



Année Universitaire : 2014-2015



Master Sciences et Techniques : Hydrologie de Surface et Qualité des Eaux

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Etude d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou

Présenté par :

Loubna JAAOUAN

Encadré par :

- **MOHAMED LAHLOU, ONEE-BRANCHE EAU**
- **ABDERRAHIM LAHRACH, FST-FES**

Soutenu le 25 Juin 2015 devant le jury composé de :

- **Pr. A. CHAOUNI**
- **Pr. A. DRIDRI**
- **Pr. A. LAHRACH**
- **Pr. L. BENAABIDATE**
- **Pr. M. BENABDELHADI**
- **Mr. M. LAHLOU**



Stage effectué à : ONEE-BRANCHE EAU FES



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: Loubna JAAOUAN

Année Universitaire : 2014/2015

Titre : Etude d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou

Résumé

L'objet de ce rapport est l'étude détaillée d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou qui relève de la province de Boulemane. Il a pour objectif la contribution à la réalisation des travaux du réseau d'assainissement dans ce centre, pour cela on a utilisé la méthode de **CAQUOT**.

Les résultats principaux de ce travail montrent que la réalisation du réseau d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou en système **pseudo-séparatif** avec des conduites en diamètres de **315 mm** demandera la réalisation des travaux suivants :

- L'installation des conduites pour l'évacuation des eaux usées.
- L'installation d'un réseau pour les eaux usées et les eaux de pluie, provenant des toits, terrasses, jardins et cours des habitations.

Mots clés : assainissement liquide, ressources en eau, canalisation, fosse septique, dimensionnement et coûts d'investissement.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes parents

*J*e vous dédie ce travail en témoignage de mon éternelle reconnaissance, de mon amour, de ma profonde admiration et de mon respect. Tous vos sacrifices, vos prières, vos conseils et vos soutiens ont inconditionnellement été la clé de ma réussite.

Ma famille

*L*es mots n'exprimeront jamais tout l'amour, l'attachement, le respect que j'ai pour vous. Que ce travail puisse exprimer toute mon affection, ma considération, ma sympathie et mon amour éternel. Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais.

Tous mes professeurs

*P*uis ce travail vous exprime ma profonde reconnaissance, mon respect et mon admiration sans limites à votre égard.

Mes très chers amis et à tous mes collègues

*A*tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce mémoire de fin d'études. Veuillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mes remerciements les plus sincères.

Remerciements

Nous tenons tout abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens avant tous à remercier mon encadrant Monsieur **Abderrahim Lahrach**, qui a toujours fait preuve de l'enseignant idéal par sa gentillesse, ses pertinents conseils, son suivi, ses encouragements et sa contribution au bon déroulement de ce travail. Je lui exprime mon profond respect.

Je remercie également les membres du jury : **Pr. A. CHAOUNI ; Pr. A. DRIDRI ; Pr. L. BENAABIDATE** et **Pr. M. BENABDELHADI**, d'avoir accepté d'être le jury de ce travail. Merci infiniment.

Mes sincères remerciements s'adressent à Monsieur **MOHAMMED LAHLOU** chef de division de l'ONEE-BRANCHE EAU, et Monsieur **ABDERRAHIM AISSOUG**, mademoiselle **ILHAM BENCHIBA** et très chère Monsieur **SAID OUDAMOUJ**.

Enfin, un merci particulier à tous ceux ayant participés de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Sommaire

Dédicaces	1
Remerciements.....	E
Erreur ! Signet non défini.	
Sommaire.....	3
Liste des figures.....	6
Liste des tableaux.....	7
Introduction générale.....	8
I. Présentation de la Direction de l'ONEE-BRACHE EAU, de la DR5 et matériels utilisés....	9
1.1.Création.....	9
1.2.Missions.....	9
1.3.Présentation de la DR5.....	9
1.4.L'organigramme de la DR5.....	10
2.Matériels utilisés.....	10
2.1.COVADIS.....	10
2.1.1.Définition.....	10
2.1.2.Différents Modules.....	10
2.1.3.Avantages de COVADIS.....	10
2.2.ARCGIS.....	11
II.Généralité sur l'assainissement liquide / Conception du réseau d'assainissement.....	12
2.Facteurs influents sur les projets d'assainissement.....	13
2.1.Données naturelles du site.....	13
2.2.Données Topographiques.....	13
2.3.Données géologiques.....	13
2.4.Données relatives aux agglomérations.....	13
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.....	14
2.Situation administrative.....	15
II.Climatologie du centre de Guigou.....	15
1.1.Pluviométrie.....	15
1.2.Température.....	15
2.Vents.....	16
3.Evaporation.....	16
III.Géologie et géomorphologie du centre de Guigou.....	17
2.Elevage.....	19
V.Ressources en eau.....	19

1.1.Oueds.....	19
1.2.Les sources.....	20
1.3.Les barrages.....	21
2.Ressource en eau souterraine.....	21
VI.Protection contre les inondations (inventaire et réalisations).....	22
VII.Diagnostic des ouvrages d'assainissement existants.....	24
Chapitre III : Analyse urbaine.....	26
2.Population du centre de Guigou.....	26
3.Habitat et mouvement de construction.....	28
Chapitre IV : Etude des usages d'eau et de rejet.....	29
2.Données statistiques.....	29
3.Analyse des données.....	31
4.Evolution future des différents paramètres.....	31
4.1.Taux de branchement.....	31
4.2.Dotations.....	31
5.Estimation des rejets.....	31
5.1.Taux de retour à l'égout.....	31
5.2.Taux de raccordement au réseau d'assainissement.....	32
5.3.Eaux parasites.....	32
5.4.Fiche de production d'eau usée.....	32
6.Critères de conception et de dimensionnement.....	34
6.1.Calcul des débits des eaux pluviales.....	34
6.1.1.Formules de calcul des débits.....	36
6.1.1.1.Formule superficielle de CAQUOT :.....	37
6.1.1.2.Formule rationnelle.....	40
6.1.2.Choix de la période de retour.....	41
6.1.3.Evaluation de la pente.....	41
6.1.4.Evaluation de coefficient de ruissellement.....	42
6.1.5.Evaluation de l'allongement d'un bassin.....	43
6.1.6.Evaluation du coefficient correcteur.....	43
6.2.Calcul des paramètres pondérés pour l'assemblage des bassins versants.....	43
6.2.1.Formules d'assemblage.....	43
6.2.2.Validité de la formule de CAQUOT.....	44
6.2.3.Calcul de débits d'eaux usées.....	44
6.2.3.1.Mode de calcul.....	45
6.2.3.2.Taux de rejet.....	45

6.2.3.3.Débit d'eau usée domestique	45
6.2.4.Formules de vérification et de dimensionnement des ouvrages.....	45
6.2.5.Diamètre minimal.....	46
6.2.6.Vitesse minimale pour autocurage.....	46
6.2.7.Vitesse maximale.....	46
7.Caractéristiques des collecteurs	46
7.1.Les collecteurs.....	46
7.2.Les types de canalisations.....	47
7.2.1.Dimensionnement des canalisations :.....	47
7.2.2.Classification des canalisations :.....	48
7.3.Les regards.....	48
7.3.1.Différents types de regards :.....	48
7.3.11 Regards de visite	48
8.Identification des variantes de la collecte	50
8.1.Facteurs de génération.....	50
8.2.Description des variantes.....	51
8.2.1.Variantes réseau.....	51
8.2.2.Différents types de réseau :.....	51
8.2.2.1.Le réseau séparatif	51
8.2.2.2.Le réseau unitaire	52
8.2.2.3.Le réseau Pseudo-séparatif	54
8.2.2.4.Autre systèmes d'assainissement	55
9.La collecte et l'évacuation	56
9.1.Collecte des eaux usées du centre de Guigou.....	56
9.2.Collecte des eaux pluviales du centre de Guigou.....	56
10.Consistance du projet d'assainissement liquide des eaux pluviales	56
11.Coût d'investissement et de fonctionnement	58
Conclusion générale	60

Liste des figures

Figure 1 : Image satellitaire (google earth) montrant la plaine de Guigou encadrée par le Causse et le Moyen Atlas plissé. (Le fond de la vallée est basaltique alors que les reliefs avoisinants son essentiellement calcaro dolomitiques) vue vers le nord-est.

Figure 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle enregistrée dans la station de Boulemane.

Figure 3: Températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station de Boulemane.

Figure 4 : Evapo-transpiration enregistrées dans la station d'Ifrane.

Figure 5 : Situation du secteur d'étude (zone encadrée en rouge) dans son contexte géologique régional. (Tirée de la carte (1/1000000) de Colo, 1961).

Figure 6 : Situation géologique de la vallée de Guigou dans le Moyen Atlas central (Extrait de la carte du Moyen Atlas, Ressources en Eau du Maroc), (A. Bentayeb et C. Leclerc, 1976).

Figure 7 : Occupation du sol.

Figure 8 : Carte du potentiel hydrographique de la commune de Guigou. (ABHS 2015).

Figure 9 : Carte des ressources en eau souterraines. (ABHS 2015).

Figure 10 : Bassin versant de l'oued Guigou. (ABHS 2015).

Figure 11 : Evolution de la population de la commune de Guigou.

Figure 12 : Evolution de la population urbaine du centre de Guigou.

Figure 13 : Evolution de la population rurale du centre de Guigou.

Figure 14 : Cartes des sous bassins versants.

Figure 15 : Regard de visite.

Figure 16 : Regard à avaloir.

Figure 17 : Regard à grille.

Figure 18 : Regard borgne.

Figure 19 : Schéma représentatif du système séparatif.

Figure 20 : Schéma représentatif du système séparatif.

Figure 21 : Schéma représentatif du système unitaire.

Figure 22 : Schéma représentatif du système unitaire.

Figure 23 : Schéma représentatif du système pseudo-séparatif.

Liste des tableaux

- Tableau 1** : Statistiques du Cheptel.
- Tableau 2** : Caractéristiques d'oued Guigou.
- Tableau 3** : Principales sources de la commune de Guigou.
- Tableau 4** : Caractéristiques du barrage de Sehb El Merga.
- Tableau 5** : Avantages et inconvénients de la fosse septique.
- Tableau 6** : Typologie d'habitat et servitudes prévues par le plan d'aménagement.
- Tableau 7** : Population du centre à saturation du plan urbain.
- Tableau 8** : Les noms des douars.
- Tableau 9** : Statistiques de la population (RGPH, 2014).
- Tableau 10** : Statistiques d'AEP du centre de Guigou.
- Tableau 11** : Evolution des dotations et du taux de branchement.
- Tableau 12** : Evolution du taux de branchement.
- Tableau 13** : Fiche de production des eaux usées.
- Tableau 14** : Valeurs des paramètres (U, V, W, K) pour une période de retour de 10 ans.
- Tableau 15** : Caractéristiques des bassins versants de lotissement de Guigou.
- Tableau 16** : Limites de la formule de CAQUOT.
- Tableau 17** : Coefficient de ruissellement selon l'Occupation du sol.
- Tableau 18** : Formules d'assemblage des bassins versants.
- Tableau 19** : Coefficients de rugosité.
- Tableau 20** : Pentés maximales.
- Tableau 21** : Avantages et inconvénients de conduites.
- Tableau 22** : Avantages et inconvénients du système séparatif.
- Tableau 23** : Avantages et inconvénients du système unitaire.
- Tableau 24** : Avantages et inconvénients du système pseudo-séparatif.
- Tableau 25** : Caractéristiques du réseau d'assainissement EP projeté.
- Tableau 26** : Prix de fourniture, transport et pose des conduites en PVC.
- Tableau 27** : Coûts d'investissement du projet d'assainissement du centre de Guigou.

