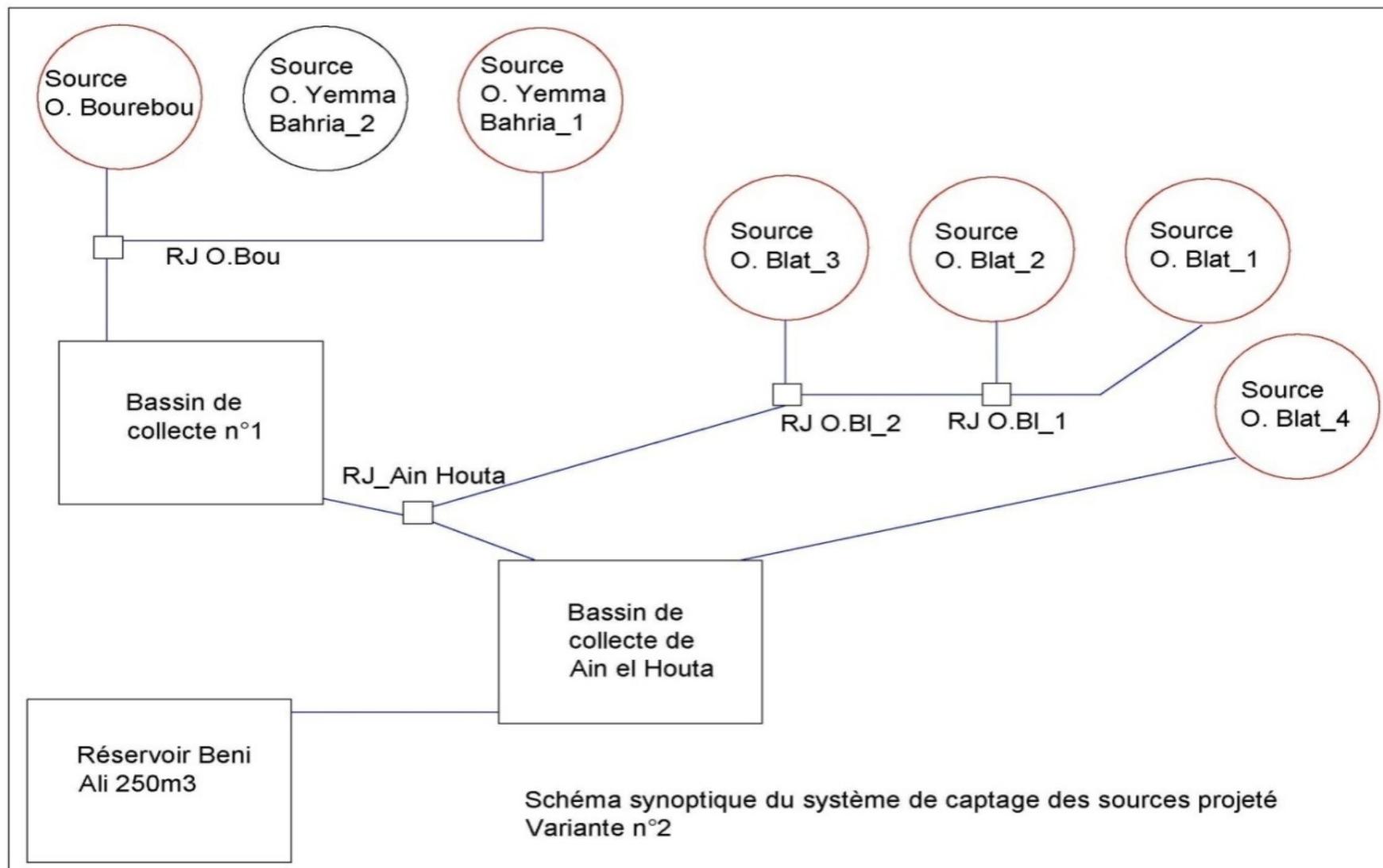


Figure IV.2 : Schéma synoptique du système de captage des sources – variante n°2 (Acier galvanisé)

II. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME D'ADDUCTIONS

II.1. Point de vue technique

Les différentes adductions permettant l'acheminement des eaux sont dimensionnées pour le débit d'étiage de la source (Tab II.1). Le dimensionnement est fait suivant la formule de Darcy-Weisbach :

$$\Delta H = \frac{16.\lambda.L.Q^2}{2.\pi^2.g.D^5} \quad (\text{IV.1})$$

Où :

- ΔH : charge disponible en m.
- λ : coefficient de frottement de la conduite.
- L : longueur total de la conduite en m.
- Q : débit des sources en m³/s.
- D : diamètre de la conduite en m.
- g : accélération de la pesanteur en m/s².

La longueur totale est prise égale à la longueur géométrique majorée de 10 à 15% pour tenir compte des singularités.

Le coefficient de frottement est donné par la formule de Nikuradze :

$$\lambda = \left[1,14 - 0,86. \text{Ln} \left(\frac{\varepsilon}{D} \right) \right]^{-2} \quad (\text{IV.2})$$

Où :

- ε : rugosité absolue du matériau de la conduite en mm.

II.1.1. Hypothèse de calcul

- Le calcul est fait considérant un diamètre préalable « $D_{\text{pré}}$ », aléatoire et normalisé, afin de calculer le coefficient de frottement (λ).
- Afin de faire un calcul optimisé et de faire correspondre le diamètre calculé « D_{cal} » avec le diamètre normalisé, il peut être nécessaire d'avoir deux diamètres différents « D_1 et D_2 » sur certains tronçons. La perte de charges totale de ce tronçon à deux diamètres sera égale à la perte de charge du diamètre calculé.

NB :

- **Variante n°1 :** Les adductions projetées sont en fonte ductile (PN10) avec revêtement intérieur au mortier de ciment avec $\varepsilon=0.1\text{mm}$ (valeur pour matériaux neuf).
- **Variante n°2 :** Les adductions projetées sont en Acier galvanisé avec $\varepsilon=0.15\text{mm}$ (valeur pour matériaux neuf).
- Pour le calcul des dimensions des canalisations, il est considéré des valeurs de rugosité absolue pour des matériaux après quelques années d'exploitation. $\varepsilon=0.15\text{mm}$ pour la fonte et $\varepsilon=0.19\text{mm}$ pour acier galvanisé.
- La projection d'adduction en PEHD permettant une réduction considérable du cout du projet a été rejetée car ne répondant pas aux contraintes de terrains. En effet le matériau plastique est très vulnérable au feu. La zone de Chréa subit régulièrement des feux de forêts et est considérée comme zone à risque vulnérable aux feux de forêt.

II.1.2. Résultat de calcul**II.1.2.1. Variante n°1 (Fonte ductile)****Tableau IV.1** : résultats de calcul adduction – variante n°1 pour Q = 1 fois le débit d'étiage.

Tronçons	ΔH (m)	Lg (m)	Q (l/s)	V (m/s)	D _{pré} (mm)	D _{cal} (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	P _{sortie} (m)
Y.Bahria_RJ O. Bourebou	12.21	1031.2	2.11	0.42	80	61.4	80	-	1031.2	-	8
RJ O. Bourebou_Bassin n°1	94.98	1264	3.53	1.25	60	53	60	-	1264	-	41.5
O. Bourebou_ RJ O. Bourebou	6.81	28.2	1.42	1.13	40	29	40	-	28.2	-	5.5
Bassin n°1_Bassin Ain Houta	84.7	708	3.53	1.25	60	48	60	-	708	-	54
O. Blat-4_ Bassin Ain Houta	22.5	1191	1.67	0.59	60	52	60	-	1191	-	11
O. Blat-1_RJ O. Blat n°1	4	156	0.82	0.65	40	37	40	-	156	-	1.4
O. Blat-2_RJ O. Blat n°1	2	15	1.43	1.14	40	33	40	-	15	-	1.3
RJ O. Blat n°1_ RJ O. Blat n°2	4.1	225.4	2.25	0.80	60	58	60	-	225.4	-	1
O. Blat-3_ RJ O. Blat n°2	3.7	10	0.78	0.62	40	21	40	-	10	-	3.6
RJ O. Blat n°2_Bassin Ain Houta	141.2	1128	3.03	1/2.4	60	45	60	40	642.3	485.7	7
Bassin Ain Houta_Réservoir Beni Ali	141.2	2000	8.23	1.64	80	74	80	-	2000	-	45

Tableau IV.2 : résultats de calcul adduction – variante n°1 pour Q = 2 fois le débit d'étéage.

Tronçons	ΔH (m)	Lg (m)	Q (l/s)	V (m/s)	D _{pré} (mm)	D _{cal} (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	P _{sortie} (m)
Y.Bahria_RJ O. Bourebou	12.21	1031.2	4.22	0.54	100	80.1	100	-	1031.2	-	7.4
RJ O. Bourebou_Bassin n°1	94.98	1264	7.06	1.4	80	69	80	-	1264	-	46.7
O. Bourebou_ RJ O. Bourebou	6.81	28.2	2.84	2.26	40	38	40	-	28.2	-	1.6
Bassin n°1_Bassin Ain Houta	84.7	708	7.06	1.4	80	62	80	-	708	-	57
O. Blat-4_ Bassin Ain Houta	22.5	1191	3.34	0.66	80	67	80	-	1191	-	12
O. Blat-1_RJ O. Blat n°1	4	156	1.64	0.58	60	47	60	-	156	-	2.7
O. Blat-2_RJ O. Blat n°1	2	15	2.86	1.01	60	42	60	-	15	-	1.7
RJ O. Blat n°1_ RJ O. Blat n°2	4.1	225.4	4.5	0.90	80	75	80	-	225.4	-	1.2
O. Blat-3_ RJ O. Blat n°2	3.7	10	1.56	1.24	40	28	40	-	10	-	3.2
RJ O. Blat n°2_Bassin Ain Houta	141.2	1128	6.06	2.14	60	59	60	-	1128	-	13.6
Bassin Ain Houta_Réservoir Beni Ali	141.2	2000	16.46	2.1	100	97	100	-	2000	-	26

II.1.2.2. Variante n°2 (Acier galvanisé)**Tableau IV.3:** résultats de calcul adduction – variante n°2 pour Q = 1 fois le débit d'étiage

Tronçons	ΔH (m)	Lg (m)	Q (l/s)	V (m/s)	D _{pré} (mm)	D _{cal} (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	Psortie (m)
Y.Bahria_RJ O. Bourebou	12.21	1031.2	2.11	0.62	66	62.8	66/76	-	1031.2	-	2.8
RJ O. Bourebou_Bassin n°1	94.89	1264	3.53	1.03	66	53	66/76	50/60	545	719	4.7
O. Bourebou_RJ O. Bourebou	6.81	28.2	1.42	1.66	33	30	33/42	-	28.2	-	2.7
Bassin n°1_ RJ- Ain Houta	17.2	117.6	3.53	1.80	50	47	50/60	-	117.6	-	4.8
O. Blat-4_ Bassin Ain Houta	22.5	1191	1.67	0.85	50	53	66/76	-	1191	-	13.65
O. Blat-1_RJ O. Blat n°1	4	156	0.82	0.65	40	38	40/49	-	156	-	1
O. Blat-2_RJ O. Blat n°1	2	15	1.43	1.14	40	34	40/49	-	15	-	1.2
RJ O. Blat n°1_ RJ O. Blat n°2	4.1	225.4	2.25	0.66	66	59	66/76	-	225.4	-	1.6
O. Blat-3_ RJ O. Blat n°2	3.7	10	0.78	0.91	33	22	33/42	-	10	-	2.9
RJ O. Blat n°2_RJ-Ain Houta	73.7	1572	3.03	1.54	50	56	66/76	50/60	885.8	686.2	2.5
RJ-Ain Houta_Bassin Ain Houta	66.9	590.4	6.56	1.92	66	63	66/76	-	590.4	-	15
Bassin Ain Houta_R_ Beni Ali	141.2	2000	8.23	1.64	80	75	80/90	-	2000	-	40

Tableau IV.4: résultats de calcul adduction – variante n°2 pour Q = 2 fois le débit d'étiage

Tronçons	ΔH (m)	Lg (m)	Q (l/s)	V (m/s)	D _{pré} (mm)	D _{cal} (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	Psortie (m)
Y.Bahria_RJ O. Bourebou	12.21	1031.2	4.22	0.52	102	81	102/114	80/90	168.1	863.1	1
RJ O. Bourebou_Bassin n°1	94.89	1264	7.06	1.40	80	70	80/90	66/76	546.2	717.8	4.7
O. Bourebou_RJ O. Bourebou	6.81	28.2	2.84	2.26	40	39	40/49	-	28.2	-	1
Bassin n°1_RJ- Ain Houta	17.2	117.6	7.06	2.06	66	61	66/76	-	117.6	-	5.7
O. Blat-4_ Bassin Ain Houta	22.5	1191	3.34	0.66	80	68	80/89	66/76	346.3	844.7	1.1
O. Blat-1_RJ O. Blat n°1	4	156	1.64	0.84	50	49	50/60	-	156	-	0.4
O. Blat-2_RJ O. Blat n°1	2	15	2.86	1.86	50	44	50/60	-	15	-	1
RJ O. Blat n°1_ RJ O. Blat n°2	4.1	225.4	4.5	0.90	80	77	80/90	-	225.4	-	1
O. Blat-3_RJ O. Blat n°2	3.7	10	1.56	1.82	33	29	33/42	-	10	-	1.6
RJ O. Blat n°2_RJ-Ain Houta	73.7	1572	6.06	1.21	80	72	80/90	66/76	951.5	620.5	3.7
RJ-Ain Houta_Bassin Ain Houta	66.9	590.4	13.12	1.61	102	81	102/114	80/90	103.4	487.0	3.3
Bassin Ain Houta_R_ Beni Ali	141.2	2000	16.46	2.01	102	98	102/114	-	2000	-	30

II.1.3. Conclusion sur résultats de calcul

- Les deux variantes sont équivalentes d'un point de vue technique et ne présente aucune contraintes particulières de réalisation ;
- La variante n°1 a un linéaire total de 7757m Fonte ductile et de celui de variante n°2 est de 8200m en acier galvanisé. Aussi la variante n°2 nécessite la construction d'un regard de jonction supplémentaire ;
- Les deux variantes offrent une bonne résistance à d'éventuels feux de forêt (zone à risque) ;
- Les deux variantes n°1 et n°2 étant dimensionnés pour des débits d'étiage et des débits égaux à deux (02) fois les débits d'étiage. Un dimensionnement pour une (01) fois les débits d'étiage permettra un fonctionnement en continue du système captage-adduction-distribution et véhiculera en toute saison un débit égal au débit d'étiage ;
- Toutefois un dimensionnement basé sur deux (02) fois les débits d'étiage aura pour conséquence un fonctionnement intermittent quand les débits captés seront inférieurs aux débits de dimensionnement (2 fois débit d'étiage) ;
- En effet, un fonctionnement intermittent engendrera une difficulté de gestion relative remplissage du réservoir de Beni Ali et nécessitera un vannage quotidien afin de garantir le remplissage du réservoir quand les débits captés seront inférieurs aux débits de dimensionnement ;
- Aussi, un fonctionnement intermittent entrainera une usure plus rapide de tout le système d'adduction ;
- Pour toutes ces raisons nous avons recommande de considérer impérativement le dimensionnement pour une fois les débits d'étiage ;
- Le dimensionnement qui basé sur (02) deux fois les débits d'étiage est rejeté et ne sera plus abordé. Le choix définitif entre la variante n°1 et n°2 sera fixé à l'issue de l'estimation des couts de chacune des deux variantes (Fig. IV.3 et IV.4).

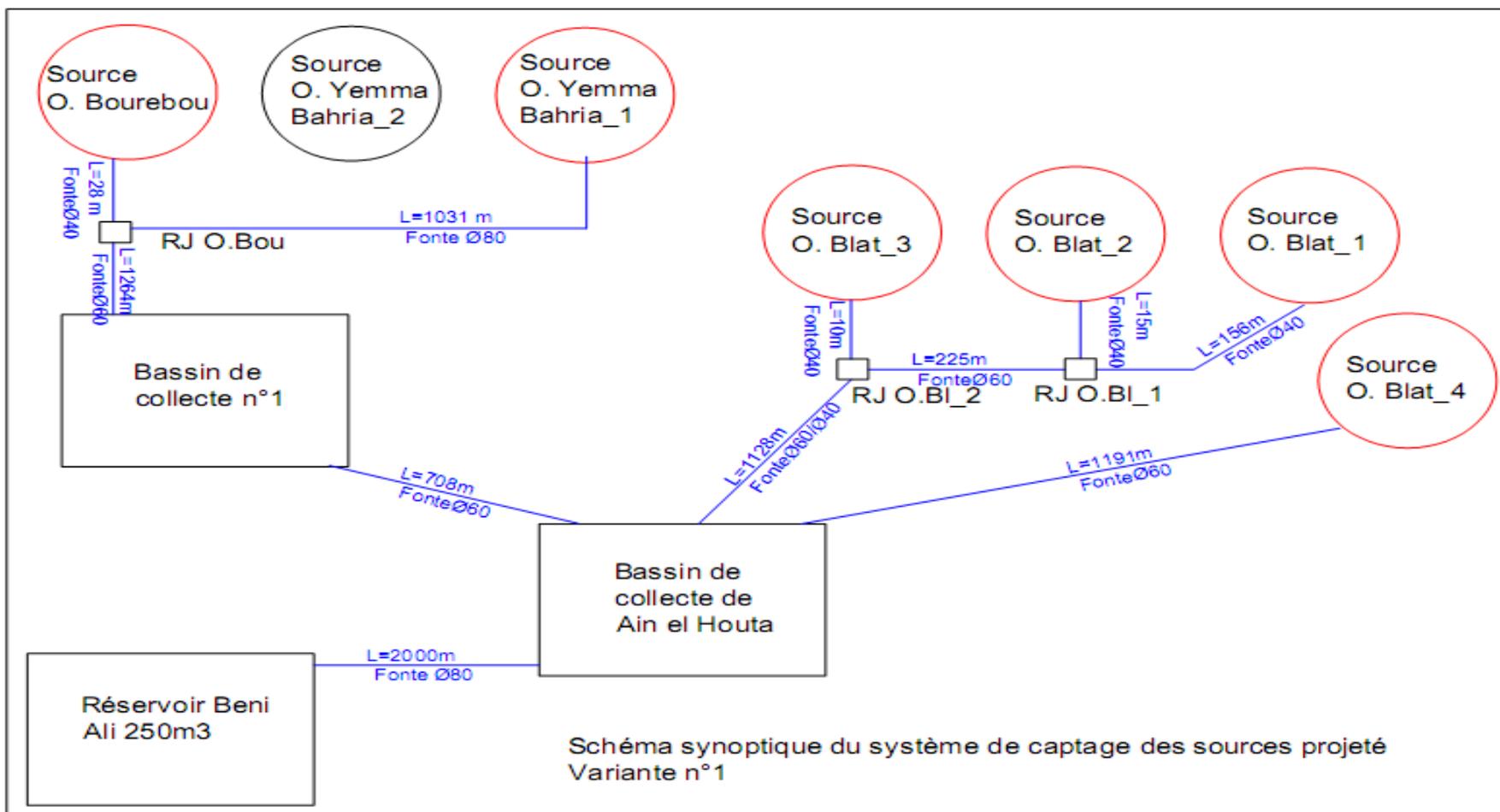


Figure IV.3 : Schéma synoptique du système de captage des sources projeté – variante n°1 (Fonte ductile)

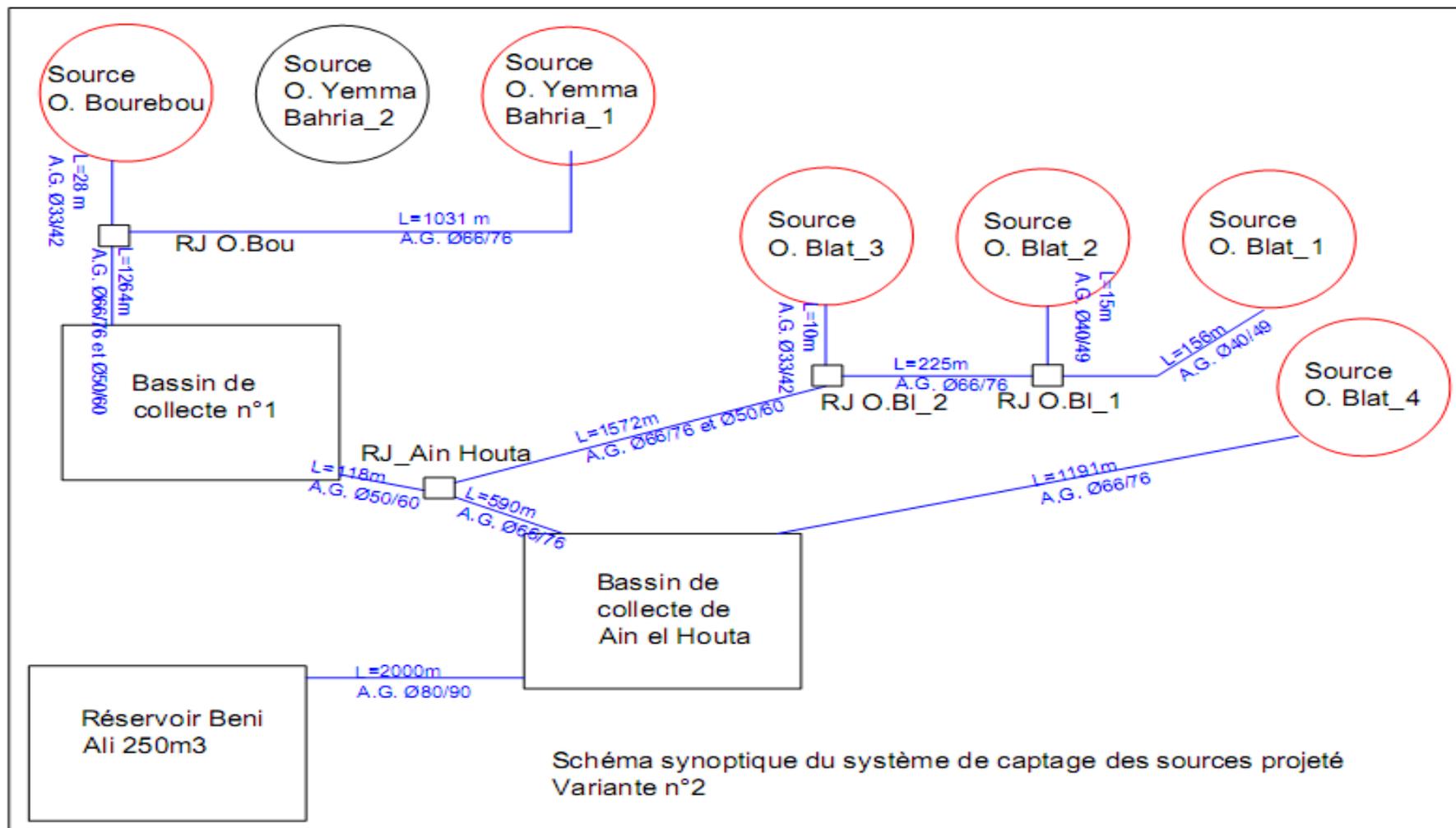


Figure IV.4 : Schéma synoptique du système de captage des sources projeté – variante n°2 (Acier galvanisé)

II.2. Point de vue économique

Nous allons définir tous les travaux à réaliser et estimation des coûts de chaque variante.

II.2.1. Variante n°1: Les travaux à réaliser sont récapitulés dans les tableaux suivant

II.2.1.1. Adductions

Tableau IV.5 : Terrassement pour l'adduction var n°1

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A.1	Terrassement en fouilles de tranchées de toutes profondeurs, toutes natures de sol, sauf le sol rocheux, y compris le dressage fin de fouille.	M ³	2170	400,00	868 000,00
A.2	Mise en place de couche de lit de pose en sable, d'une épaisseur de 10cm, y compris le réglage et le compactage.	M ³	217	3000,00	651 000,00
A.3	Remblai en terre normale y compris le compactage.	M ³	2379	400,00	951 600,00
A.4	Transport de terres en excès jusqu'à une distance de deux kilomètres (5 Km), y compris toutes sujétions.	M ³	225	200,00	45 000,00
A.5	Fourniture et pose de grillage avertisseur bleu	M	7757	80,00	620 560,00
				S/TOTAL	3 136 160,00

Tableau IV.6 : Canalisations var n°1

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
B.1	Fourniture, transport et pose de canalisation en Fonte(PN10), y compris toutes sujétions.				
	Ø 80 mm	M	3031.2	3326,40	10 082 983,68
	Ø 60 mm	M	4030.7	2910,60	11 731 755,42
	Ø 40 mm	M	694.9	2494,80	1 733 636,52
				S/ TOTAL	23 548 375,62

Tableau IV.7: Pièces spéciales var n°1

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
C.1	Fourniture, transport et pose de coude 90° Fonte(PN10), y compris toutes sujétions.				
	Ø 80 mm	U	20	3 724.00	74 480.00
	Ø 60 mm	U	21	2 940.00	61 740.00
	Ø 40 mm	U	5	2 548.00	12 740.00
C.2	Fourniture, transport et pose de coude 45° Fonte(PN10), y compris toutes sujétions				
	Ø 80 mm	U	22	3724.00	81 928.00
	Ø 60 mm	U	28	3528.00	98 784.00
	Ø 40 mm	U	7	2940.00	20 580.00
C.3	Fourniture, transport et pose de ventouse automatique en fonte à une bille flotteur, y compris toutes sujétions.				
	DN50	U	8	25 000.00	200 000.00
				S/ TOTAL	550 252.00

II.2.1.2.Regards de jonction**Tableau IV.8 :** Travaux pour les regards de jonction var n°1