Introduction générale

Le principal souci des dirigeants des pays en voie de développement a longtemps été d'assurer l'accès à l'eau potable pour les populations, ils se souciaient très peu du devenir de ces eaux après leurs utilisations. L'apparition de plusieurs épidémies d'origines hydriques (diarrhée, choléra, dysenterie ...) et de vecteurs de maladies comme l'anophèle femelle pour le paludisme a prouvé que l'assainissement est tout aussi important que l'alimentation en eau potable. Pour citer Monsieur N'diaye, Directeur du CREPA Sénégal, « **L'eau c'est la vie, l'assainissement c'est la dignité et la santé** ». C'est dans ce cadre que le Maroc s'est lancé dans un vaste programme d'assainissement de toutes les localités du pays, villes principales, villages, douars... etc.

L'établissement d'un réseau d'assainissement d'une agglomération doit avant tout :

- Assurer la protection sanitaire de la population, c'est à dire la collecte des eaux usées bactériologiquement contaminées. La protection de tous les lieux fréquentés par la population et de tous les produits susceptibles d'être consommés par la population. Nous pouvons citer la protection des ressources en eaux potables, les cultures des produits alimentaires risquant d'être consommés crues.
- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et éviter toute stagnation dans les points bas après les averses.
- Assurer le respect des normes de qualité des eaux rejetées dans le milieu naturel ainsi que la protection de la nappe contre une éventuelle contamination.

Suite à la demande de l'ONEE-BRANCHE EAU et en collaboration avec mon encadrant universitaire, j'ai choisi de réaliser l'étude d'assainissement liquide du centre de Guigou, et ce pour les raisons suivantes :

- Le centre de Guigou ne dispose pas de réseau d'assainissement collectif des eaux usées ;
- La commune rurale de Guigou a demandé à l'ONEE-BRANCHE EAU de réaliser l'étude d'assainissement liquide dans le centre de Guigou ;
- Le projet d'assainissement liquide du centre de Guigou est déjà inséré dans le Programme National d'Assainissement « PNA » ;
- La population du centre de Guigou est très importante, elle est d'environ 21607 habitants (recensement 2014) ;
- Il est prévu que la commune rurale sera une commune urbaine, et ce selon les dits des représentants de cette commune.

Chapitre I : Généralité

I. Présentation de la Direction de l'ONEE-BRANCHE EAU, de la DR5 et matériels utilisés

1. Création et missions de l'ONEE-BRANCHE EAU

1.1. Création

Créé par le **DAHIR N° 1.72.103 DU 01/04/1972**, l'ONEE-BRANCHE EAU est un établissement semi-public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement et soumis au contrôle d'accompagnement instauré en 2006 en substitution au contrôle financier du ministère des finances.

1.2. Missions

- Planification de l'approvisionnement en eau potable ;
- Étude, réalisation et gestion des adductions d'eau potable ;
- Gestion de la distribution d'eau potable dans les communes qui la demandent ;
- Assistance technique en matière, de surveillance de la qualité de l'eau ;
- Contrôle de la qualité des eaux et protection des ressources ;
- Gestion du service de l'assainissement liquide dans les communes.

1.3. Présentation de la DR5

La Direction Régionale du Centre Nord est créée en 1979 dans le cadre de la décentralisation, elle a pour mission l'alimentation en eau potable des collectivités constituant son territoire. Elle supervise aussi l'exploitation et la maintenance de l'ensemble des installations existantes dans les centres de production et de distribution sous sa responsabilité. En matière d'assainissement la DR5 intervient dans plusieurs centres de la région. La Direction couvre la cinquième région économique du Royaume (DR5) comprenant la préfecture de Fès et les provinces Moulay Yacoub, Sefrou, Boulemane, Al Hoceima, Taounate et Taza.

La direction régionale de Fès (DR5) dispose actuellement de :

- | | |
|---|-------|
| • Agence Mixte de FES-MOULAY YACOU-SEFROU | AM5/1 |
| • Agence Mixte de BOULMANE-MISSOUR | AM5/2 |
| • Agence Mixte de TAOUNATE | AM5/3 |
| • Agence Mixte de TAZA-GUERCIF | AM5/4 |
| • Agence Mixte d'AL HOCEIMA | AM5/5 |
| Secteur de Production FES-SEFROU -TAZA | SP5/1 |

1.4. L'organigramme de la DR5

L'organigramme montrera comment est organisée la Direction Régionale. (Voir annexe : organigramme de la DR5).

2. Matériels utilisés

2.1. COVADIS

2.1.1. Définition

COVADIS est un logiciel de la société GEOMEDIA basée en France. C'est un logiciel qui présente une palette complète d'outil de conception et dimensionnement de tout type de réseaux pour l'aménagement des zones habitables et de calculs topographiques.

2.1.2. Différents Modules

Il marche sous AUTOCAD et est composé de plusieurs modules et extensions :

- COVCALCULS : Permet les calculs topographiques notamment le cheminement polygonal et le cheminement direct... etc.
- COVADIS 2D : Pour :
 - ✓ Le montage de plan 2D
 - ✓ La digitalisation de carte
 - ✓ La cartographie
- COVADIS 3D : Permet :
 - ✓ La conversion d'entité 2D en 3D
 - ✓ Le calcul des modèles numériques terrestres (M.N.T)
 - ✓ Le calcul des courbes de niveau
 - ✓ Les profils en long et en travers par Polyligne
- COVADIS VRD : Permet :
 - ✓ La Réalisation de projet routier
 - ✓ La conception et le dimensionnement des réseaux divers (eaux usées, eaux pluviales, téléphone, électricité, chauffage, alimentation en eau potable, gaz...).
 - ✓ Le métré
 - ✓ Les profils en long, en travers et le fil d'eau... etc.

2.1.3. Avantages de COVADIS

COVADIS présente plusieurs avantages par rapport au travail manuel ou avec les tableurs. Il donne des calculs exacts en un temps de très réduit, permet, grâce aux fonctions de AUTOCAD, de revenir en arrière à n'importe qu'el niveau du projet pour d'éventuelles modifications et de choisir le type d'affichage de tous les éléments du

réseau. Il permet de faire le métré, qui se présente comme un vrai « point noir » pour les ingénieurs, avec une grande exactitude et un temps record.

- Contraintes : Le logiciel exige :

- ✓ La maîtrise d'AUTOCAD
- ✓ Un plan coté livré par le topographe
- ✓ Une connaissance parfaite du type de projet à réaliser.

- Etapes de calcul : Le calcul sous COVADIS se fait suivant les étapes suivantes :

1. Calcul MNT
2. Dessin de réseau
3. Paramétrage général du réseau
4. Création des canalisations
5. Entrée des caractéristiques des bassins versants
6. Création des branchements
7. Calcul de dimensionnement
8. Tracé des profils en long et en travers
9. Calcul de métré.

2.2. ARCGIS

ARCGIS est un Système d'Information Géographique complet conçu par ISRI (Environmental System Research Institute). Il constitue une suite intégrée de logiciel destiné à l'acquisition, l'assemblage, le stockage, la manipulation, l'analyse et l'affichage des données géographiquement référencées.

ARCGIS permet de déployer des fonctionnalités SIG à tous les niveaux : bureautique, serveur, services Web ou périphériques nomades.

ARCGIS propose une structure évolutive permettant la mise en œuvre du SIG pour un seul utilisateur ou de nombreux utilisateurs sur des postes bureautiques, des serveurs, sur Internet et sur le terrain. ARCGIS permet d'élaborer un système d'information géographique complet grâce à un ensemble intégré de logiciels SIG. Il est constitué des éléments suivants :

- ARCGIS Desktop
- ARCGIS Engine
- ARCIMS et ARCGIS Server
- SIG nomades.

II. Généralité sur l'assainissement liquide / Conception du réseau d'assainissement

L'assainissement est l'ensemble des techniques et méthodes visant à collecter, évacuer et traiter les déchets liquides d'un complexe résidentiel, industriel ou agricole... etc. Ceci dans le but de protéger l'environnement, de protéger les populations et d'améliorer leurs conditions socio-économiques.

L'assainissement lié à l'urbanisation a pour objectif d'organiser, sur un secteur d'aménagement donné et pour un événement de période de retour donnée, la collecte et l'évacuation sans débordement des eaux de ruissellement vers un exutoire susceptible de les recevoir. Les événements généralement retenus pour le dimensionnement des ouvrages d'assainissement sont décennaux. (Chocat, 1997). Les ouvrages sont le plus souvent des canalisations souterraines ou des fossés à ciel ouvert, quelquefois associés à des régulations permettant de réduire les débits maximums évacués afin d'assurer leur compatibilité avec la capacité des exutoires.

L'assainissement a pour effet:

- De supprimer les débordements, ce qui tend à **augmenter le débit de pointe** ;
- **D'accroître la vitesse des écoulements** en réduisant les frottements, d'où une tendance à la réduction du temps de concentration du bassin versant et à l'augmentation du débit de pointe pour une période de retour donnée ;
- **Modifier les cheminements hydrauliques**, souvent en les allongeant, la logique de la collecte s'imposant à celle de l'écoulement le long de la plus grande pente; ceci contribue à augmenter le temps de concentration et donc à réduire, pour une période de retour donnée, le débit de pointe correspondant, ce qui va à l'encontre de l'effet évoqué précédemment.

1. Les étapes du projet d'assainissement

- Détermination des caractéristiques et des paramètres de la région ;
- Découpage de la surface en un certain nombre de bassins élémentaires ;
- Recherche des caractéristiques des bassins élémentaires (superficie, pente, longueur du plus long cheminement hydraulique coefficient du ruissellement) ;
- Détermination des débits de pointes des bassins élémentaires ;
- Opération aux assemblages de l'amont vers l'aval avec détermination des paramètres équivalents correspondants ;
- Dimensionnement des ouvrages ;
- Établissement des profils en long des antennes, et collecteur principal constituant le réseau d'assainissement ;
- Évaluation économique de l'établissement du projet.

2. Facteurs influents sur les projets d'assainissement

2.1. Données naturelles du site

Les débits de pointes des eaux pluviales sont très importants, par rapport à ceux des eaux usées qu'on a considérées négligeables : En effet, ils ne dépassent pas 2 à 3 litres par seconde.

2.2. Données Topographiques

L'évacuation est d'autant plus aisée que le terrain présente des pentes plus importantes. La pente minimum est celle qui permettrait l'entraînement des sables et des déchets.

2.3. Données géologiques

Elles concernent la nappe phréatique, la structure et la nature du terrain.

2.4. Données relatives aux agglomérations

Elles concernant :

- La population (densité et croissance) ;
- L'activité industrielle ;
- L'occupation du sol (espaces verts, voies, zones urbanisées... etc.) ;
- Les données relatives au développement futur de l'agglomération subordonnées à l'urbanisme et aux planifications (schémas directeurs et plans d'action régional pour une planification à long terme et plus d'occupations du sol à court terme).

La réalisation d'un projet d'assainissement nécessite aussi la connaissance de :

- La situation actuelle de l'agglomération : la situation par rapport au schéma directeur d'aménagement, la situation par rapport au réseau d'assainissement existant.
- Données propres au projet : pentes minimales et maximales des canalisations, diamètre minimal...

Remarque : Un schéma directeur est un outil de programmation et de gestion pour la collectivité qui doit lui permettre d'avoir une vision globale des besoins et des solutions envisageables.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

I. Situation géographique et administrative du centre de Guigou

1. Situation géographique

Le centre de Guigou est situé à 20 km à l'ouest de la ville de Boulemane et au sud-est de la ville d'Ifrane à environ 30 km. Les communes limitrophes sont les suivantes :

- Nord : Les communes rurales : « LAANASSER » et « SEKOURA »
- Sud : La commune rurale : «TIMAHDITE »
- Est : La municipalité : « BOULEMANE » et la commune rurale d' « ENJIL »
- Ouest : La municipalité d' « IFRANE ».

Le centre est accessible par la route régionale R503 qui relie la ville de Fès à la route nationale N13 (Meknès- Errachidia).



Figure 1 : Image satellitaire (google earth) montrant la plaine de Guigou encadrée par le Causse et le Moyen Atlas plissé. (Le fond de la vallée est basaltique alors que les reliefs avoisinants son essentiellement calcaro dolomitiques) vue vers le nord-est.