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
	A- Terrassement				
A1	Décapage des terres végétales sur une ep=0.25m	m ²	4	200,00	800,00
A2	Fouille en excavation dans toute nature de terrain à l'exception de terrain rocheux, fouilles exécutées à toute s profondeur pour ancrage des ouvrages	m ³	8	400,00	3 200,00
A3	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique	m ³	8	200,00	1 600,00
A4	Couche de tout venant sous radier ep=20cm	m ³	1	2000,00	2 000,00
				S/TOTAL	7 600 ,00
	B- Gros Œuvres- Maçonnerie –Revêtement				
B1	Béton de propreté dosé a 150Kg/m ³ de ciment sous radier ep=0.10m	m ³	0.5	20 000,00	10 000,00
B2	Béton armé radier dosé à 400 Kg/ m ³ ep=10cm	m ³	1	34 000,00	34 000,00
B3	Béton armé parois dosé à 400kg/ m ³ , ep=5cm	m ³	2	34 000,00	68 000,00
				S/TOTAL	112 000,00

-Suite tableau IV.8

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
C- Etanchéité					
C1	Enduit étanche ep=2cm	m ²	16	400,00	6 400,00
C2	Peinture bitumineuse sur surface enterrée	m ²	16	500,00	8 000,00
S/TOTAL					14 400,00
D- Ferronnerie					
D1	Tampon en fonte trou d'homme/montage (diamètre 80cm)	U	4	5 000,00	20 000,00
S/TOTAL					20 000,00
E- Equipement hydraulique					
E1	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 66/76	U	6	800,00	4 800,00
E2	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 50/60	U	2	700,00	1 400,00
E3	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 40/49	U	2	600,00	1 200,00
E4	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 33/42	U	2	500,00	1 000,00
S/TOTAL					8 400,00
TOTAL					162 400,00

II.2.1.3.Ouvrage de captage**Tableau IV.9 : Travaux pour les chambres d'eau var n°1**

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A- Terrassement					
A1	Décapage des terres végétales sur une ep=0.25m	m ²	50	200,00	10 000,00
A2	Fouille en excavation dans toute nature de terrain à l'exception de terrain rocheux, fouilles exécutées à toutes profondeurs pour ancrage des ouvrages	m ³	70	400,00	28 000,00
A3	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique	m ³	50	200,00	10 000,00
A4	Couche de tout venant sous radier ep=20cm	m ³	4	2 000,00	80 00,00
A5	Hérissonnage en pierres ou moellons ep=20cm	m ³	4	2 000,00	80 00,00
S/TOTAL					64 000,00
B- Gros Œuvres- Maçonnerie –Revêtement					
B1	Béton de propreté dosé à 150Kg/m ³ de ciment sous radier ep=0.10m	m ³	3.5	20 000,00	70 000,00
B2	Béton en pente dosé à 200kg/m ³ ep=0,02 à 0,05m.	m ³	1	24 000,00	24 000,00
B3	Béton armé radier dosé à 400 Kg/ m ³ ep=15cm	m ³	3	34 000,00	102 000,00
B4	Béton armé parois dosé à 400kg/ m ³ , ep=15cm	m ³	10	34 000,00	340 000,00
B5	Béton armé déversoir dosé à 400kg/ m ³ , ep=10 cm	m ³	1	34 000,00	34 000,00
B6	Dalle de recouvrement en béton armé dosé à 200kg/m ³ , ep=10cm	m ³	3	24 000,00	72 000,00

-Suite tableau IV.9

B7	Gabion avec cage en Zimmerman et géotextile	m ³	1.5	25 000,00	37 500,00
B8	Béton armé regard de vanne dosé à 200kg/ m ³	m ³	6	24 000,00	144 000,00
B9	Béton armé toiture dosé à 200kg/ m ³	m ³	8	24 000,00	192 000,00
				S/TOTAL	1015500,00
	C- Etanchéité et Peinture				
C1	Enduit étanche ep=2cm	m ²	130	500,00	65 000,00
C2	Peinture bitumineuse sur surface enterrée	m ²	70	400,00	28 000,00
C3	Peinture bitumineuse sur surfaces intérieures	m ²	40	500,00	20 000,00
C4	Peinture extérieure toiture	m ²	50	200,00	10 000,00
				S/TOTAL	123 000,00
	D- Ferronnerie				
D1	Trappe trou d'homme/montage	U	12	2 000,00	24 000,00
				S/TOTAL	24 000,00
	E- Equipement hydraulique				
E1	Tuyau de scellement à une brides DN 102/114mm, L=350mm	U	6	3 400,00	20 400,00
E2	Tuyau en acier, à soudure DN 80/90 mm L=2000mm		1	3 000,00	3 000,00
E3	Tuyau en acier, à soudure DN 66/76 mm L=2000mm	U	7	2 800,00	19 600,00
E4	Tuyau en acier, à soudure DN 33/42 mm L=2000mm	U	4	950,00	38 00,00
E5	Tuyau de scellement à une brides DN 66/76mm, L=350mm	U	6	1 500,00	90 00,00
E6	Tuyau de scellement soudable DN 80/90mm, L=350mm	U	1	1 200,00	1 200,00
E7	Tuyau de scellement soudable DN 66/76mm, L=350mm	U	7	1 000,00	7 000,00
E8	Tuyau de scellement soudable DN 33/42mm, L=350mm	U	4	500,00	2 000,00
E	Crépine DN90	U	1	6 000,00	6 000,00
E10	Crépine DN80	U	1	5 000,00	5 000,00
E11	Crépine DN60	U	2	4 000,00	8 000,00
E12	Crépine DN50	U	2	3 500,00	7 000,00
E13	Coude 45° soudable en acier, DN80/90	U	2	2 700,00	5 400,00
E14	Coude 45° soudable en acier, DN66/76	U	14	2 500,00	35 000,00
E15	Coude 45° soudable en acier, DN33/42	U	8	1 800,00	14 400,00
E16	Robinet-vanne en fonte, DN102/114	U	6	13 000,00	78 000,00
E17	Joint de raccord AG-Fonte 80	U	1	14 720,00	14 720,00
E18	Joint de raccord AG-Fonte 60	U	1	12 040,00	12 040,00
E19	Joint de raccord AG-Fonte 40	U	4	8 400,00	33 600,00
E20	Robinet-vanne en fonte, DN66/76	U	8	12 600,00	10 0800,00
E21	Robinet-vanne en fonte, DN33/42	U	4	10 920,00	43 680,00
E22	Grille en plastique 200*150mm à maille carrée 20*20mm	U	12	600,00	7 200,00
				S/TOTAL	413 440,00
				TOTAL	1 663 340,00

Tableau IV.10: Cout estimatif de projet var n°1

Désignation travaux	Montant
Tavaux de terrassement	3 136 160,00
Canalisations	23 548 375,62
Pièces spéciales	550 252,00
Regards de jonction	162 400,00
Ouvrages de captage	1 663 340,00
Total H.T.	29 060 527,62
T.V.A. 17%	4 940 289,95
Total T.T.C	34 000 817,32

Le montant total de la variante n°1 en Hors taxe est de 29 060 527,62 Dinars Algérien

II.2.2. Variante n°2 : Les travaux à réaliser sont récapitulés dans les tableaux suivant :

II.2.2.1.Adduction

Tableau IV.11 : Terrassement pour l'adduction var n°2

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A.1	Terrassement en fouilles de tranchées de toutes profondeurs, toutes natures de sol, sauf le sol rocheux, y compris le dressage fin de fouille.	M ³	2341	400,00	936 400,00
A.2	Mise en place de couche de lit de pose en sable, d'une épaisseur de 10cm, y compris le réglage et le compactage.	M ³	234	3 000,00	702 000,00
A.3	Remblai en terre normale y compris le compactage.	M ³	2566	400,00	1 026 400,00
A.4	Transport de terres en excès jusqu'à une distance de deux kilomètres (5 Km), y compris toutes sujétions.	M ³	225	200,00	45 000,00
A.5	Fourniture et pose de grillage avertisseur bleu	M	8200	80,00	656 000,00
				S/TOTAL	3 365 800,00

Tableau IV.12 : Canalisations var n°2

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
B.1	Fourniture, transport et pose de canalisation en Acier galvanisé, y compris toutes sujétions				
	Ø 80/90 mm	M	2000	1 680,00	3 360 000,00
	Ø 66/76 mm	M	4470	1 330,00	5 945 100,00
	Ø 50/60 mm	M	1523	980,00	1 492 540,00
	Ø 40/49 mm	M	171	714,00	122 094,00
	Ø 33/42 mm	M	40	462,00	18 480,00
				S/TOTAL	10 938 214,00

Tableau IV.13: Pièces spéciales var n°2

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
C.1	Fourniture, transport et pose de coude 90°, y compris toutes sujétions.				
	Ø 80/90 mm	U	16	3 500,00	56 000,00
	Ø 66/76 mm	U	27	2 800,00	75 600,00
	Ø 50/60 mm	U	11	2 240,00	24 640,00
	Ø 40/49 mm	U	1	1 400,00	1 400,00
C.2	Fourniture, transport et pose de coude 45°, y compris toutes sujétions				
	Ø 80/90 mm	U	9	3 500,00	31 500,00
	Ø 66/76 mm	U	38	2 800,00	106 400,00
	Ø 50/60 mm	U	14	2 240,00	31 360,00
	Ø 40/49 mm	U	2	1 400,00	2 800,00
C.3	Fourniture, transport et pose de ventouse automatique en fonte à une bille flotteur				
	DN50	U	8	25 000,00	200 000,00
				S/TOTAL	200 000,00

II.2.2.2 Regards de jonction**Tableau IV.14 : Travaux pour les regards de jonction var n°2**

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
	A- Terrassement				
A1	Décapage des terres végétales sur une ep=0.25m	m ²	4	200,00	800,00
A2	Fouille en excavation dans toute nature de terrain à l'exception de terrain rocheux, fouilles exécutées à toute s profondeur pour ancrage des ouvrages	m ³	8	400,00	3 200,00
A3	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique	m ³	8	200,00	1 600,00
A4	Couche de tout venant sous radier ep=20cm	m ³	1	2000,00	2 000,00
				S/TOTAL	7600,00
	B- Gros Œuvres- Maçonnerie –Revêtement				
B1	Béton de propreté dosé a 150Kg/m ³ de ciment sous radier ep=0.10m	m ³	0.5	20000,00	10 000,00
B2	Béton armé radier dosé à 400 Kg/ m ³ ep=10cm	m ³	1	34000,00	34 000,00
B3	Béton armé parois dosé à 400kg/ m ³ , ep=5cm	m ³	2	34000,00	68 000,00
				S/TOTAL	112000,00

-Suite tableau IV.14

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
C- Etanchéité					
C1	Enduit étanche ep=2cm	m ²	16	400,00	6 400,00
C2	Peinture bitumineuse sur surface enterrée	m ²	16	500,00	8 000,00
S/TOTAL					14 400,00
D- Ferronnerie					
D1	Tampon en fonte trou d'homme/montage (diamètre 80cm)	U	4	5000,00	20 000,00
S/TOTAL					20 000,00
E- Equipement hydraulique					
E1	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 66/76	U	6	800,00	4 800,00
E2	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 50/60	U	2	700,00	1 400,00
E3	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 40/49	U	2	600,00	1 200,00
E4	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 33/42	U	2	500,00	1 000,00
S/TOTAL					8 400,00
TOTAL					16 2400,00

II.2.2.3.Ouvrage de captage**Tableau IV.15 : Travaux pour les chambres d'eau var n°2**

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A- Terrassement					
A1	Décapage des terres végétales sur une Ep=0.25m	m ²	50	200,00	10 000,00
A2	Fouille en excavation dans toute nature de terrain à l'exception de terrain rocheux, fouilles exécutées à toutes profondeurs pour ancrage des ouvrages	m ³	34	400,00	13 600,00
A3	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique	m ³	34	200,00	6 800,00
A4	Couche de tout venant sous radier ep=20cm	m ³	4	2 000,00	8 000,00
A5	Hérissonnage en pierres ou moellons ep=20cm	m ³	4	2 000,00	8 000,00
S/TOTAL					46 400,00
B- Gros œuvres- Maçonnerie –Revêtement					
B1	Béton de propreté dosé à 150Kg/m ³ de ciment sous radier ep=0.10m	m ³	3.5	20 000,00	70 000,00
B2	Béton en pente dosé à 200kg/m ³ ep=0,02 à 0,05m.	m ³	1	24 000,00	24 000,00
B3	Béton armé radier dosé à 400 Kg/ m ³ ep=15cm	m ³	3	34 000,00	102 000,00
B4	Béton armé parois dosé à 400kg/ m ³ , ep=15cm	m ³	8	34 000,00	272 000,00
B5	Béton armé déversoir dosé à 400kg/ m ³ , ep=10 cm	m ³	1	34 000,00	34 000,00
B6	Dalle de recouvrement en béton armé dosé à 200kg/m ³ , ep=10cm	m ³	1.5	24 000,00	36 000,00

-Suite tableau IV.15

B7	Gabion avec cage en Zimmerman et géotextile	m ³	1.5	25 000,00	37 500,00
B8	Béton armé regard de vanne dosé à 200kg/ m ³	m ³	3	24 000,00	72 000,00
B9	Béton armé toiture dosé à 200kg/ m ³	m ³	4	24 000,00	96 000,00
				S/TOTAL	743 500 ,00
	C- Etanchéité et Peinture				
C1	Enduit étanche ep=2cm	m ²	130	500,00	65 000,00
C2	Peinture bitumineuse sur surface enterrée	m ²	20	400,00	8 000,00
C3	Peinture bitumineuse sur surfaces intérieures	m ²	45	500,00	22 500,00
C4	Peinture extérieure ouvrage de captage	m ²	45	200,00	9 000,00
C5	Peinture extérieure toiture	m ²	50	200,00	10 000,00
				S/TOTAL	11 4500,00
	D- Ferronnerie				
D1	Trappe trou d'homme/montage	U	6	2 000,00	12 000,00
				S/TOTAL	12 000,00
	E- Equipement hydraulique				
E1	Tuyau en acier, à soudure DN 66/76 mm L=2000mm	U	8	2 800,00	22 400,00
E2	Tuyau en acier, à soudure DN 40/49 mm L=2000mm	U	2	1 500,00	3 000,00
E3	Tuyau en acier, à soudure DN 33/42 mm L=2000mm	U	2	950,00	1 900,00
E4	Tuyau de scellement à une brides DN 66/76mm, L=350mm	U	12	1 500,00	18 000,00
E5	Tuyau de scellement soudable DN 66/76mm, L=350mm	U	8	1000,00	8 000,00
E6	Tuyau de scellement soudable DN 40/49mm, L=350mm	U	2	600,00	1 200,00
E7	Tuyau de scellement soudable DN 33/42mm, L=350mm	U	2	500,00	1 000,00
E8	Crépine DN8	U	2	5 000,00	10 000,00
E9	Crépine DN60	U	2	4 000,00	8 000,00
E10	Crépine DN50	U	2	3 500,00	7 000,00
E11	Coude 45° soudable en acier, DN66/76	U	16	2 500,00	40 000,00
E12	Coude 45° soudable en acier, DN40/49	U	4	2 000,00	8 000,00
E13	Coude 45° soudable en acier, DN33/42	U	4	1 800,00	7 200,00
E14	Robinet-vanne en fonte, DN66/76	U	14	12 600,00	176 400,00
E15	Robinet-vanne en fonte, DN40/49	U	2	9 800,00	19 600,00
E16	Robinet-vanne en fonte, DN33/42	U	2	10 920, 00	21 840,00
E17	Grille en plastique 200*150mm à maille carrée 20*20mm	U	12	600,00	7 200,00
				S/TOTAL	360 740,00
				TOTAL	1 277 140,00

Tableau IV.16: Cout estimatif de projet var n°2

Désignation travaux	Montant
Tavaux de terrassement	3 365 800,00
Canalisations	10 938 214,00
Pièces spéciales	529 700,00
Regards de jonction	162 400,00
Ouvrages de captage	1 277 140,00
Total H.T.	16 273 254,00
T.V.A. 17%	2 766 453,18
Total T.T.C	19 039 707,18

Le montant total de la variante n°2 en Hors taxe est de 16 273 254 dinars Algérien.

Conclusion

Après avoir défini l'ensemble des travaux afférant à la réalisation des deux variantes et estimer le cout total de chacune d'entre elles, il ressort que la variante n°1 est 50 % plus chère que la variante n°2. Aussi la variante n°1 nécessite des travaux d'excavation supplémentaire du fait que les ouvrages de captages soient enterrés et vu l'exiguïté des accès à certaines sources il serait moins contraignant d'opter pour la variante n°2 dont les ouvrages de captages sont posés sur sol.

Bien que les deux variantes se valent d'un point de vue technique, pour toutes les raisons précédemment citées, il été recommandé vivement l'adoption de la variante n°2.

CHAPITRE V

OUVRAGES

Introduction

Les points de relie entre les réseaux de distribution, l'adduction et les sources sont les chambres de captage, les regards de jonctions, bassins de collection et les réservoirs, ces derniers se sont des ouvrages hydrauliques permettant l'accumulation des eaux et leur distribution d'une façon continue, et assurent la régularisation des débits et de pressions dans le réseau de distribution.

Leur dimensionnement doit être bien fait, pour assurer un bon fonctionnement dans le temps et une quantité nécessaire et suffisante lors des heures de pointe.

On retrouve quatre types d'ouvrages hydrauliques ; les aménagements de captages, les regards de jonction et réservoirs de stockage et de distribution.

I. OUVRAGES EXISTANT

I.1. Réservoirs de stockage et de distribution

I.1.1. Définition

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

Les principales fonctions des réservoirs sont :

- **La régulation du débit** entre le régime de l'adduction (déterminé par le système de captage) et le régime de distribution (déterminé par la consommation).

- **La régulation de pression** en tout point du réseau : le réservoir permet de fournir aux abonnés une pression suffisante et plus ou moins constante, la pression fournie par les sources peut varier en fonction de débit d'étiage.

- **La sécurité** vis-à-vis des risques d'incendie, de demande en eau exceptionnelle.

Comme ils offrent d'autres avantages à savoir :

- Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, réparations, extension du réseau...).
- Simplification de l'exploitation.
- Sollicitation régulière des points d'eau qui ne sont pas l'objet des variations journalières au moment de la pointe.
- Régularité des pressions dans le réseau.

I.1.2. Classification des réservoirs

➤ Types de réservoirs

Les réservoirs, pour accomplir convenablement les fonctions auxquelles ils sont conçus, peuvent occuper les différentes dispositions suivantes :

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Sur sol.
- Sur tour ou surélevé (château d'eau).

➤ De multiples facteurs interviennent dans la détermination du type de réservoir

- Conditions topographiques de la région à desservir.
- Conditions hydrauliques de la distribution : volume du réservoir, pression à assurer.
- Type de décideur : maître d'ouvrage, maître d'œuvre ou exploitation.

➤ Les critères les plus souvent retenus pour les choix sont

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

➤ Selon leur capacité, les réservoirs peuvent prendre la forme

- **Rectangulaire ou carrée** : En règle générale, les réservoirs sont rectangulaires ou polygonaux (si l'ouvrage doit s'adapter à la forme de la parcelle ou aux conditions du terrain). Ces formes permettent une construction statique sans surprises et adaptable, une exécution solide ainsi que des agrandissements ultérieurs sans difficultés majeures.

- **Circulaire** : Des grands réservoirs circulaires peuvent être réalisés en béton précontraint. Dans la plupart des cas, on ne réalise pas d'économies substantielles par rapport aux réservoirs rectangulaires. Les avantages sont une bonne stabilité des talus d'excavation et un moindre risque de fissuration. Ce type d'exécution ne convient pas dans un terrain en pente soumis à des sollicitations dissymétriques.

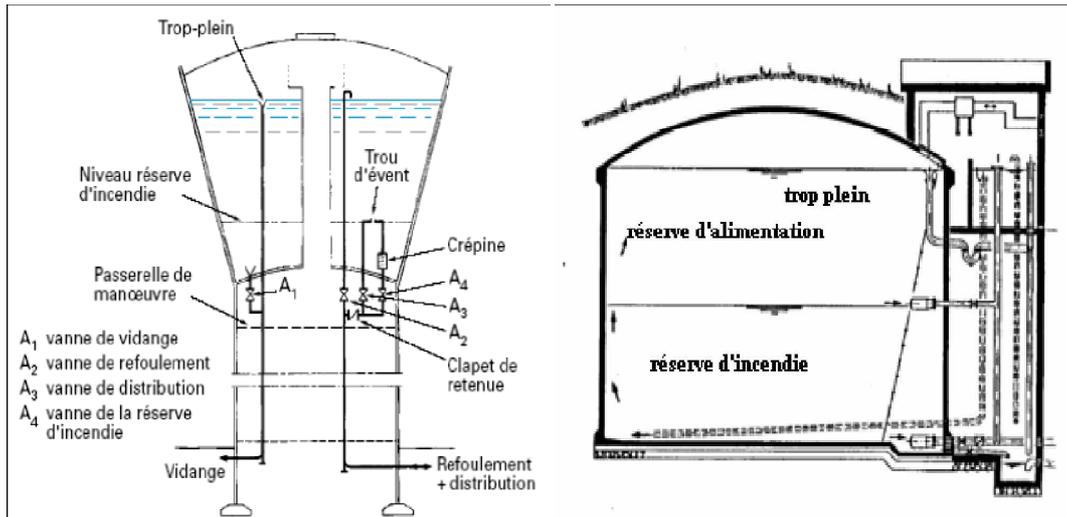


Figure V.1: Réservoir surélevé.

Figure V.2: réservoir semi-enterré circulaire

II. OUVRAGES PROJTEES

II.1. Les regards de jonction

Ces ouvrages, d'un fonctionnement très simple, ont plusieurs conduites d'arrivée d'eau et plusieurs conduites de départ. (Plan n°7)

Les regards de jonction sont utilisés quand plusieurs captages sont proches les uns des autres et qu'il faut réunir toutes les eaux captées pour ensuite les renvoyer vers un réservoir ou un autre regard et pour réduire la linéaire total.

Les regards de jonctions seront aussi réalisés selon la nouvelle projection c'est-à-dire que les anciens seront maintenus pour pouvoir véhiculer les eaux à partir de la chambre de décharge de l'ouvrage captage, ainsi on peut alimenter les agriculteurs par les anciennes conduites compte tenu que les picages des agriculteurs sont sur ces dernières.

II.2. Chambre d'eau

L'aménagement de chambre d'eau permettant un captage optimal de la source et un fonctionnement adéquate assurant un entretien facile et la pérennité de l'ouvrage.

Les chambres de captages auront la même conception, toutefois les chambres d'eau de la variante n°1 seront complètement enterrées et celle des chambres d'eau de la variante n°2 seront projetée sur sol. Aussi, vu que les débits sont de mêmes grandeurs et pour des raisons constructive pratique, les chambres d'eau auront les mêmes dimensions.

II.2.1. Description

Les chambres d'eau projetées sont de forme rectangulaire et intégrées directement au pied des cascades, elles se composent de :

- Un seuil en gabion favorisant le déversement de la cascade dans la chambre de d'interception.
- Une chambre d'interception jouant aussi le rôle de chambre de stabilisation, permettant de recueillir les eaux avant leur déversement dans la chambre de mise en charge. Aussi les matériaux solides seront recueillis au niveau de cette dernière.
- Une chambre de mise en charge où les eaux s'engouffreront dans une conduite pour être acheminées. Cette conduite est munie d'une crépine.
- Une chambre de décharge où l'excédent d'eau provenant de la chambre de mise en charge est stockée puis évacué latéralement par un ajutage.
- Les ajutages évacuant les eaux excédentaires sont reliés aux anciennes adductions. En période d'excès, ces eaux serviront à l'irrigation des parcelles de cultures et vergers se trouvant le long du cheminement de ces adductions. Il est a rappelé qu'actuellement ces vergers sont irrigués par des piquages illicites sur les adductions existantes.
- Le transfert de la chambre de stabilisation vers la chambre de mise en charge se fait par un déversoir avec contraction latérale.
- Le transfert de la chambre de mise en charge vers la chambre de décharge se fait par un déversoir avec contraction latérale.
- Un seuil déversant latéral jouant le rôle de trop plein est intégré à la chambre de stabilisation pour évacuer les plus hautes eaux.
- Une vidange de la chambre de mise en charge.
- Un regard de vanne d'où sont contrôlées la prise et la vidange de fond.
- La chambre d'eau est recouverte par des dalles.