Les coordonnées Lambert du centre sont les suivantes :

X = 552.500 Y = 310.000 Z = 1485,00 m NGM.

2. Situation administrative

Le centre relève de la commune rurale Guigou et du Caïdat Guigou, rattaché au Pachalik et à la province de Boulemane. Cette dernière fait partie de la wilaya de FES.

II. Climatologie du centre de Guigou

1. Météorologie

La zone du projet est caractérisée par un climat semi-aride où l'hiver est très froid et l'été est trop chaud. La station de référence est celle de Boulemane.

1.1. Pluviométrie

A la station météorologique de Boulemane, la pluviométrie est caractérisée par de grandes variations saisonnières et annuelles, la neige tombe sur les trois mois, de décembre à février. Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations calculées sur une période de 30 ans (1982-2012), sont présentées dans (Fig.2).

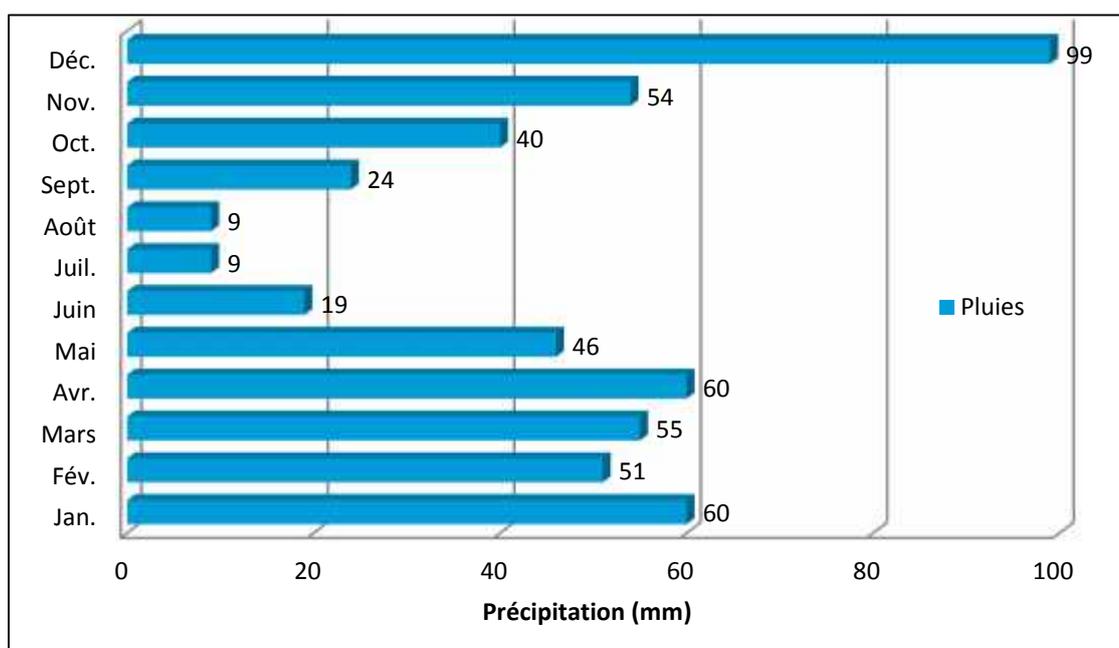


Figure 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle enregistrée dans la station de Boulemane.

La série des pluies présentée sur (Fig.2) indique que le maximum de pluie (99 mm) tombe en décembre et le minimum (9 mm) en juillet et août. La moyenne annuelle est de 513 mm. La pluviométrie est assez bien répartie le long de l'année.

1.2. Température

En l'absence de données concernant le centre de Guigou, les données considérées ici sont celles de la station météorologique de Boulemane. La température moyenne annuelle enregistrée à cette station est de 11°C, la température moyenne maximale est de l'ordre de 21,2°C et la température moyenne minimale est d'environ 2.2 °C.

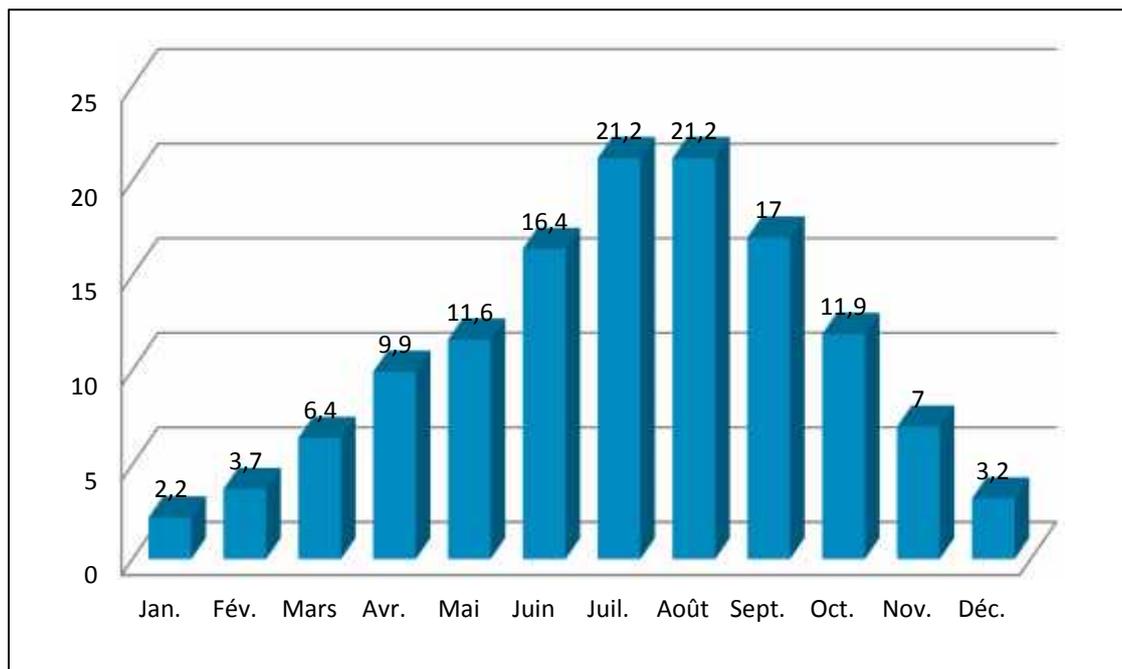


Figure 3 : Températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station de Boulemane.

2. Vents

Pour l'ensemble du bassin de Sebou, les vents dominants en hiver sont de secteur ouest, généralement humides et apportent les précipitations. La fréquence de ces vents est maximale de novembre à avril et faible ou nulle en été.

3. Evaporation

D'après la station météorologique de Boulemane, les données relatives à l'évapotranspiration (ETP) enregistrées dans cette station, sont présentées dans (Fig.4).

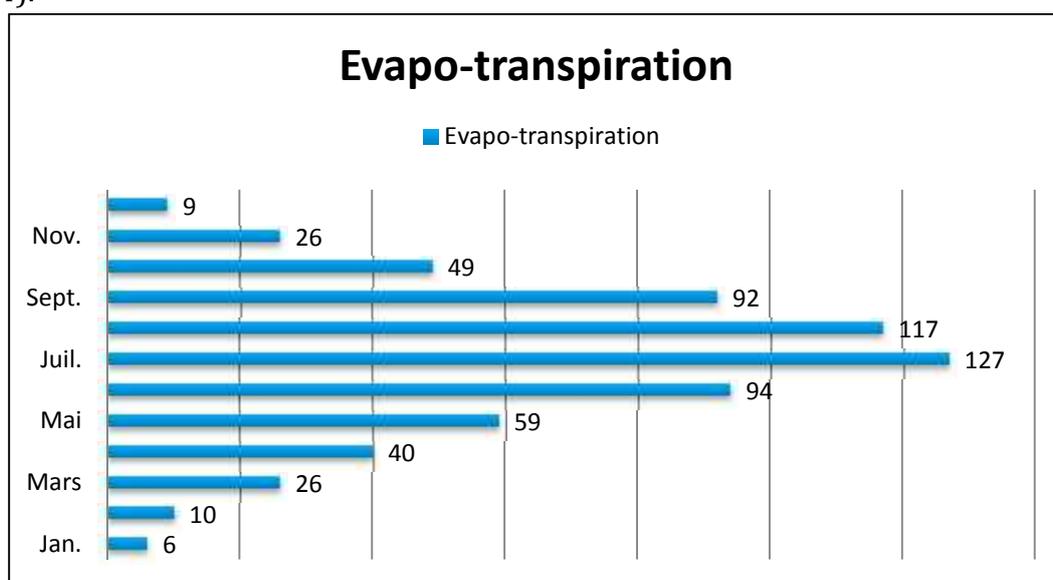


Figure 4 : Evapo-transpiration enregistrées dans la station de Boulemane.

L'évapotranspiration est maximale aux mois de juillet et août, avec un pic de 127 mm en juillet, et minimale au mois de janvier avec un pic de 6 mm.

III. Géologie et géomorphologie du centre de Guigou

Le périmètre Guigou est situé dans le Moyen Atlas plissé. Il est entouré de collines qui forment la vallée de l'oued Guigou. (Fig.5, 6).

Dans cette zone, on rencontre les formations ci-dessous, plus ou moins développées suivant leur position en altitude.

- **Formations récentes :**

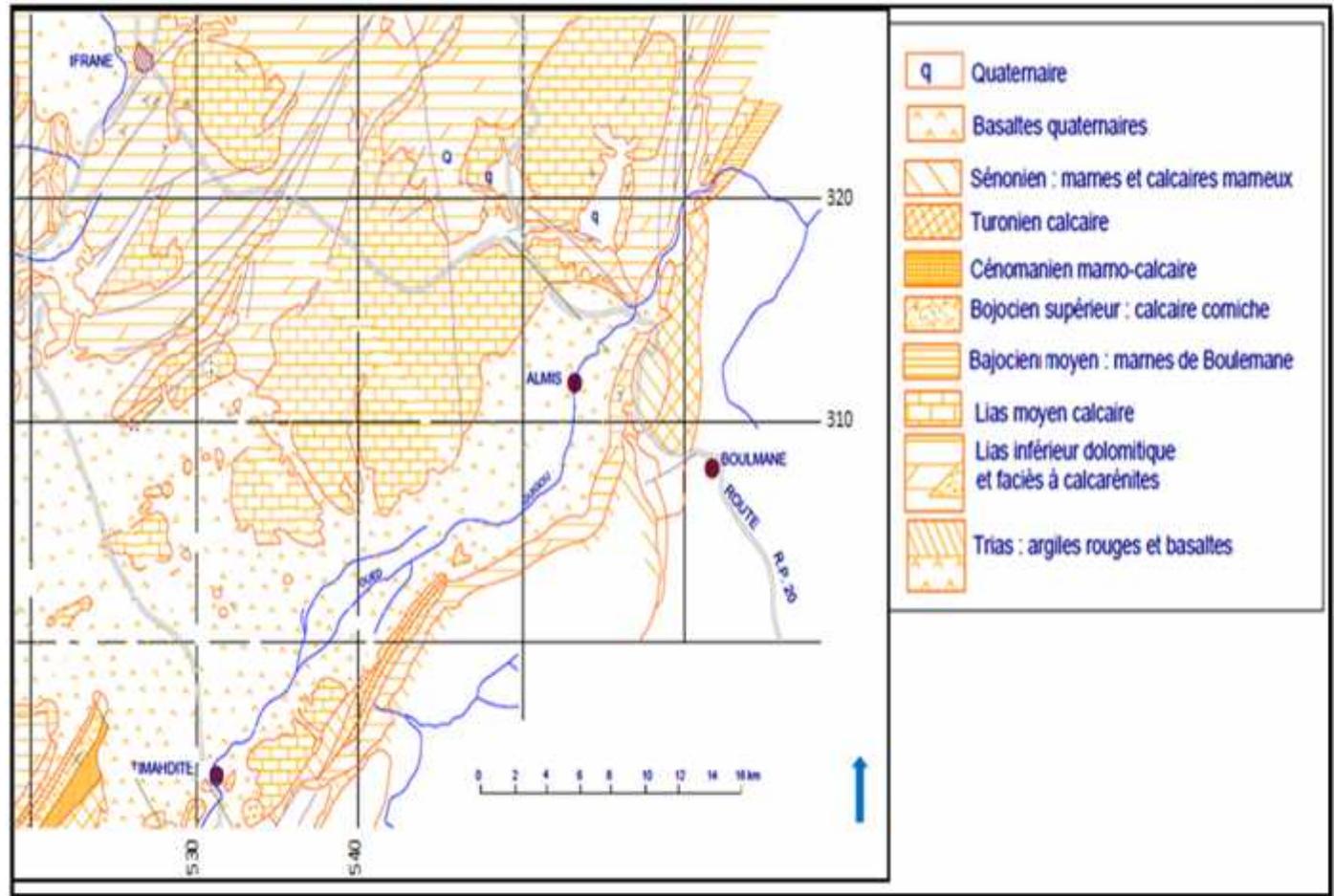
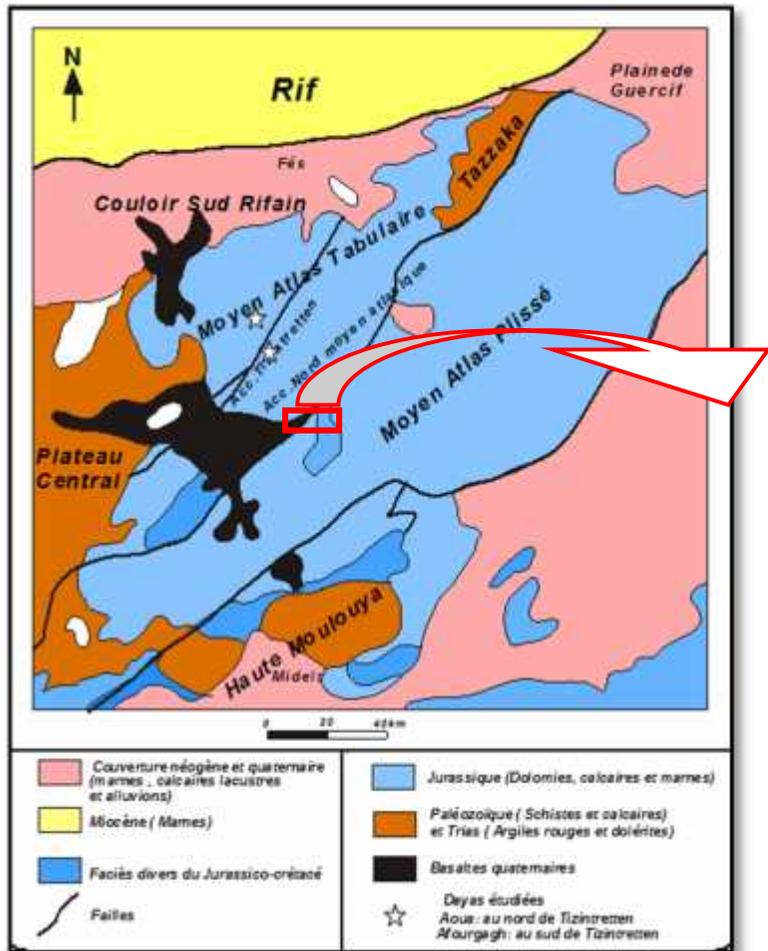
Elles correspondent aux dépôts de versants (éboulis, cônes de déjection ...), aux alluvions sableuses, argileuses et limoneuses, du fond de vallée.

- **Formations anciennes :**

Elles s'étalent sur 1 km environ. Les calcaires affleurent sous forme de bancs massifs formant de véritables falaises d'une dizaine de mètres de haut, le long des rives de l'oued Guigou, entre la source Titzil et le douar Ait Baba.

- **Formations volcaniques quaternaires :**

Il s'agit d'épanchements représentés par des basaltes affleurant sous forme de larges plages. Ces basaltes venus de l'ouest ont suivi la vallée de l'oued Guigou ; on les observe alors de part et d'autre de la route, à l'entrée d'Almis et sur les rives de l'oued Guigou en amont du douar Ait-Baba.



IV. Activités économiques

L'activité principale de la population dans la commune est l'agriculture. En deuxième lieu vient l'élevage.

1. Agriculture

- L'agriculture est la principale activité de la commune.
- La superficie agricole utile (SAU) est de 10245 ha.
- La superficie agricole irriguée est de 3722 ha.

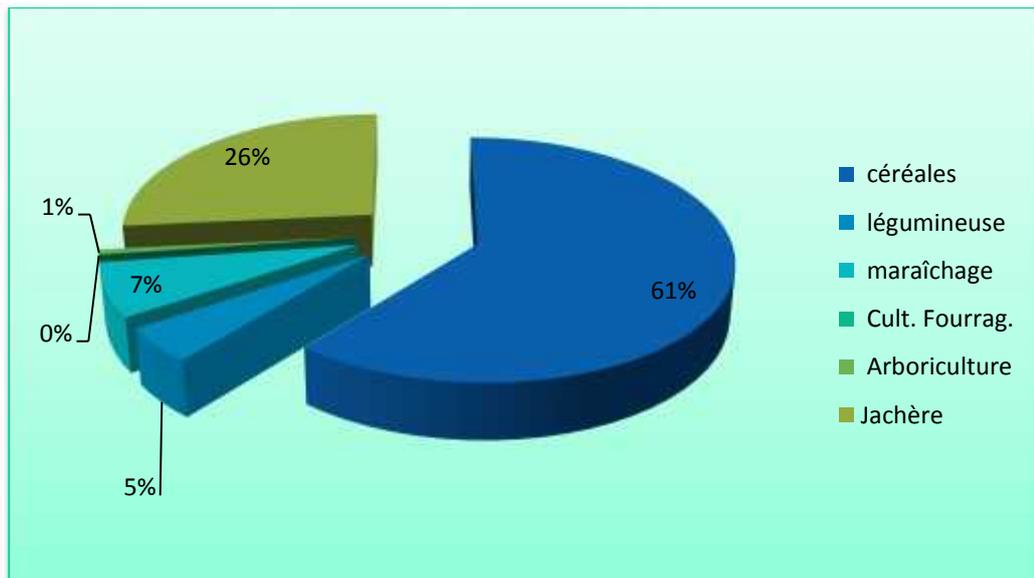


Figure 7 : Occupation du sol.

2. Elevage

L'élevage constitue la seconde activité du monde rural et se pratique souvent en corrélation avec l'agriculture.

Tableau 1 : Statistiques du Cheptel.

	BOVINS	OVINS	CAPRINS
Effectif	725	72782	7312
pourcentage	0.89	90.05	9.05

V. Ressources en eau

1. Ressources en eau de surface

1.1. Oueds

La commune de Guigou comporte un seul oued principal qui est celui d'oued Guigou. (Tab.2).

Tableau 2 : Caractéristiques d'oued Guigou.

Station de référence	Apports (Mm³/an)	BV (km²)
Ait Khabbach	20	1264

1.2. Les sources

La commune de Guigou comporte plusieurs sources, on note les plus principales d'eux. (Tab.3).

Tableau 3 : Principales sources de la commune de Guigou.

	X	Y	Q (l/s)
A.Titzil	544800	303800	299
Choui	543600	299450	19
Touda Ntfounaste	557500	314000	0
Taghzoute	561000	318000	0
A. Skhounate	562300	321000	13
Talout Ait Hadou	568300	33000	0
Takhouante	556500	314500	0

Le réseau hydrique de la commune de Guigou constitue une source suffisante et bénéfique pour l'alimentation et l'assainissement de cette région. (Fig.8).

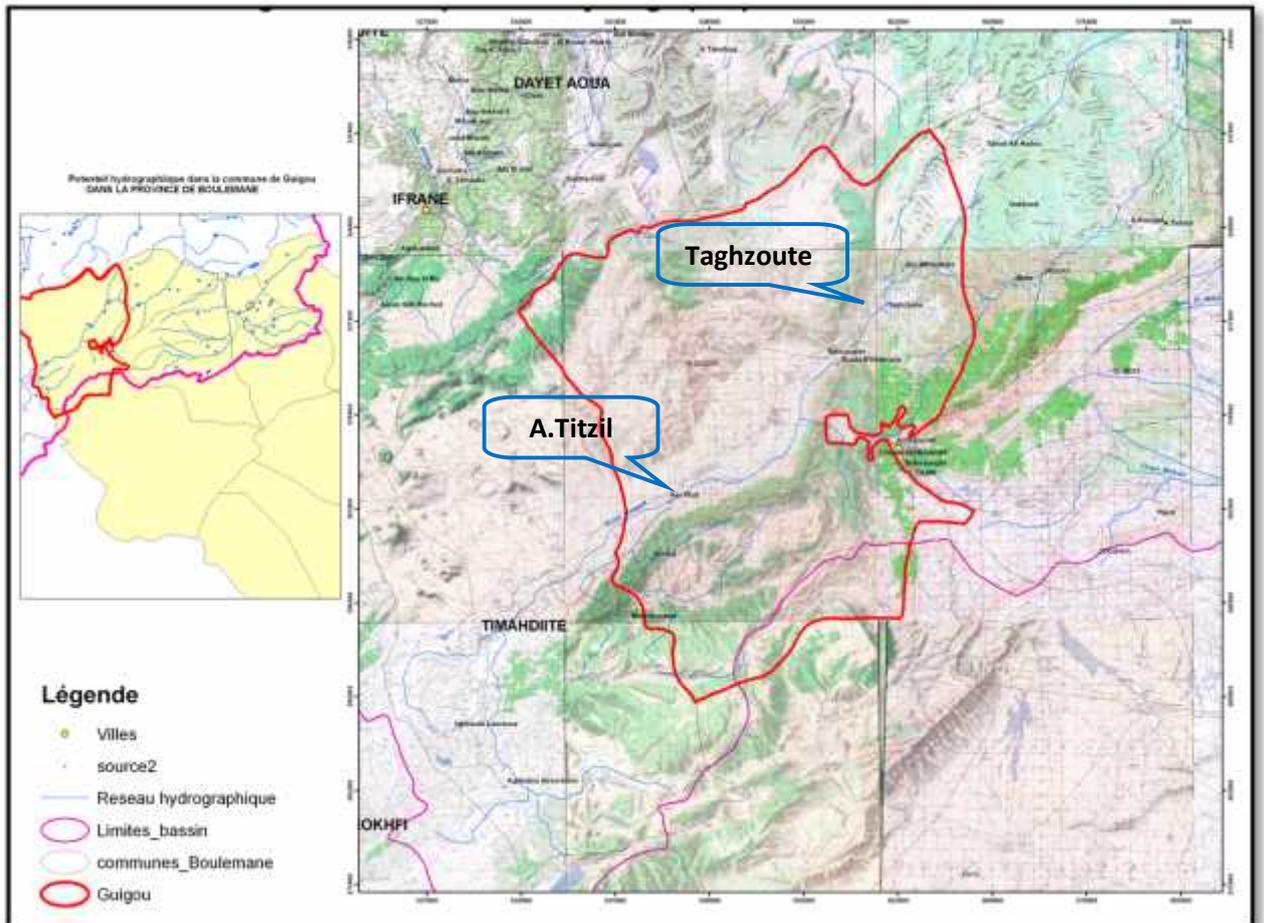


Figure 8 : Carte du potentiel hydrographique de la commune de Guigou. (ABHS 2015).

1.3. Les barrages

Le centre de Guigou dispose d'un barrage caractérisé par les critères suivants (Tab.4).

Tableau 4 : Caractéristiques d u barrage de Sehb El Merga.

X (m)	Y (m)	Hauteur(m)	V(Mm)
540900	306700	27	8.7

2. Ressource en eau souterraine

Le centre de Guigou appartient à l'intersection des nappes du Moyen Atlas plissé, qui est caractérisé par l'affleurement des calcaires et des dolomies du Jurassique à la surface dans quelques zones du terrain permettant un emmagasinement des eaux souterraines et du cause moyen Atlasique caractérisées par l'affleurement des calcaires du Lias.