II.2.2. Dimensionnement

a) Hypothèses de calcul

- Le seuil déversant (n°1) de la chambre de stabilisation vers la chambre de mise en charge est dimensionné pour un débit 3 fois supérieur au débit d'étiage de la source.
 - Le seuil déversant (n°2) de la chambre de mise en charge vers la chambre de décharge, ainsi que les ajutages de décharges sont dimensionnés pour un débit 2 fois supérieur au débit d'étiage de la source.
 - Le seuil déversant (n°3) latéral jouant le rôle de top plein est dimensionné pour 10 fois le débit d'étiage.
 - La hauteur de pelle P et la longueur déversant b, ainsi que longueur total du déversoir B sont fixées a priori.
- Les seuils déversant par l'équation générale des déversoirs :

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} H^{3/2} \quad (\text{V.1})$$

Où :

- Q = débit déversant en m³/s.
- b = longueur de déversement (crête).
- H : charge dynamique en m.

b) Résultats de calcul chambres d'eau

Tableau V.1 : Résultats de calcul seuil déversant n°1

Source	H _{étiage} (mm)	P (m)	b (m)	B (m)	Q _{étiage} (l/s)	m	3*Q _{étiage} (l/s)	H _{3*Q-étiage} (mm)
O. Yemma bahria_1	39	0.45	0.20	1	2.11	0.31	6.33	82
O. Bourebou	30	0.45	0.20	1	1.42	0.31	4.26	63
O. Blat_1	21	0.45	0.20	1	0.82	0.31	2.46	44
O. Blat_2	30	0.45	0.20	1	1.43	0.31	4.29	63
O. Blat_3	20	0.45	0.20	1	0.78	0.31	2.34	42
O. Blat_4	34	0.45	0.20	1	1.67	0.31	5.01	70

Tableau V.2 : Résultats de calcul seuil déversant n°2

Source	H _{étiage} (mm)	P (m)	b (m)	B (m)	2*Q _{étiage} (l/s)	m
O. Yemma bahria_1	62	0.35	0.20	1	4.22	0.31
O. Bourebou	48	0.35	0.20	1	2.84	0.31
O. Blat_1	33	0.35	0.20	1	1.64	0.31
O. Blat_2	48	0.35	0.20	1	2.86	0.31
O. Blat_3	32	0.35	0.20	1	1.56	0.31
O. Blat_4	53	0.35	0.20	1	3.34	0.31

Tableau V.3 : Résultats de calcul seuil déversant n°3

Source	H _{étiage} (mm)	P (m)	b (m)	B (m)	10*Q _{étiage} (l/s)	m
O. Yemma bahria_1	100	0.55	0.40	0.60	21.1	0.32
O. Bourebou	86	0.55	0.40	0.60	14.2	0.32
O. Blat_1	59	0.55	0.40	0.60	8.2	0.32
O. Blat_2	86	0.55	0.40	0.60	14.3	0.32
O. Blat_3	57	0.55	0.40	0.60	7.8	0.32
O. Blat_4	95	0.55	0.40	0.60	16.7	0.32

- Le diamètre des ajutages de décharge est donné par (S= section) :

$$Q = 0.82.S.\sqrt{2.g.H} \quad (V.2)$$

Tableau V.4 : Résultats de calcul ajutage de décharge

Source	H (mm)	2*Q _{étiage} (l/s)	D (mm)	Longueur ajutage (m)
O. Yemma bahria_1	150	4.22	60	0.20
O. Bourebou	155	2.84	50	0.20
O. Blat_1	140	1.64	40	0.20
O. Blat_2	150	2.86	50	0.20
O. Blat_3	130	1.56	40	0.20
O. Blat_4	140	3.34	60	0.20

Les chambres d'eau de captage des sources seront recouvertes par une toiture afin d'éviter l'intrusion des feuillages qui pourraient gênés le bon fonctionnement du captage. Aussi il est nécessaire de prévoir un nettoyage régulier de ces chambres et particulièrement la chambre de stabilisation et d'interception (plan n°7).

Conclusion

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons présenté et dimensionné les différents ouvrages hydrauliques à mettre en place dans ce projet. Ces ouvrages vont assurer un bon fonctionnement du système de captage à long terme afin d'obtenir un débit d'eau important, stable et de bonne qualité.

CHAPITRE VI

ORGANISATION DE CHANTIER ET DEVIS ESTIMATIF

Introduction

L'organisation de chantier et le devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur l'exécution et le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

Les différents travaux à réaliser pour notre projet de captage de sources d'eau potable sont :

- La projection d'une conduite d'adduction.
- La construction des regards de jonction.
- La construction des chambres d'eau.

I. DIFFERENTS TRAVAUX A ENTREPRENDRE

I.1. Travaux concernant l'adduction

a) Terrassement

L'opération de terrassement (déblais) consiste à faire des excavations dans toutes natures de terrain. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

Tableau VI.1 : Calcul du volume et coût de terrassement des conduites d'adduction

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A.1	Terrassement en fouilles de tranchées de toutes profondeurs, toutes natures de sol, y compris le dressage fin de fouille.	m ³	2341	400.00	936 400.00
A.2	Mise en place de couche de lit de pose en sable, d'une épaisseur de 10cm, y compris le réglage et le compactage.	m ³	234	3000.00	702 000.00
A.3	Remblai en terre normale y compris le compactage.	m ³	2098	400.00	839 200.00
A.4	Transport de terres en excès jusqu'à une distance de deux kilomètres (5 Km), y compris toutes sujétions.	m ³	712	200.00	142 400.00
A.5	Fourniture et pose de grillage avertisseur bleu	m	8200	80.00	656 000.00
				TOTAL	3 276 000.00

b) Canalisations

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

Tableau VI.2 : estimation de travaux concernant la canalisation

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
B.1	Fourniture, transport et pose de canalisation en Acier galvanisé, y compris toutes sujétions				
	Ø 80/90 mm	m	2000	1 680,00	3 360 000,00
	Ø 66/76 mm	m	4470	1 330,00	5 945 100,00
	Ø 50/60 mm	m	1523	980,00	1 492 540,00
	Ø 40/49 mm	m	171	714,00	122 094,00
	Ø 33/42 mm	m	40	462,00	18 480,00
				S/TOTAL	10 938 214,00

c) Pièces spéciales

C'est les accessoires nécessaires pour le meilleur fonctionnement de système.

Tableau VI.3 : Fourniture en pièces spéciales

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
C.1	Fourniture, transport et pose de coude 90° en Acier galvanisé(PN10), y compris toutes sujétions.				
	Ø 80/90 mm	U	16	3 500,00	56 000,00
	Ø 66/76 mm	U	27	2 800,00	75 600,00
	Ø 50/60 mm	U	15	2 240,00	33 600,00
	Ø 40/49 mm	U	1	1 400,00	1 400,00
C.2	Fourniture, transport et pose de coude 45°, en Acier galvanisé(PN10) y compris toutes sujétions.				
	Ø 80/90 mm	U	31	3 500,00	108 500,00
	Ø 66/76 mm	U	48	2 800,00	134 400,00
	Ø 50/60 mm	U	14	2 240,00	31 360,00
	Ø 40/49 mm	U	2	1 400,00	2 800,00
C.3	Fourniture, transport et pose de ventouse automatique en fonte à une bille flotteur, y compris toutes sujétions.				
	DN50	U	8	25 000,00	200 000,00
C.4	Fourniture, transport et pose de réduction en Acier galvanisé(PN10) y compris toutes sujétions.				
	Réduction 66/76 à 50/60	U	2	4 000,00	8 000,00
				S/TOTAL	60 6160,00

I.2. Travaux concernant les regards de jonction

Les différentes opérations pour l'exécution des regards et leurs accessoires.

Tableau VI.4 : Réalisation des regards de jonction

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A- Terrassement					
A1	Décapage des terres végétales sur une ep=0.25m	m ²	4	200,00	800,00
A2	Fouille en excavation dans toute nature de terrain, fouilles exécutées à toute s profondeur pour ancrage des ouvrages	m ³	8	400,00	3 200,00
A3	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique	m ³	8	200,00	1 600,00
A4	Couche de tout venant sous radier ep=20cm	m ³	1	2000,00	2 000,00
S/TOTAL					7 600,00
B- Gros Œuvres- Maçonnerie –Revêtement					
B1	Béton de propreté dosé a 150Kg/m ³ de ciment sous radier ep=0.10m	m ³	0.5	20000,00	10 000,00
B2	Béton armé radier dosé à 400 Kg/ m ³ ep=10cm	m ³	1	34000,00	34 000,00
B3	Béton armé parois dosé à 400kg/ m ³ , ep=5cm	m ³	2	34000,00	68 000,00
S/TOTAL					112 000,00
C- Etanchéité					
C1	Enduit étanche ep=2cm	m ²	16	400,00	6 400,00
C2	Peinture bitumineuse sur surface enterrée	m ²	16	500,00	8 000,00
S/TOTAL					14 400,00
D- Ferronnerie					
D1	Tampon en fonte trou d'homme/montage (diamètre 80cm)	U	4	5000,00	20 000,00
S/TOTAL					20 000,00
E- Equipement hydraulique en Acier galvanisé (PN10)					
E1	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 66/76	U	6	800,00	4 800,00
E2	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 50/60	U	2	700,00	1 400,00
E3	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 40/49	U	2	600,00	1 200,00
E4	Tuyau à scellement L=300mm, Ø 33/42	U	2	500,00	1 000,00
S/TOTAL					8 400,00
TOTAL					162 400,00

I.3. Travaux concernant les chambres de captage

Pour des raisons d'hygiène, l'emploi du bois comme matériau de construction dans les chambres d'eau est interdit. Le bois d'étais ne doit en aucun cas rester dans le sol (pourriture, nids de vermine, etc.). Les matériaux à base de calcaire et le mortier à la chaux sont à éviter car ils se désagrègent avec le temps.

En règle générale, le béton représente le matériau le mieux approprié et le plus résistant pour l'exécution des captages et chambres d'eau.

Tableau VI.5 : Réalisation des chambres d'eau

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
A- Terrassement					
A1	Décapage des terres végétales sur une ep=0.25m	m ²	50	200,00	10 000,00
A2	Fouille en excavation dans toute nature de terrain, fouilles exécutées à toutes profondeurs pour ancrage des ouvrages	m ³	34	400,00	13 600,00
A3	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique	m ³	34	200,00	6 800,00
A4	Couche de tout venant sous radier ep=20cm	m ³	4	2 000,00	8 000,00
A5	Hérissonnage en pierres ou moellons ep=20cm	m ³	4	2 000,00	8 000,00
S/TOTAL					46 400,00
B- Gros Œuvres- Maçonnerie –Revêtement					
B1	Béton de propreté dosé à 150Kg/m ³ de ciment sous radier ep=0.10m	m ³	3.5	20 000,00	70 000,00
B2	Béton en pente dosé à 200kg/m ³ ep=0,02 à 0,05m.	m ³	1	24 000,00	24 000,00
B3	Béton armé radier dosé à 400 Kg/ m ³ ep=15cm	m ³	3	34 000,00	102 000,00
B4	Béton armé parois dosé à 400kg/ m ³ , ep=15cm	m ³	8	34 000,00	272 000,00
B5	Béton armé déversoir dosé à 400kg/ m ³ , ep=10 cm	m ³	1	34 000,00	34 000,00
B6	Dalle de recouvrement en béton armé dosé à 200kg/m ³ , ep=10cm	m ³	1.5	24 000,00	36 000,00
B7	Gabion avec cage en Zimmerman et géotextile	m ³	1.5	25 000,00	37 500,00
B8	Béton armé regard de vanne dosé à 200kg/ m ³	m ³	3	24 000,00	72 000,00
B9	Béton armé toiture dosé à 200kg/ m ³	m ³	4	24 000,00	96 000,00
S/TOTAL					743 500 ,00

-Suite tableau VI.5

N°	Désignation	U	Quantité	P.U.	Montant
C- Etanchéité et Peinture					
C1	Enduit étanche ep=2cm	m ²	130	500,00	65 000,00
C2	Peinture bitumineuse sur surface enterrée	m ²	20	400,00	8 000,00
C3	Peinture bitumineuse sur surfaces intérieures	m ²	45	500,00	22 500,00
C4	Peinture extérieure ouvrage de captage	m ²	45	200,00	9 000,00
C5	Peinture extérieure toiture	m ²	50	200,00	10 000,00
S/TOTAL					11 4500,00
D- Ferronnerie					
D1	Trappe trou d'homme/montage	U	6	2 000,00	12 000,00
S/TOTAL					12 000,00
E- Equipement hydraulique					
E1	Tuyau en acier, à soudure DN 66/76 mm L=2000mm	U	8	2 800,00	22 400,00
E2	Tuyau en acier, à soudure DN 40/49 mm L=2000mm	U	2	1 500,00	30 00,00
E3	Tuyau en acier, à soudure DN 33/42 mm L=2000mm	U	2	950,00	1 900,00
E4	Tuyau de scellement à une brides DN 66/76mm, L=350mm	U	12	1 500,00	18 000,00
E5	Tuyau de scellement soudable DN 66/76mm, L=350mm	U	8	1000,00	8 000,00
E6	Tuyau de scellement soudable DN 40/49mm, L=350mm	U	2	600,00	1 200,00
E7	Tuyau de scellement soudable DN 33/42mm, L=350mm	U	2	500,00	1 000,00
E8	Crépine DN8	U	2	5 000,00	10 000,00
E9	Crépine DN60	U	2	4 000,00	8 000,00
E10	Crépine DN50	U	2	3 500,00	7 000,00
E11	Coude 45° soudable en acier, DN66/76	U	16	2 500,00	40 000,00
E12	Coude 45° soudable en acier, DN40/49	U	4	2 000,00	8 000,00
E13	Coude 45° soudable en acier, DN33/42	U	4	1 800,00	7 200,00
E14	Robinet-vanne en fonte, DN66/76	U	14	12 600,00	176 400,00
E15	Robinet-vanne en fonte, DN40/49	U	2	9 800,00	19 600,00
E16	Robinet-vanne en fonte, DN33/42	U	2	10 920,00	21 840,00
E17	Grille en plastique 200*150mm à maille carrée 20*20mm	U	12	600,00	7 200,00
S/TOTAL					353 540,00
TOTAL					1 269 940,00

Donc le devis estimatif de projet (Tab. VI.6)

Tableau VI.6: Cout totale du projet

Désignation travaux	Montant
Tavaux de terrassement	3 276 000.00
Canalisations	10 938 214.00
Pièces spéciales	606 160.00
Regards de jonction	162 400.00
Ouvrages de captage	1 269 940.00
Total H.T.	16 252 714.00
T.V.A. 17%	13 489 752.62
Total T.T.C	19 015 675.38

❖ *NB* : les prix unitaires sont fournis par DRE Blida.

Le montant total du projet en Hors taxe est de **16 252 714** dinars Algérien.

II. CHOIX DES ENGINES

II.1. La pelle et le chargeur ou la chargeuse

Les engins de chargement de matériaux :

Les pelles, dont le poids peut atteindre 100 tonnes, sont équipées d'un godet d'une capacité maximale de 6 m³, et les chargeuses, qui, grâce à leur godet frontal, soulèvent, transportent et déchargent des matériaux sur de courtes distances. Rapides et mobiles, elles sont fréquemment utilisées dans les carrières.



Figure VI.1: La pelle hydraulique et le chargeur

II.2. Les engins de transport des matériaux

Pour la mise en place des matériaux de construction et les ouvrages comme les chambres de captage d'eau et les regards de jonction on utilise :

- Les camions rigides, dont la capacité de la benne peut atteindre 35 tonnes.
- Les camions articulés, pouvant circuler sur des terrains accidentés.
- Les camions routiers, pour les transports plus longs.



Figure VI.2: Les engins de transport

II.3. Matériels de compactage

Puisque les chambres de captage ont une petite surface et le terrain est inaccessible on peut utiliser les compacteurs à main.



Figure VI.3: Compacteur à main

Dans les pays européens comme l'Allemagne ils utilisent même l'hélicoptère dans les zones difficilement accessibles.



Figure VI.4: Travaux dans un terrain montagneux

III. PLANIFICATION DES TRAVAUX

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

Les principales opérations à exécuter sont :

- Préparation de l'espace de travail ;
- Décapage de la couche supérieure pour l'adduction ;
- Décapage de la couche de végétation pour les chambres de captage;
- Exécution des tranchées ;
- Exécution des fouilles pour les chambres de captage;
- La mise en place des canalisations en tranchée ;
- Construction des regards en béton armé ;
- Construction des chambres d'eau;
- Remblaiement des tranchées ;
- Faire des vérifications et des finitions du projet.

Tableau VI.7 : La liste de tâches

Note	Opération	TR (jours)
A	Préparation de l'espace de travail	05
B	Décapage de la couche supérieure pour l'adduction	25
C	Décapage de la couche de végétation pour les chambres de captage	05
D	Exécution des tranchées	230
E	Exécution des fouilles pour les chambres	25
F	La mise en place des canalisations en tranchée	140
G	Construction des regards en béton armé	45
H	Construction des chambres d'eau	120
I	Remblaiement des tranchées	30
J	Faire des vérifications et des finitions du projet	07

III.1. Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM)

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent dans le tableau suivant :

Tableau VI.8: Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération

N°	Opération	TR (jours)	Précède	Succède
01	A	05	B-C	----
02	B	15	D	A
03	C	90	E	A
04	D	30	G	B
05	E	45	F	B
06	F	90	H	D
07	G	45	I	E
08	H	45	I	C
09	I	30	J	F-G
10	J	8	----	H-I

Après avoir pris en considération tous les éléments cités on obtient le diagramme suivant :

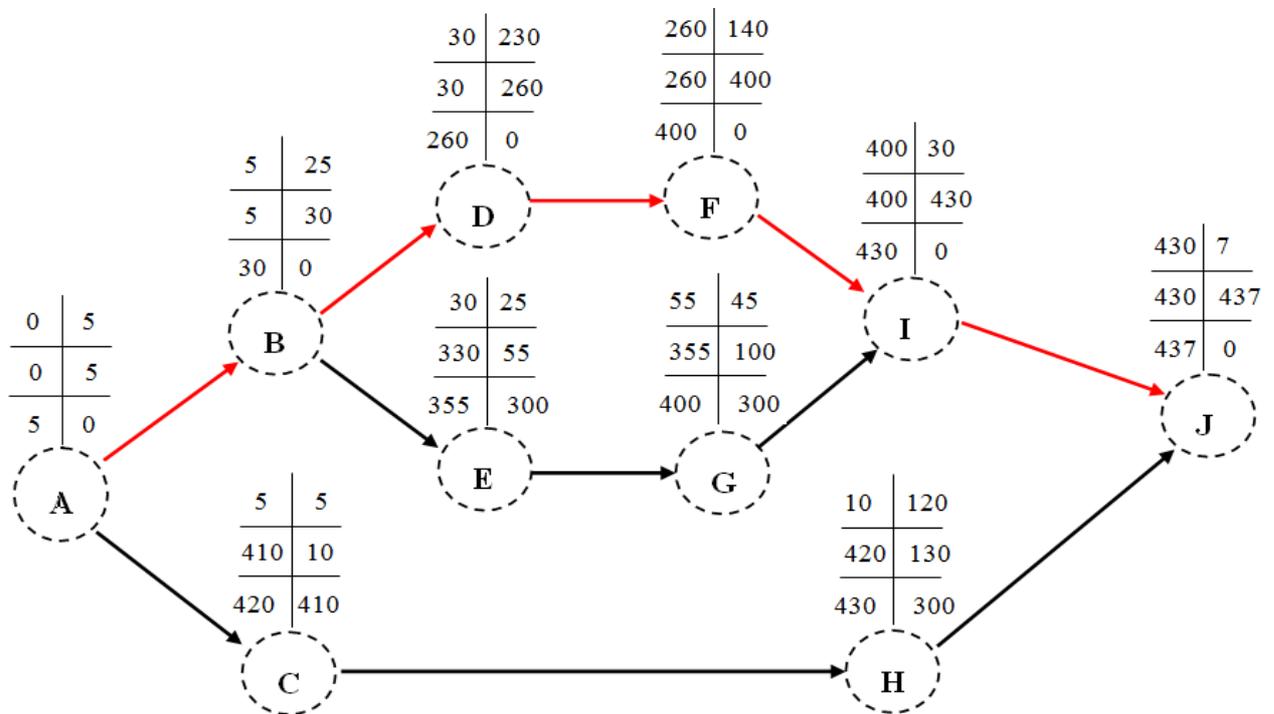
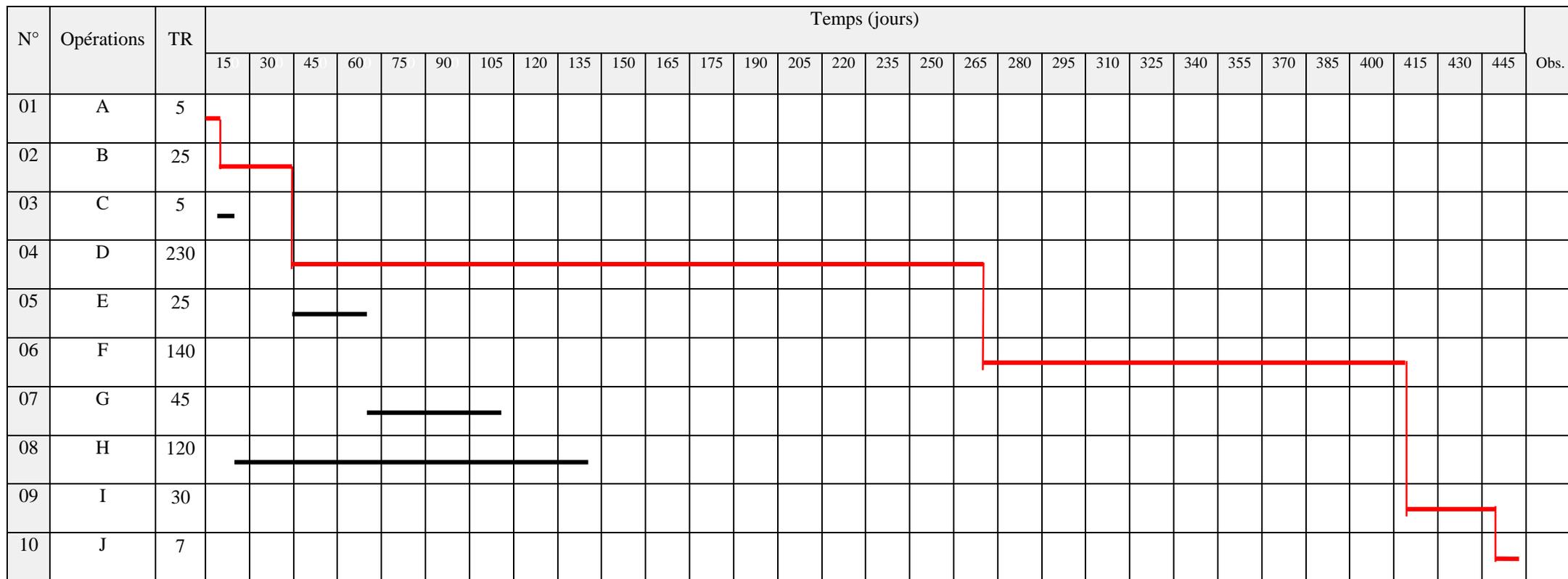


Figure VI.5: Réseaux à nœuds (méthode CPM)

Tableau VI.9: Diagramme de GANT



: Chemin critique.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait en premier lieu un devis estimatif quantitatif pour la conduite d'adduction, les ouvrages de captage et les regards de jonction, et proposée les engins adaptés pour la mise en place.

Par la suite nous avons dressé le réseau d'exécution des travaux, et nous avons trouvé une période de réalisation de 437 jours, à l'environ de 15 mois un délai qui est un peu long à cause de la nature du terrain montagneux a forte pente dans quelque tronçons qui nécessite des engins et main d'œuvre spécialisée.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif principal de ce travail était de faire une étude du système de captage des sources naturelles et d'alimentation en eau potable de la commune de Chréa coté nord. Pour atteindre l'objectif escompté, il était nécessaire de :

- Définir les différents termes ainsi que les différentes notions qui interviennent lors des études de captage des sources et qui sont nécessaires à la compréhension de notre étude et cela à travers une synthèse bibliographique.

- Faire une présentation de la zone d'étude de point de vue topographique, climatique, géologique, hydrogéologique et hydraulique afin de garantir une meilleure projection du système de captage des sources.

- Faire un diagnostic du dispositif permettant le captage des sources de Chréa et leurs adductions. Ce diagnostic a permis de constater ce qui suit :

- Une dégradation élevée des aménagements de captage existants. Donc il est recommandé de projeter de nouveaux aménagements de captage des cinq sources de Chréa déjà captées.
- Le captage d'une nouvelle source (Source d'Oued Yemma Bahria_1), afin de renforcer la capacité de production à un horizon futur.
- La présence de nombreuses fuites, de piquages illicites sur les adductions, ainsi que l'utilisation excessive de coude à angle droit et la faible profondeur d'enfouissement des conduites. Donc il est recommandé de projeté de nouvelles conduites d'adduction en concordance avec les débits d'étiage mesurés.
- Une faible dégradation des bassins de collectes .Donc il est recommandé de procéder à leurs réhabilitation.
- Il est recommandé d'installer des appareillages de mesure à l'entrée du réservoir de Beni Ali afin de connaitre le débit entrant.
- Aussi, il est recommandé de changer l'ensemble des accessoires défectueux, vannes de vidange, vannes de sectionnement.
- Enfin, il est recommandé de faire une nouvelle projection permettant l'optimisation du fonctionnement du système de captage des sources.

-Faire une étude technico-économique des différentes variantes proposées dans le cadre de cette étude. Ces variantes diffèrent dans le tracé des adductions et le matériau des conduites. Cette étude technico-économique a montré que les deux variantes sont bonnes de point de vue technique et que la différence résulte dans le volet économique. Cela a permis de faire le choix de la meilleure variante.

-Dimensionner les différents ouvrages projetés dans le cadre de cette étude.

-Enfin, Estimer le volume des travaux et élaborer un devis estimatif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bonvin, J., 2005. Hydraulique urbaine. Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud. Genève. Suisse.

Desjardins, R., 1997. Le traitement des eaux. Edition de l'école polytechnique de Montréal. Canada.

Hachemi, A., Cours de traitement des eaux 4^{ème} année. ENSH.

Lanoix, J.N., Roy, M.L., 1976. Manuel du technicien sanitaire. Organisation Mondiale de la santé. Genève. Suisse. 193 P.

Moussa, M., 2002. Alimentation en eau potable. Ecole nationale d'ingénieurs de Tunis.

Mokrane, W., Cours de PSP 5^{ème} année. ENSH.

SALAH, B., « Polycopie d'Alimentation en Eau Potable », école nationale supérieure de l'hydraulique. BLIDA. 1993.