La nappe du Moyen Atlas plissé et du Cause Moyen Atlasique comportent des réservoirs aquifères importants. (Fig.9).

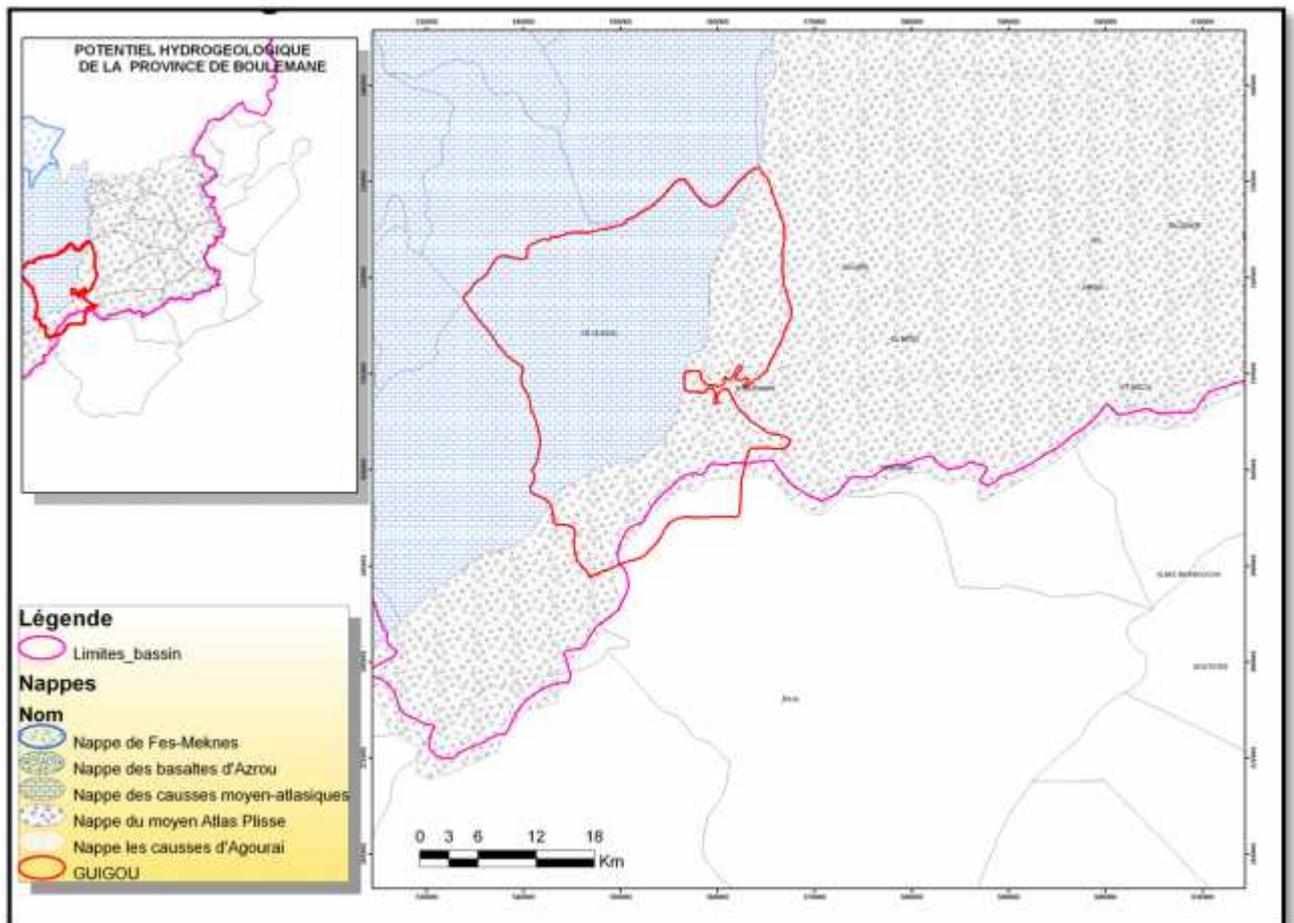


Figure 9 : Carte des ressources en eau souterraines. (ABHS 2015).

VI. Protection contre les inondations (inventaire et réalisations)

De par son site, la commune se trouve dans une région moitié montagneuse caractérisée par un sol instable en cas de saturation en eau, qui peut engendrer des dégâts liés aux crues d'oued Guigou et ses affluents.

1. Diagnostic de la situation existante

Le centre de Guigou est très exposé aux risques d'inondations. Les terres agricoles situées de part et d'autre du cours d'eau sont, quant à elles, également exposées d'une part aux inondations de l'oued Guigou, et, d'autre part, à celles de l'oued Sehb El Margua, Dardoura et autres affluents.

La plaine agricole de Guigou est inondée sur toute la longueur de l'oued Guigou entre le pont d'Ait Hamza et le pont Ait Khabbach. Ces inondations sont dues à :

- L'existence de seuils de prélèvement d'eau sur l'oued
- La présence de plusieurs dépressions topographiques dans la plaine
- La faible capacité de transit de l'oued Guigou.

✓ **Oued Sehb El Merga**

L'oued Sehb El Merga débouche vers la plaine agricole de Guigou à partir des gorges calcaires situées en amont et au large du pont de Ait Hamza. A la sortie des gorges, l'oued Sehb El Merga s'écoule parallèlement à l'oued Guigou au pied des reliefs, jusqu'au douar dit Titzil. Plus à l'aval, au croisement de l'oued avec un canal d'irrigation, une partie des eaux de l'oued est déviée par le canal et inonde les douars dit l'Ouine et Ait Hra ainsi que les terrains agricoles avoisinants. (Fig.10).

✓ **Chaâba Al Malha**

La chaâba dite Al Malha qui conflue en rive droite vers l'oued Guigou, au niveau du centre d'Almis Guigou, inonde les terrasses agricoles qui lui sont mitoyennes.

✓ **Chaâba Imi Ou Allal**

Cette chaâba inonde localement quelques terrains agricoles avant de rejoindre l'oued Guigou au niveau du pont Ait Khabbach en traversant le douar d'Ait Said Ou Haddou. D'après les riverains, la superficie inondée reste négligeable et sans conséquence tragique sur la région.

Plaine de Guigou

- Le pont de Ait Hamza fait transiter uniquement la crue décennale et déborde pour les crues plus importantes.
- Le pont Ait Frigou situé au niveau du centre de Guigou ne suffit pas pour faire transiter la crue décennale et déborde systématiquement au passage de toutes les crues.
- Le pont d'Ait Khabbach ne déborde que pour la crue millénaire, cependant il crée un rehaussement du plan d'eau provoquant l'inondation des plaines agricoles à son amont.
- Le lit mineur de l'oued Guigou ne permet pas de faire transiter la crue décennale et déborde systématiquement au passage de toutes les crues.
- Les débordements de l'oued Guigou sont aggravés par l'existence des canaux d'irrigation qui acheminent les eaux au large de l'oued provoquant une généralisation des inondations sur toute la plaine.
- Le centre de Almîs Guigou et les douars Ait Said, Ait Hra et Ait Ikhlaf sont inondés au passage des crues, comme le montre la carte (Fig.10).



Figure 10 : Bassin versant de l'oued Guigou. (ABHS 2015).

VII. Diagnostic des ouvrages d'assainissement existants

Le centre de Guigou ne dispose pas de réseau d'assainissement collectif des eaux usées. L'assainissement au centre est assuré par des dispositifs individuels type puits perdus creusés en général à l'extérieur des habitations. Les puits perdus interceptent les eaux de vanne et une partie des eaux ménagères.

Ce type d'assainissement, puits perdus sans **fosse septique**, présente un impact négatif sur l'environnement et sur la santé des habitants et la nappe souterraine (Tab.5).

Remarque : La fosse septique est un système composé de deux ou plusieurs compartiments servant surtout au prétraitement des eaux usées pour un traitement définitif. On distingue la fosse à eaux vannes et la fosse toute eau.

Tableau 5 : Avantages et inconvénients de la fosse septique.

Avantages	Inconvénients
Prétraitement efficace	Nécessité d'un système d'épuration en aval de la fosse
Liquéfaction des rejets	Germes bactériens non éliminés.
Alternative au réseau d'assainissement dans certains cas.	

✓ **Principe de fonctionnement :**

Les matières solides s'accumulent, en général, dans un premier compartiment et subissent une fermentation anaérobie basique que l'on appelle "digestion". Cette digestion entraîne la production de gaz carbonique, d'hydrogène sulfureux et de méthane. A la surface, les bulles entraînent des particules de boues qui finissent par former une croûte appelée " chapeau ". Au fond, les matières solides se déposent. Après ce premier compartiment, un deuxième reçoit les effluents décantés sous la forme d'un liquide clair. Cependant, les eaux sortant de la fosse septique ne doivent surtout pas être considérées comme épurées. Ce type d'ouvrage n'assure qu'un prétraitement n'éliminant que très peu, voire pas du tout, la pollution. En particulier.

Or, après un certain temps, en général de 1 à 3 jours, le liquide ainsi prétraite sort de la fosse et est évacué par des puits perdus ou des drains de terre cuite disposés en tranchée. Une grande partie des problèmes posés par les fosses septiques sont dus à ce qu'on néglige trop souvent le traitement de ces effluents. Le liquide sortant de la fosse doit être admis dans un ouvrage annexe (filtres bactériens, puits perdus, tranchées d'infiltration, lits filtrants, plateaux absorbants...) pour un traitement plus poussé et respectueux de l'hygiène publique.

- **Sédimentation** : les fosses septiques sont conçues, entre autres, pour assurer l'immobilité du liquide et, par voie de conséquence, faciliter la sédimentation des matières solides en suspension, dont on se débarrasse ensuite en enlevant périodiquement le dépôt.
- **Ecume** : graisses, huiles et autres matériaux plus légers que l'eau flottent à la surface et constituent une couche d'écume susceptible de se transformer en croûte assez dure.
- **Digestion et solidification des boues** : la matière organique, présente dans les boues déposées et la couche d'écume, est décomposée par des bactéries anaérobies, qui la transforment pour une grande part en eau et en gaz. Les boues déposées au fond du réservoir tendent à durcir sous le poids du liquide et des matières solides qui les surmontent. La vitesse du processus de digestion croît avec la température, avec un maximum vers 35°C.

Chapitre III : Analyse urbaine

Le centre de Guigou est doté d'un schéma directeur d'aménagement dressé par l'agence urbaine de Missouri. Ce schéma d'aménagement prévoit l'extension du centre vers le nord et le sud. Les différentes zones d'aménagement prévues par ce schéma sont données dans le (Tab.6) :

Tableau 6 : Typologie d'habitat et servitudes prévues par le plan d'aménagement.

Désignation	Superficie (ha)
Zones d'habitat	116
Zones d'équipements divers	
Administrations et services publics	7,5
- Enseignement	10,4
- Mosquées	1,5
- Santé	0,8
- Equipement socio-sportif	4,1
- Espaces verts	23
- Cimetière	5
- Voirie principale	70
- Zone industrielle	2,5
Total	241

1. Saturation du plan d'aménagement

Si on prend en considération une densité moyenne de 250 hab/ha, la population du centre de Guigou sera d'environ 29 000 habitants à saturation du plan d'aménagement qui correspond à l'horizon 2074. (Voir annexe : Le plan d'aménagement 2014).

Tableau 7 : Population du centre à saturation du plan urbain.

Superficie (ha)	Densité (hab/ha)	Population (hab)
116	250	29 000

2. Population du centre de Guigou

La population de la commune est de 21607 habitants selon (RGPH, 2014), qui se distribue sur 23 douars énumérés sur (Tab.8).

Tableau 8 : Les noms des douars.