ANNEXES

**Annexe I : Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine
(OMS –AFNOR)**

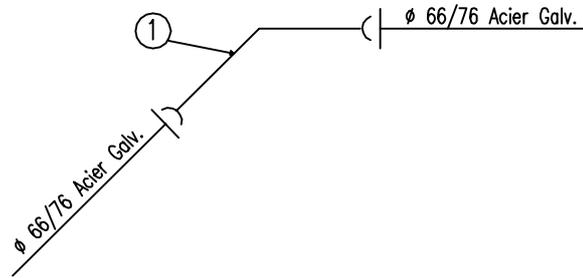
Directives O.M.S		Normes AFNOR
Paramètres	admissible []	
Température	-	25°c
Conductivité	-	1250 µs/cm (CEE)
pH	6.5 – 9.2	6,5 -9
Chlorures	400 mg/l	250 mg/l
Sulfates	400 mg/l	250 mg/l
Magnésium	150 mg/l	50 mg/l
Sodium	-	150 mg/l
Potassium	-	12 mg/l
Calcium	200 mg/l	-
Dureté (TH)	50 °F	35°F (CEE)
TAC	50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

Annexe II : Résultats d'analyses des eaux de la source Oued Yemma Bahria_1

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

N° Nœud	Type nœud		N° Nœud	Type nœud		N° Nœud	Type nœud
1	A3		47	C3		90	H
2	B3		48	C3		91	C3
3	G		49	D3		92	C2
4	F		50	A3		93	E2
5	G		51	H		94	H2
6	F		52	D		95	E2
7	G		53	C		96	D2
8	C3		54	E		97	C2
9	A		55	H		98	H2
10	G		56	E		99	E2
11	F		57	G		100	A5
12	B		58	H1		101	A2
13	B		59	E1		102	C5
14	G		59bis	F1		103	H2
15	B		60	H1		104	D2
16	A		61	E1		105	C2
17	G		62	H1		106	E2
18	F		63	D1		107	D2
19	B		64	A1		108	B2
20	D		65	A4		109	C2
21	D		66	H1		110	D2
22	A		67	E1		111	B5
23	B		67bis	F1		112	B2
24	A		68	A6		113	C2
25	C3		69	F		114	H2
26	A3		70	H		115	D2
27	A3		71	E		116	C2
28	C		72	H		117	H2
29	C		73	A3		118	D2
30	C		74	F		119	C2
31	A6		75	G		120	D2
32	E1		76	H		121	A2
33	C1		77	C		122	B2
34	A4		77bis	E		123	A2
35	B1		78	H		124	B2
36	C1		79	C		125	C2
37	E1		80	E		126	H2
38	C1		81	F		42BIS	E1
39	A4		82	G			
40	B1		83	B6			
41	C1		84	D6			
42	E1		85	C6			
43	D1		86	A			
44	E		87	E			
45	H		88	G			
46	G		89	E			

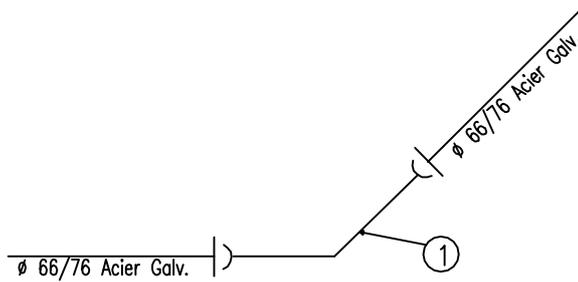
NOEUD_Type__A



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

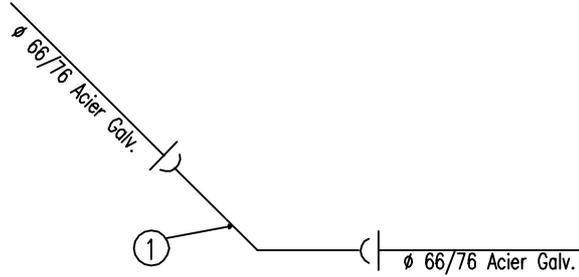
NOEUD_Type__B



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

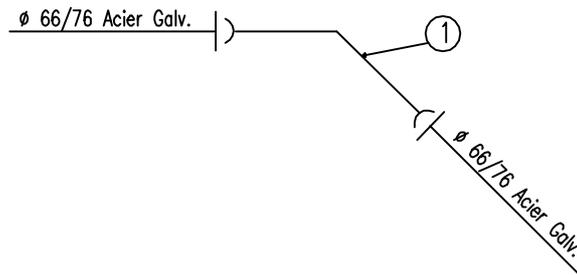
NOEUD_Type__C



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

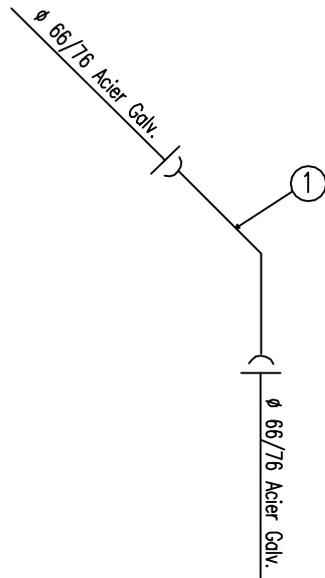
NOEUD_Type__D



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

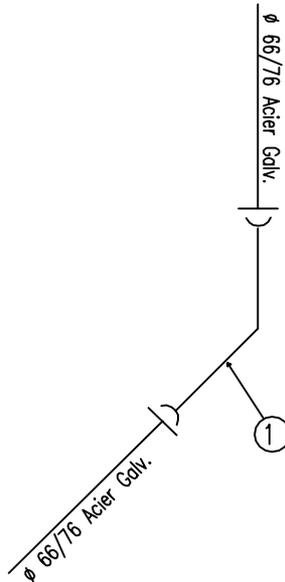
NOEUD_Type__E



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

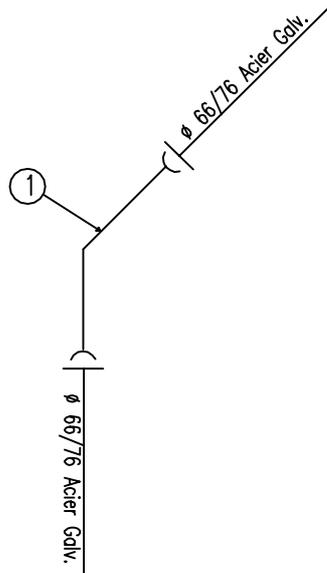
NOEUD_Type__F



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

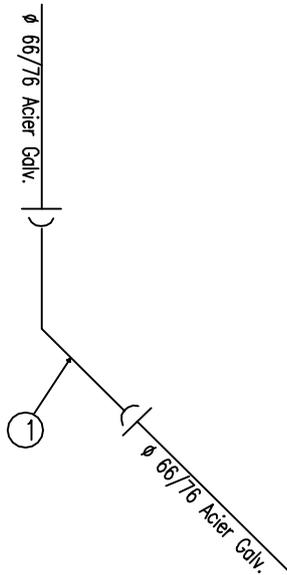
NOEUD_Type__G



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

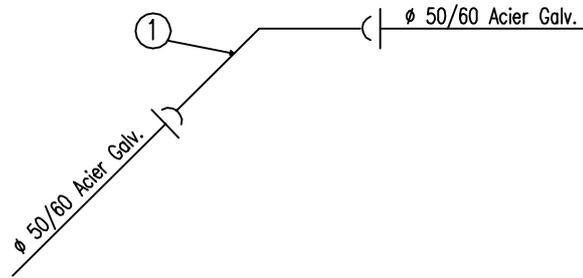
NOEUD_Type__H



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

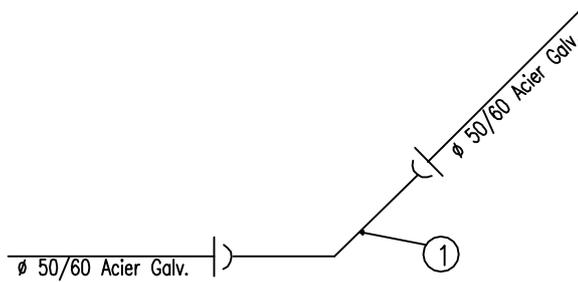
NOEUD_Type_A1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

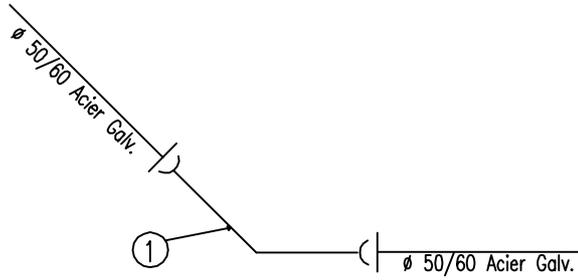
NOEUD_Type_B1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

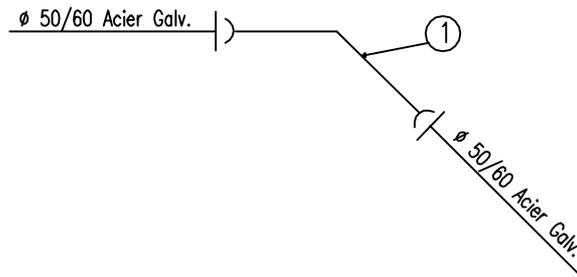
NOEUD_Type_C1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

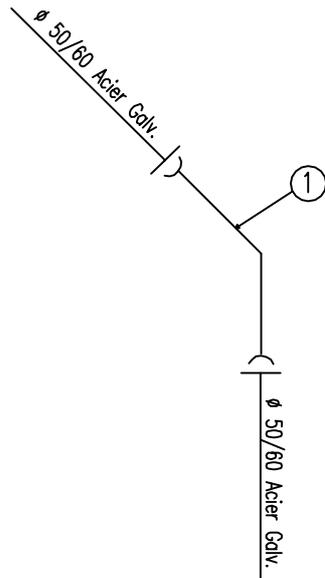
NOEUD_Type_D1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

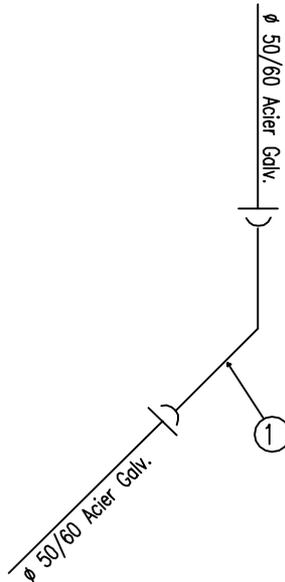
NOEUD_Type_E1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

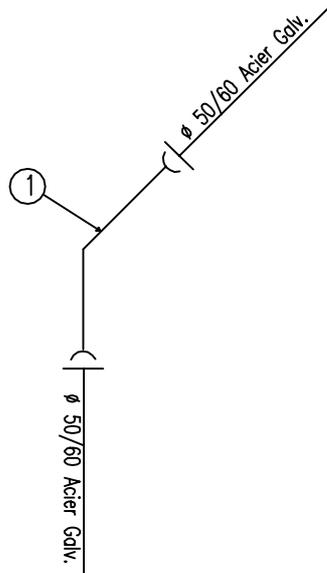
NOEUD_Type_F1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

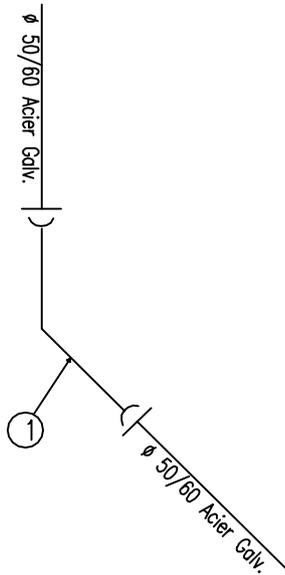
NOEUD_Type_G1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

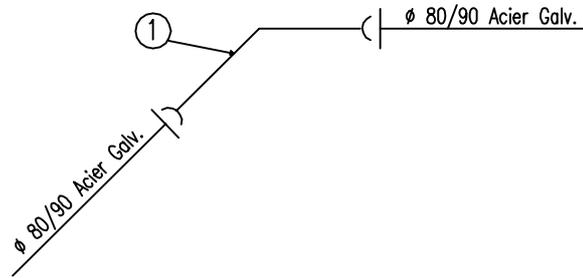
NOEUD_Type_H1



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

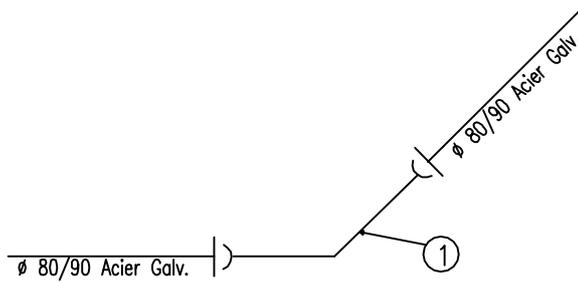
NOEUD_Type_A2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

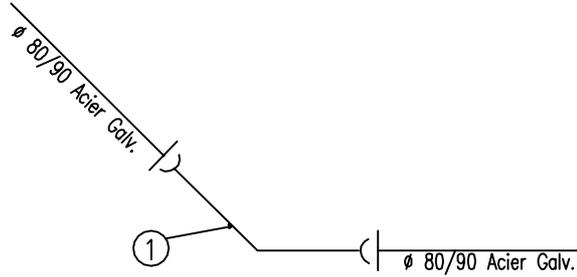
NOEUD_Type_B2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