Les noms des douars
AitBouziane ; AitHaddou ; ElKalâa ; Tafraout ; AitOufkir ; CentreAitHamza ; AïtBniza ; AitHra ; AïtHsaine ; AïtIkhlef ; Takhchacht ; Charchara ; Ikhatarne Guigou ; Izougaghen ; BeniDaoud ; AitAmarOuAbid ; CentreAitHamza ; Iaouine AitKhabbach ; AitSaidOuHaddou ; Essaf ; AïtBasri ; et Taghzout

Le (Tab.9) illustre les résultats du recensement de 2014.

Tableau 9 : Statistiques de la population (RGPH, 2014).

	1994		2004		2014		TA
	Total	Ménages	Total	Ménages	Total	Ménages	
Total	16249	2820	19035	3694	21 607	4610	1.6
Population-Rurale:			11059	1941			
Centre de Guigou			7976	1753			

TA : taux d'accroissement interannuel.

Entre la période espaçant 1994-2014, une augmentation évolutive du nombre d'habitat est observée clairement ainsi que le taux des ménages qui s'est élevé régulièrement. (Fig.11)

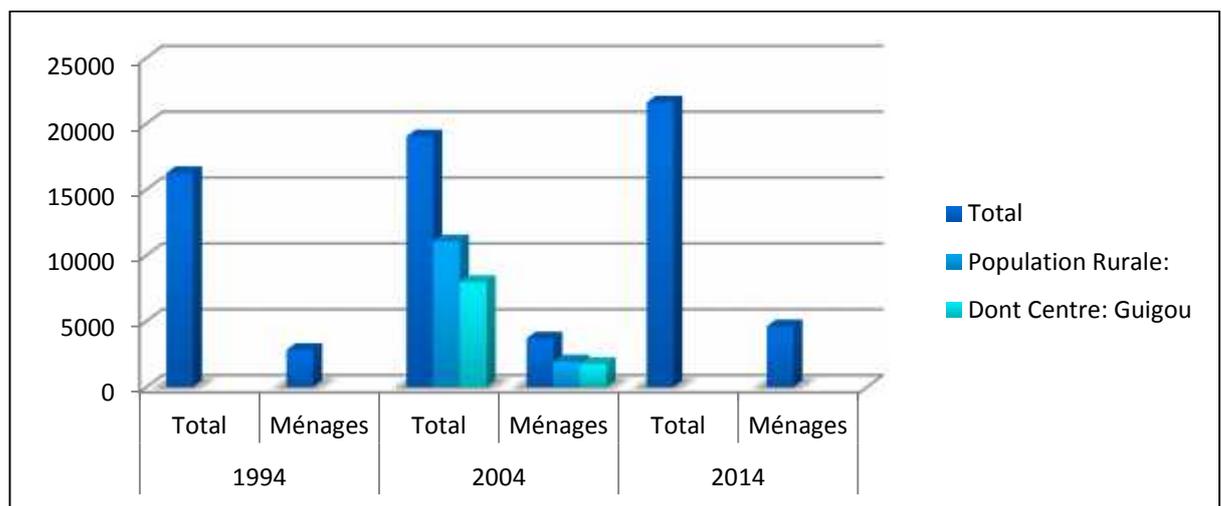


Figure 11: Evolution de la population de la commune de Guigou.

Le taux d'accroissement de la population est de **1.6 %** pour l'ensemble de la commune de Guigou. Cette croissance s'explique par le fait que la commune connaît un développement.

Les prévisions de la population urbaine de la commune de Guigou sont représentées sur la (Fig.12).

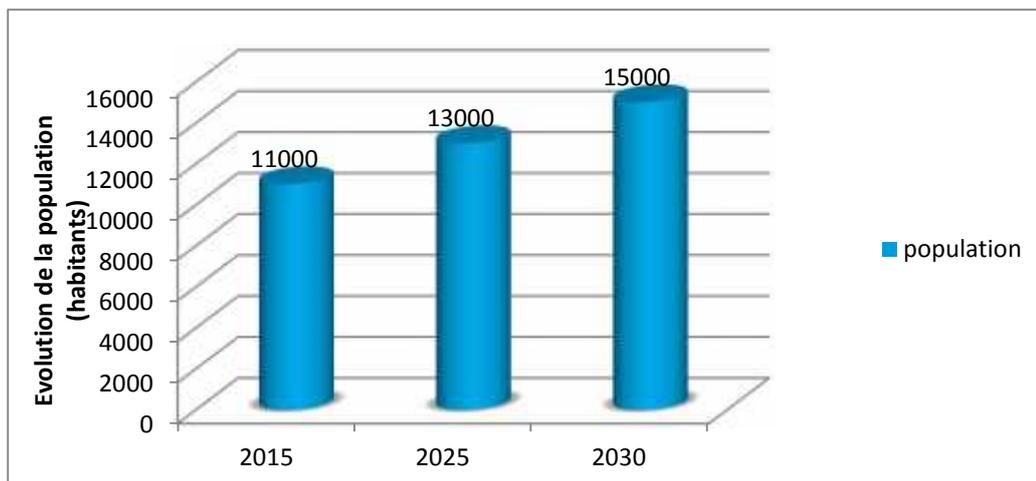


Figure 12 : Evolution de la population urbaine du centre de Guigou.

Les prévisions de la population rurale de la commune de Guigou sont représentées sur la (Fig.13).

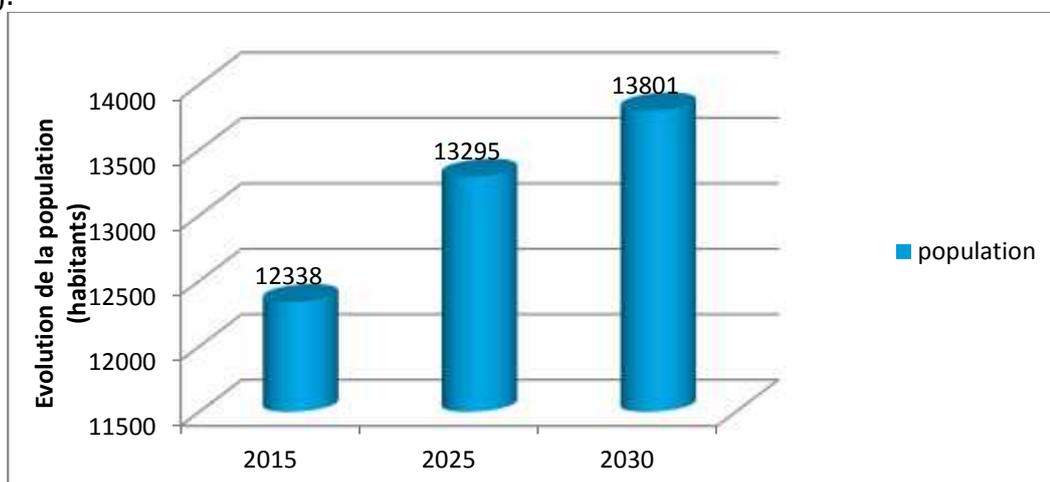


Figure 13 : Evolution de la population rurale du centre de Guigou.

- Le taux d'activité est de 34%.
- Hommes : 53%.
- Femmes : 15%.

3. Habitat et mouvement de construction

Le type d'habitat prédominant au centre de Guigou est le type économique (R et R+1), environ 80% des constructions existantes sont en dur. A noter que le mouvement de construction dans le centre est considérable.

Chapitre IV : Etude des usages d'eau et de rejet

I. Consommation en eau potable

1. Situation de l'A.E.P

Le centre de Guigou est alimenté en eau potable via un **réservoir surélevé**.

La gestion du service de l'eau, production et distribution, dans le centre de Guigou est assurée par l'ONEE - BRANCHE EAU.

2. Données statistiques

D'après le (Tab.10) la population a connu une certaine élévation entre les années 2009 et 2012 ce qui est reporté ainsi sur les prévisions d'ici 2035.

D'un autre part le taux d'accroissement a resté constant dans la même période (2009-2012), pourtant il connaîtra une diminution selon les prévisions 2015-2035.

Puisque la population s'évolue, c'est normale que la consommation augmente ce qui bien démontré sur le (Tab.10).

En ce qui concerne les besoins à la distribution, les besoins à la production et le rendement varient d'une manière aléatoire selon les statistiques 2009-2012. Pourtant ce dernier reste fixe d'après les prévisions 2015-2035.

Tableau 10 : Statistiques d'AEP du centre de Guigou.

Fiche des besoins en eau potable									
	Consommation (statique)					Prévisions			
	2009	2010	2011	2012	2015	2020	2025	2030	2035
<i>Données de base</i>									
Population totale	11036	11356	11685	12024	13024	14664	16190	17875	19736
Taux accroissement	2,9	2,9	2,9	2,9	2,7	2,4	2	2	2
Taux branchement	0,7	0,68	0,73	0,75	0,8	0,9	0,95	0,98	0,98
<i>Dotations (l/hab/j)</i>									
Population branchée	52,1	55,2	52,6	55	56	57	58	60	60
B.F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administrative	6,8	10	9,8	10	10	10	10	10	10
Industrielle	1,8	1,9	1,8	2	2	2	2	2	2
Population non branchée	7,1	6,1	7,1	10	10	10	10	10	10
DNG	45,07	49,436	49,998	53,25	56,8	63,3	67,1	70,8	70,8
<i>Consommation (m³/j)</i>									
Population branchée	402,5	426,3	448,7	496,0	583,5	752,3	892,1	1051,1	1160,5
B.F	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0
Administrative	75,0	113,6	114,5	120,2	130,2	146,6	161,9	178,8	197,4
Industrielle	19,9	21,6	21,0	24,0	26,0	29,3	32,4	35,8	39,5
Consommation totale (m³/j)	497,4	561,4	584,2	640,3	739,8	928,2	1086,4	1265,6	1397,3
<i>RENDEMENTS (%)</i>									
- Réseau	0,74	0,7	0,6	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
- Adduction	0,88	0,94	0,92	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
GLOBAL	0,65	0,70	0,51	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
<i>Besoins à la distribution (l/s)</i>									
- Moyens	7,8	8,8	12,2	8,7	10,1	12,6	14,8	17,2	19,0
- Pointe journalière	10,2	11,4	15,8	11,3	13,1	16,4	19,2	22,4	24,7
<i>Besoins à la production (l/s)</i>									
- Moyens	8,9	9,3	13,3	8,8	10,2	12,8	14,9	17,4	19,2
- Pointe journalière	11,5	12,1	17,3	11,4	13,2	16,6	19,4	22,6	25,0

3. Analyse des données

Le (Tab.11) illustre l'évolution des différentes dotations pour les années 2009 à 2011.

Tableau 11 : Evolution des dotations et du taux de branchement.

Année	Population (hab)	Taux de branchement	Dotation (l/hab/j)			
			Dom.	BF	Adm.	Ind.
2009	9 246	95%	42,34	0,00	2,01	0,72
2010	9 524	98%	42,63	0,00	1,38	0,31
2011	9 809	98%	49,16	0,00	1,80	0,15

4. Evolution future des différents paramètres

4.1. Taux de branchement

Le taux de branchement est supposé avoir une valeur constante pour les différents horizons futurs.

Tableau 12 : Evolution du taux de branchement.

Horizon	2015	2020	2025	2030
Taux de branchement (%)	98	98	98	98

4.2. Dotations

Pour l'évolution future des dotations on adopte les mêmes hypothèses que celles de l'étude d'AEP du centre :

- Dotation de la population branchée 50 l/hab/j
- Dotation de la population non branchée 20 l/hab/j
- Dotation administratif 7 l/hab/j
- Dotation industrielle 5 l/hab/j

Sur la base de ce qui précède, la fiche d'alimentation en eau potable à la future est interprétée dans le (Tab.10).

5. Estimation des rejets

5.1. Taux de retour à l'égout

Les débits d'eaux usées sont estimés par application du taux de retour à l'égout aux consommations d'eau potable et comme, d'une part ce coefficient varie souvent d'un type d'habitat à un autre et d'autre part on n'a pas des mesures vu l'absence du réseau, il est proposé de prendre un taux de retour de 80% pour toutes les zones et suivant les différents horizons.