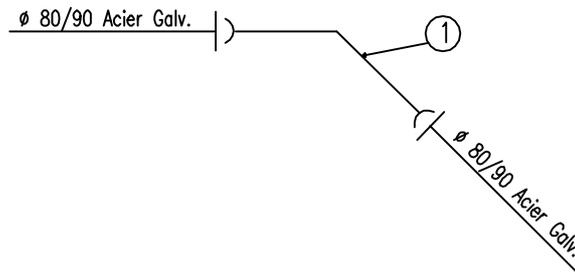
NOEUD_Type_C2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

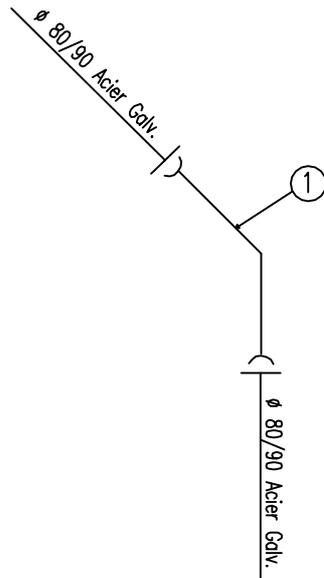
NOEUD_Type_D2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

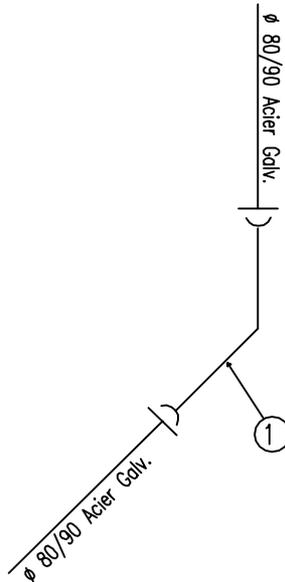
NOEUD_Type_E2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

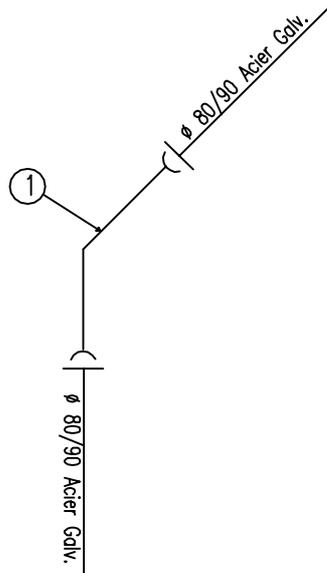
NOEUD_Type_F2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

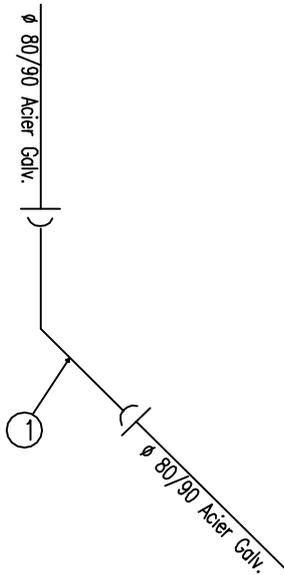
NOEUD_Type_G2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

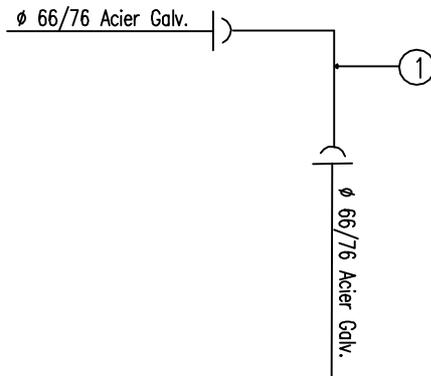
NOEUD_Type_H2



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

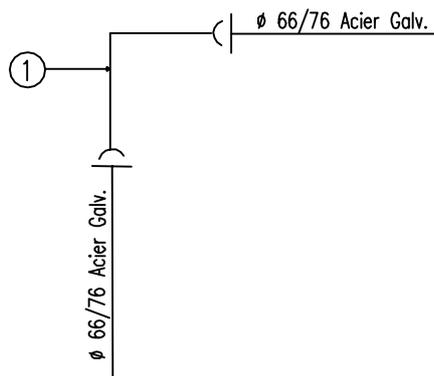
NOEUD_Type_A3



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

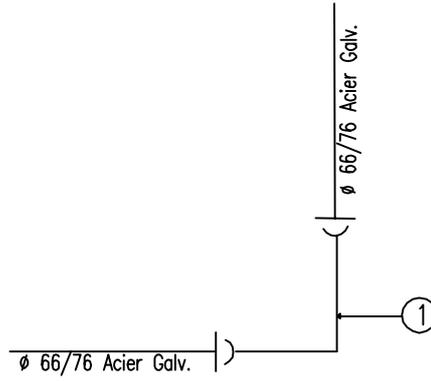
NOEUD_Type_B3



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

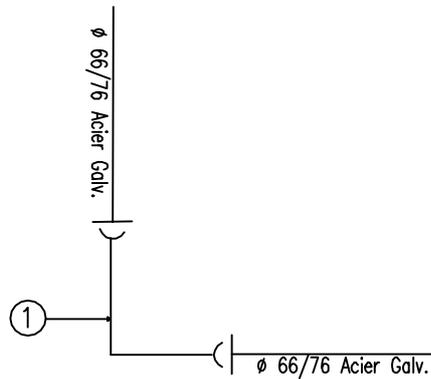
NOEUD_Type_C3



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

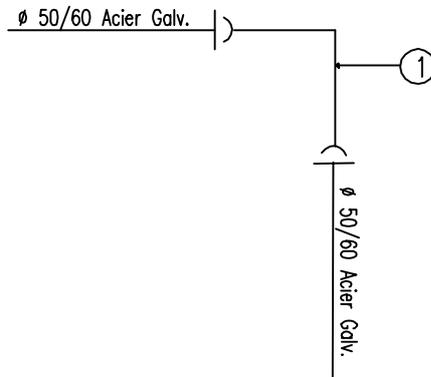
NOEUD_Type_D3



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	66/76	Acier galvanisé	01
2				
3				

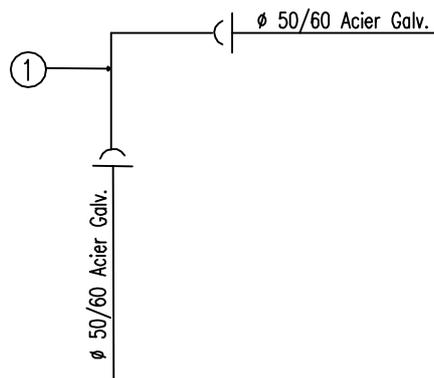
NOEUD_Type_A4



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

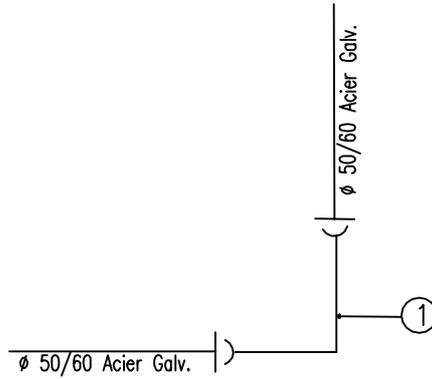
NOEUD_Type_B4



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

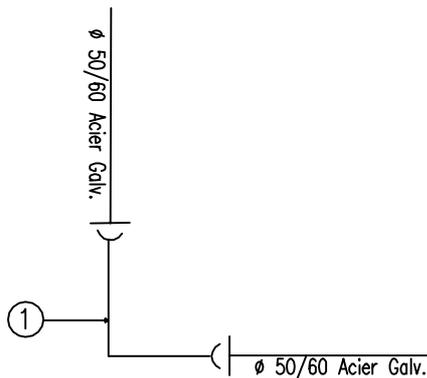
NOEUD_Type_C4



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

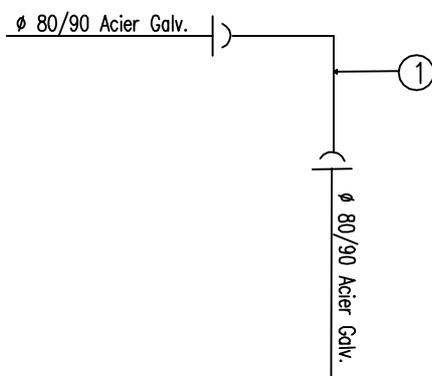
NOEUD_Type_D4



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

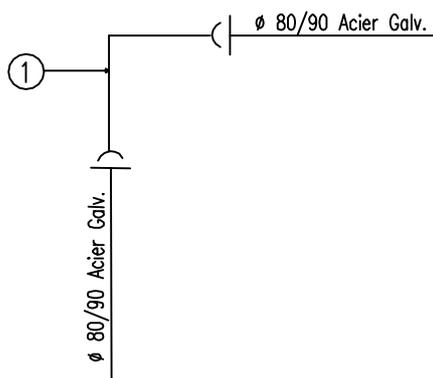
NOEUD_Type_A5



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

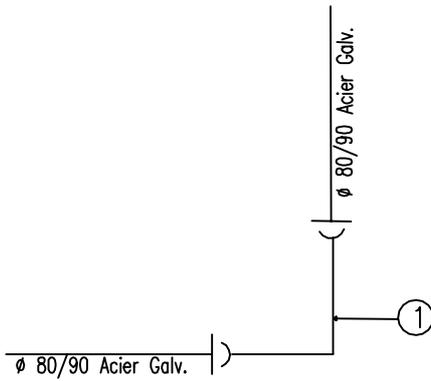
NOEUD_Type_B5



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

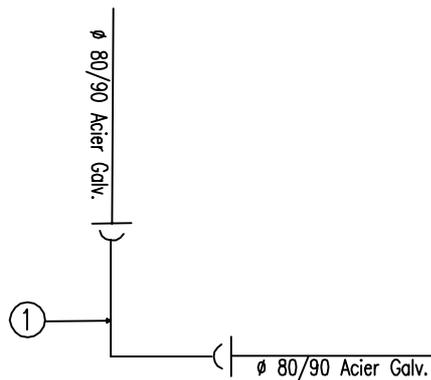
NOEUD_Type_C5



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

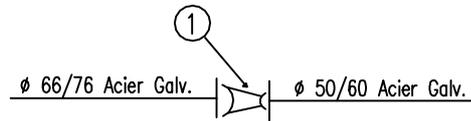
NOEUD_Type_D5



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	80/90	Acier galvanisé	01
2				
3				

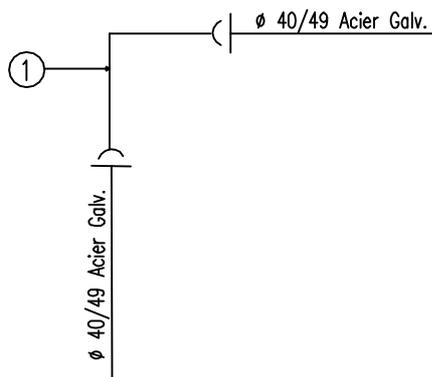
NOEUD_Type_A6



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Réduction soudable	66/76 à 50/60	Acier galvanisé	01
2				
3				

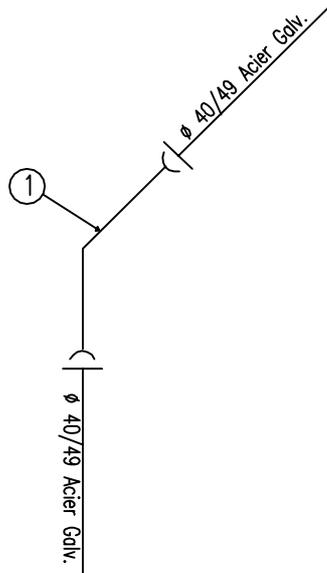
NOEUD_Type_B6



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 90°	40/49	Acier galvanisé	01
2				
3				

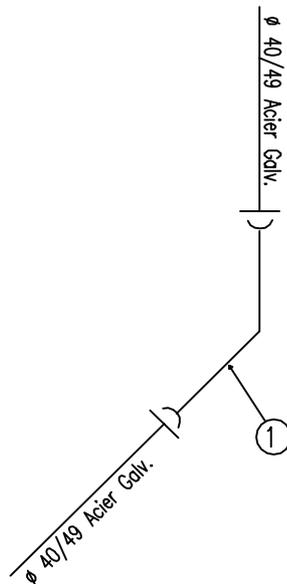
NOEUD_Type_C6



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	40/49	Acier galvanisé	01
2				
3				

NOEUD_Type_D6



NOMENCLATURE DES ELEMENTS PREFABRIQUES

N d'ordre	DESIGNATIONS	DIAMETRES (mm)	MATERIAUX	QUANTITES
1	Coude soudable 45°	40/49	Acier galvanisé	01
2				
3				