5.2. Taux de raccordement au réseau d'assainissement

Pour l'évolution future, on suppose que le taux de raccordement évoluera pour atteindre une valeur de 98% à partir de 2030.

5.3. Eaux parasites

Les eaux parasites collectées par le réseau d'assainissement proviennent essentiellement des eaux de fuite du réseau d'eau potable. Pour l'évaluation du débit des eaux parasites on suppose que les eaux drainées par le réseau présentent environ 20% du débit moyen des eaux usées.

5.4. Fiche de production d'eau usée.

Le (Tab.13) représente une prévision sur la production d'eau usée dans la période de 2015-2030.

Remarque : Même si l'augmentation de la production des eaux usées pour chaque 1000 habitant la dotation restera fixe, mais le débit moyen va connaître une augmentation importante au cours des futures années.

Tableau 13 : Fiche de production des eaux usées.

Fiche de production eaux usées du centre de Guigou				
ANNEES	2015	2020	2025	2030
Population (1000 hab)	10,913	12,167	13,302	14,401
Taux accroissement %	2,6	2,2	1,8	1,6
Taux branchement %	90	95	98	98
Dotation l/hab/j				
Population branchée	50	50	50	50
BF	20	20	20	20
Administrative	7	7	7	7
Industrielle	5	5	5	5
NETTE GLOBALE	59,00	60,50	61,40	61,40
BRUTE GLOBALE	78	80	81	81
Consommations (m³/j)				
Population branchée	491,10	577,93	651,80	705,65
Population non bran.	21,83	12,17	5,32	5,76
Administrative	76,39	85,17	93,11	100,81
Industrielle	54,57	60,84	66,51	72,01
Rendements				
Rend. Réseau	80	80	80	80
Rend. Adduction	95	95	95	95
REND. GLOBAL	76	76	76	76
Production en eau usée				
Taux de raccordement %	80	85	90	98
Coefficient de restitution	0,8	0,8	0,8	0,8
Débit moyen (m³/j)	412,08	500,55	588,05	693,23
Débit moyen (m³/h)	17,17	20,86	24,50	28,88
Débit moyen (l/s)	4,77	5,79	6,81	8,02
Débit de pointe (l/s) (sec) *	19,55	23,75	27,91	32,90
Débit de pointe (l/s) (pluie) *	26,23	31,86	37,43	44,13

(*) y compris eaux parasites.

6. Critères de conception et de dimensionnement

6.1. Calcul des débits des eaux pluviales

Pour déterminer les débits pluviaux, le centre a été découpé en bassins versants selon la topographie et la configuration du réseau existant et projeté. L'objectif de la délimitation des bassins élémentaires, c'est **l'évaluation des débits au niveau de chaque bassin**, (Fig.14) par conséquent le dimensionnement des ouvrages de collecte se fera sur la base de ces débits. Cette délimitation des bassins versants a été faite en tenant compte de plusieurs facteurs essentiellement :

- **La topographie du terrain:**

Qui est un paramètre essentielle parce qu'elle cause énormément de problèmes au niveau de la délimitation des bassins, et qui nous permet d'éviter au possible l'installation des stations de refoulement.

- **La pente :**

C'est un paramètre très important qui nous renseigne sur le sens d'écoulement dans chaque bassin versant.

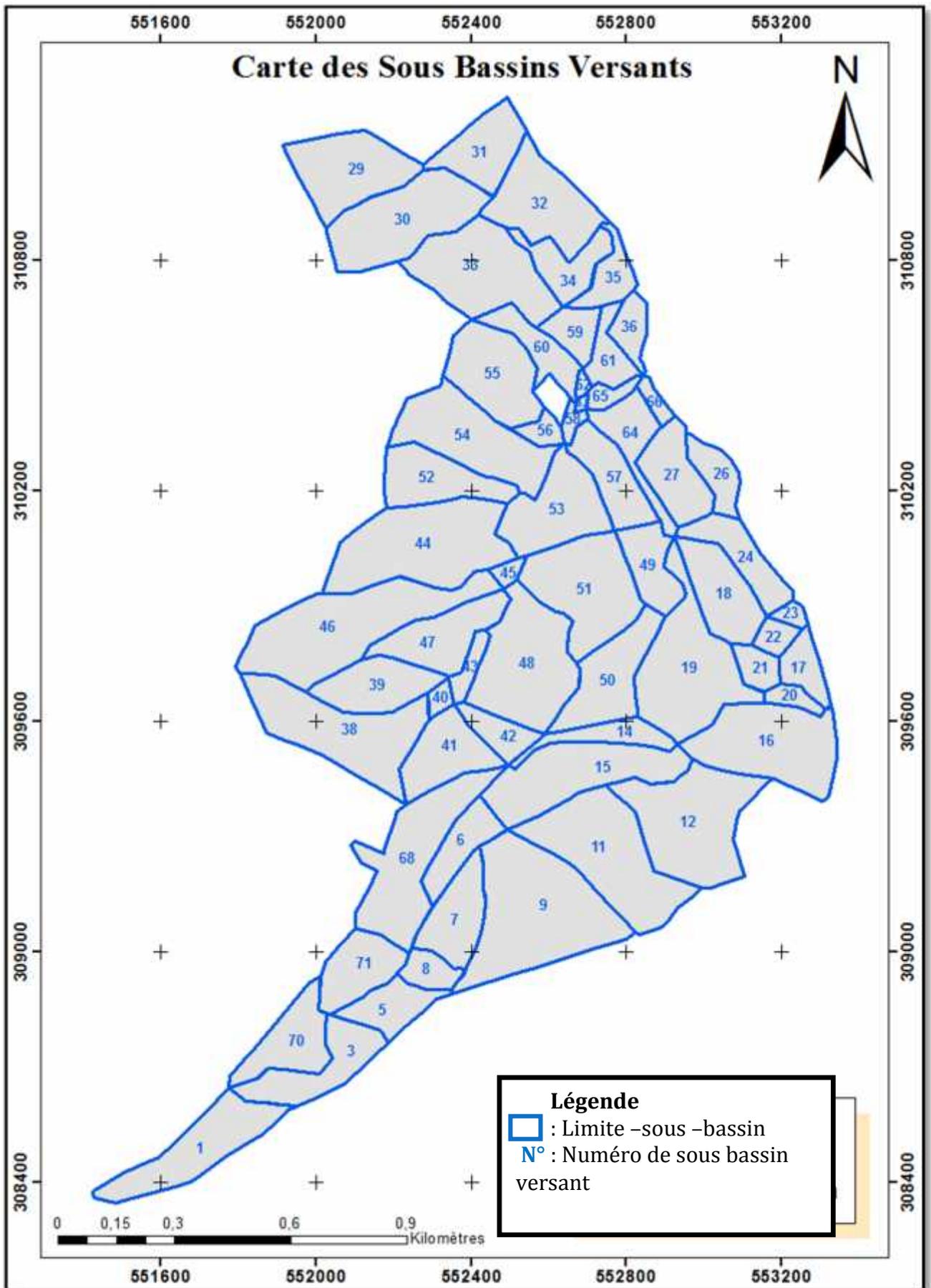


Figure 14 : Carte des sous bassins versants du centre de Guigou.

Les débits ont été calculés pour deux conditions : réseau hydrographique naturel y compris les bassins versants extérieurs et partie intéressée par la zone urbaine. Pour les bassins assainis en système pseudo-séparatif, il n'a été considéré que 40% du débit de chaque sous bassin et ce pour prendre en considération les eaux de pluies des cours intérieurs et terrasses des maisons.

6.1.1. Formules de calcul des débits

Il existe plusieurs modèles pour calculer les débits d'eaux pluviales. Les uns sont adaptés à la résolution des avants projets ; de ce fait ils sont nécessairement fondés sur un certain empirisme et s'appuient sur des éléments statistiques, ainsi que sur des éléments d'hypothèses relevant de l'expérience pour caractériser le tissu urbain. Parmi les modèles les plus utilisés on peut citer :

Le modèle rationnel, le modèle **superficiel de CAQUOT**, le modèle hybride, le modèle d'Harton, le modèle Mac-Math et le modèle Malet- Gauthier...etc.

Le choix d'un modèle dépend de plusieurs paramètres qui sont :

La superficie du bassin versant ; La nature du sol ; La pente ; La rugosité des ouvrages.

En hydraulique urbaine, il est assez rare de recourir à des données spécifiquement adoptées au projet étudié. C'est la raison pour laquelle on s'est attaché à réunir une information de base, la plus complète possible, pour aider à analyser par la statistique les événements pluvieux tout en limitant leur paramètre, à l'entendue du phénomène, son intensité mesuré sur des durées prédéterminées et à la fréquence probable de retour de l'événement, en traduisent ce principe par la formule universelle :

$$I(t, F) = a(F) \cdot t^{b(F)}$$

Dans la quelle :

❖ **I** : Intensité de pluie ;

❖ **T** : Durée de pluie ;

❖ **a** et **b** : Coefficient de la fréquence de dépassement.

Dans la plupart des projets d'assainissement au Maroc, comme notre cas, la méthode la plus utilise est celle de **CAQUOT**.

6.1.1.1. Formule superficielle de CAQUOT :

$$Q(Tr) = K * C^u * I^v * A^w$$

Dans la quelle :

- ☛ **Q (Tr)** : Débit de pointe (m³ /s) pour une période de retour **Tr** ;
- ☛ **C** : Coefficient de ruissellement du bassin versant ;
- ☛ **I** : Pente moyenne du bassin versant ;
- ☛ **A** : Superficie du bassin versant en (ha) ;
- ☛ Et **K, u, v, w**, sont des paramètres qui dépendent des coefficients de **Montana** (a et b) qui interviennent dans le modèle de **CAQUOT** et qui sont en corrélation direct avec l'intensité maximale de la pluie dans une région ;
- ☛ **K = ((a*0,5^b)/6,6)^u** ;
- ☛ **U = 1/ (1+0,287*b)** ;
- ☛ **V = - 0,41*b (1+0,287*b)** ;
- ☛ **W = (0,507*b+0,95)/ (1+0,287*b) s** ;

Selon l'ONEE-BRANCHE EAU les coefficients de Montana a et b pour une période de retour de 10 ans dans la région de Taroudant sont les suivants : **a = 5,557** et **b = - 0,626**
Ce qui donne les valeurs des paramètres (U, V, W et K) représentés dans le (Tab.14).

Tableau 14 : Valeurs des paramètres (U, V, W, K) pour une période de retour de 10 ans.

Période de retour	U	V	W	K
10	1,219	0,313	0,771	1,376

Afin de calculer le débit du bassin versant du centre de Guigou, on a essayé de délimiter ce dernier en sous bassins (74 SBV) ainsi de relever les différents paramètres (C, I, A) tout en utilisant la formule de **CAQUOT**. Les résultats trouvés sont illustrés dans le (Tab.15).

Tableau 15 : Caractéristiques des bassins versants de lotissement du centre de Guigou.

N° BV	M	M	Surface ha	Pente m/m	Coefficient C	Longueur hm	Débit m³/s
B1	0,02	0,05	4,96	0,002	0,6	5,47	0,378
B2	0,27	0,25	0,01	0,01	0,2	2,65	0,000
B3	0,02	0,04	3,66	0,0088	0,6	3,27	0,545
B4	0,07	0,10	0,01	0,0041	0,2	0,73	0,001
B5	0,01	0,03	2,27	0,0117	0,6	1,85	0,473
B6	0,01	0,02	2,27	0,0041	0,6	1,35	0,397
B7	0,02	0,04	3,26	0,0047	0,6	3,2	0,406
B8	0,01	0,02	1,21	0,05	0,4	0,61	0,389
B9	0,02	0,04	10,01	0,0061	0,2	4,96	0,294
B10	0,20	0,21	0,01	0,0027	0,2	2,03	0,000
B11	0,00	0,00	8	0,05	0,5	0,01	20,572
B12	0,01	0,02	7,69	0,0072	0,6	2,64	1,186
B13	0,13	0,15	0,01	0,002	0,2	1,33	0,000
B14	0,03	0,06	1,75	0,0077	0,6	4,57	0,216
B15	0,03	0,05	6,28	0,0048	0,6	7,35	0,546
B16	0,02	0,05	6,8	0,0044	0,6	6,47	0,610
B17	0,02	0,04	1,5	0,0025	0,6	2,17	0,184
B18	0,02	0,04	3,6	0,0108	0,4	3,55	0,337
B19	0,01	0,02	7,54	0,002	0,5	2,03	0,713
B20	0,02	0,04	0,69	0,003	0,5	1,49	0,084
B21	0,01	0,03	1,07	0,002	0,6	1,27	0,155
B22	0,02	0,04	0,78	0,002	0,4	1,38	0,067
B23	0,01	0,03	0,42	0,002	0,4	0,78	0,046
B24	0,02	0,04	2,67	0,002	0,6	2,64	0,280
B25	0,16	0,17	0,01	0,0065	0,2	1,55	0,001
B26	0,02	0,04	1,61	0,0117	0,6	2,56	0,291
B27	0,02	0,04	3,13	0,0036	0,6	2,75	0,385
B28	0,22	0,22	0,01	0,0046	0,2	2,18	0,000
B29	0,01	0,02	5	0,02	0,5	1,5	1,077

B30	0,01	0,02	6,45	0,0111	0,6	1,8	1,340
B31	0,02	0,04	3,25	0,0069	0,2	3,68	0,113
B32	0,01	0,03	5,06	0,002	0,2	3,16	0,130
B33	0,01	0,03	6,59	0,0091	0,5	2,76	0,857
B34	0,02	0,04	2,47	0,0103	0,6	2,91	0,406
B35	0,01	0,03	1,56	0,0039	0,5	1,57	0,202
B36	0,01	0,03	1,25	0,0042	0,6	1,49	0,211
B37	0,27	0,25	0,01	0,005	0,2	2,66	0,000
B38	0,02	0,04	7,05	0,0033	0,6	5,65	0,615
B39	0,01	0,02	3,41	0,0052	0,6	1,27	0,658
B40	0,01	0,03	0,45	0,0056	0,6	0,73	0,113
B41	0,01	0,03	3,49	0,0043	0,6	2,27	0,493
B42	0,02	0,04	1,52	0,0056	0,6	2,13	0,239
B43	0,02	0,05	0,75	0,01	0,6	2,09	0,141
B44	0,02	0,03	8,43	0,0034	0,5	4,45	0,661
B45	0,01	0,03	0,4	0,006	0,4	0,84	0,059
B46	0,02	0,05	9,04	0,0052	0,6	6,72	0,838
B47	0,01	0,02	3,78	0,0024	0,6	1,17	0,600
B48	0,24	0,23	0,01	0,0104	0,2	2,35	0,000
B49	0,01	0,03	2,46	0,0139	0,6	1,94	0,529
B50	0,01	0,03	4,32	0,0094	0,6	2,29	0,768
B51	0,18	0,19	0,01	0,003	0,2	1,81	0,000
B52	0,02	0,04	3,65	0,0114	0,5	3,78	0,442
B53	0,01	0,03	4,69	0,0057	0,6	2,44	0,698
B54	0,02	0,04	6,04	0,0132	0,4	4,81	0,525
B55	0,01	0,03	4,72	0,0137	0,6	2,92	0,844
B56	0,01	0,03	0,73	0,002	0,6	0,89	0,124
B57	0,01	0,03	2,99	0,0118	0,6	2,41	0,556
B58	0,02	0,04	0,35	0,002	0,6	1,12	0,054
B59	0,01	0,03	1,5	0,0023	0,6	1,42	0,216
B60	0,01	0,03	2,15	0,0086	0,6	1,99	0,396

B61	0,01	0,03	1,55	0,0333	0,6	1,2	0,535
B62	0,02	0,05	0,14	0,002	0,6	0,9	0,024
B63	0,01	0,03	0,1	0,0048	0,2	0,31	0,009
B64	0,03	0,05	2,46	0,002	0,6	4,04	0,214
B65	0,01	0,02	0,64	0,0118	0,6	0,7	0,205
B66	0,02	0,04	0,44	0,0055	0,6	1,45	0,081
B67	0,20	0,20	0,01	0,0095	0,2	1,96	0,001
B68	0,02	0,04	6,88	0,0075	0,6	4,14	0,881
B69	0,10	0,13	0,01	0,0123	0,2	1,02	0,001
B70	0,02	0,04	3,32	0,0084	0,5	3,73	0,369
B71	0,01	0,02	3,06	0,002	0,5	1,58	0,323
B72	0,14	0,16	0,01	0,0202	0,2	1,41	0,001
B73	0,14	0,16	0,01	0,0202	0,2	1,41	0,001
B74	0,14	0,16	0,01	0,0202	0,2	1,41	0,001

6.1.1.2. Formule rationnelle

Elle s'exprime :

$$Q = C \cdot i \cdot A \cdot A(A)$$

Avec :

- ☛ **Q** = Le débit au point de calcul en m³/s.
- ☛ **C** = Le coefficient de ruissellement compris entre 0 et 1.
- ☛ **i** = L'intensité de la pluie pour une période de retour donnée en mm/h.
- ☛ **A** = La superficie du bassin au point de calcul en ha.
- ☛ **A(A)** = Terme correctif tenant compte de la forme du bassin.

Cette formule découle d'un simple bilan hydrologique entre le volume d'eau précipité et le volume d'eau ruisselé.

Le temps de concentration s'écrit :

$$T_c = t_1 + t_2$$

- ☛ **t1** : Est le temps de ruissellement.
- ☛ **t2** : Est le temps d'écoulement.

- **Faiblesse de la méthode rationnelle :**

Comme il vient d'être constaté, le temps d'écoulement peut être assez bien maîtrisé. Il n'en est pas de même pour le temps d'écoulement superficiel laissé à l'appréciation du projeteur.

6.1.2. Choix de la période de retour

Le degré de protection à assurer résultera d'un nécessaire compromis entre l'aspiration à une protection absolue pratiquement irréalisable et le souci de limiter tant le coût de l'investissement que les sujétions d'exploitation.

Il est souvent admis a priori qu'il est de bonne gestion de se protéger du risque de fréquence décennale. Cependant, un degré moindre pourra être considéré comme acceptable par le maître d'ouvrage dans les zones modérément urbanisées et dans les zones où la pente limiterait strictement la durée des submersions. Ainsi, en tête de réseau, on pourra s'accommoder de l'absence d'un égout pluvial; au-delà, sur de faibles distances, ou pourra encore, le cas échéant, se contenter d'évacuer souterrainement le flot de période de retour de 2 ou de 5 ans. En sens inverse, dans les quartiers fortement urbanisés et dépourvus de relief, le concepteur n'hésitera pas à calculer les collecteurs principaux en vue d'absorber les débits de période de retour de 20 ans, voire de 50 ans, de manière à éviter, même à de tels intervalles, des inondations étendues et prolongées compte tenu de la longévité des ouvrages et de l'accroissement continu du coefficient de ruissellement. Dans notre cas, on a fixé cette période en **10 ans** pour plus de sécurité (pour la totalité de réseau de lotissement).

6.1.3. Evaluation de la pente

Pour un bassin urbanisé dont le plus long cheminement hydraulique " L " est constitué de tronçons successifs "LK" de pente sensiblement constante " IK ", l'expression de la pente moyenne qui intègre le temps d'écoulement le long du cheminement le plus hydrauliquement éloigné de l'exutoire (ou temps de concentration) est la suivante :

$$I_h = \left(\frac{\sum L_j}{\sum (L_j / \sqrt{I_j})} \right)^2$$

La pente moyenne d'un tronçon est égale à la différence d'altitude entre début et fin du segment, divisée par la longueur du même segment.

C est le coefficient de ruissellement du bassin versant (est fonction de la nature du sol).

$$C = \text{surface couverte} / \text{surface non couverte}$$

Ici on appelle surface couverte toute surface couverte par un matériau assez étanche empêchant l'infiltration de l'eau.

☛ **A** : Est la surface du bassin versant (en ha).

Ce débit est corrigé par un coefficient multiplicateur **m** fonction de la période de retour des pluies exceptionnelles, et de la forme du bassin versant :

$$m = (M / 2)^{\frac{0.84 \times b(F)}{1 - 0.287 \times b(F)}}$$

☛ **M** : Est l'allongement égal à la valeur maximum entre 0.8 et (L/\sqrt{A}) .

☛ **L** : Est la longueur hydraulique en hm.

Remarque: l'utilisation de la formule de **CAQUOT** est limitée aux conditions suivantes (Tab.16) :

Tableau 16 : Limites de la formule de CAQUOT.

	Mini	Maxi
Pente	0.002 m/m	0.05 m/m
Coefficient de ruissellement	0.2	1
Surface du bassin versant	5 hectares	200 hectares

6.1.4. Evaluation de coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement "C" est le rapport du volume d'eau ruisselé par le volume d'eau tombée, est généralement assimilé au taux d'imperméabilisation du site qui est égal au rapport de la surface revêtue "A'" par la surface totale du bassin versant "A".

$$C = \frac{A'}{A} \geq 0.2$$

Avec: **C ≥ 0,2** Car, en zone urbanisée, la surface de la voirie et des aires de service représente à elle seule environ 20% de la superficie de cette zone. Ce coefficient dépend du type d'occupation du sol et de la typologie d'habitat, est généralement assimilé au taux d'imperméabilisation, les valeurs unitaires proposées sont représentées dans le (Tab.17) :

Tableau 17 : Coefficient de ruissellement selon l'occupation du sol.

Coefficient de ruissellement	
Habitat dense	0,8 à 0,9
Habitat économique	0,6 à 0,8
Immeuble	0,3 à 0,4
Villas	0,2 < C < 0,4
Industriel	0,5 à 0,80
Parcs et jardins publics	0,1 à 0,25
Voirie	0,90

6.1.5. Evaluation de l'allongement d'un bassin

L'allongement " M " d'un bassin versant est défini comme étant le rapport du plus long cheminement hydraulique " L " à la racine carré de surface équivalente à la superficie du bassin considéré ; son expression est la suivante :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \geq 0,8$$

6.1.6. Evaluation du coefficient correcteur

Le débit de pointe calculé devra être corrigé par un coefficient de correction qui est «m» ce qui donne :

$$Q_c = m * Q_p$$

👉 **m** : $(M/2)^{(0,84*b / (1+0,287*b))}$;

👉 **M** : L/\sqrt{A} : Allongement de bassin (distance en hectomètre parcourue par l'eau du point situé le plus à l'amont du bassin versant jusqu'au point le plus en aval) ;

👉 **L** : Longueur hydraulique de bassin versant ;

👉 **Qp** : Débit de pointe.

6.2. Calcul des paramètres pondérés pour l'assemblage des bassins versants.

6.2.1. Formules d'assemblage

La formule superficielle de **CAQUOT**, développée ci-avant, est valable pour un bassin de caractéristiques physiques homogènes. L'application du modèle à un groupement de sous-bassins hétérogènes de paramètres individuels A_j , C_j , I_j , L_j (longueur du drain principal), Q_{pj} (débit de pointe du bassin considéré seul), nécessite l'emploi de formules d'équivalence

pour les paramètres " A, C, I et M " du groupement. Ces formules qui diffèrent selon que les bassins constituant le groupement sont en " série " ou en " parallèle " sont exprimées dans (Tab.18) :

Tableau 18 : Formules d'assemblage des bassins versants.

	Aeq	Ceq	Ieq	Leq	Meq
En série	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\left[\frac{\sum L_j}{\sum \sqrt{I_j}} \right]^2$	$\sum L_j$	$\left[\frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}} \right]$
En parallèle	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\left[\frac{\sum I_j Q_{pj}}{\sum Q_{pj}} \right]$	L (Q max)	$\left[\frac{\sum L(Q_{max})}{\sqrt{\sum A_j}} \right]$

Remarque : Voir annexe tableau d'assemblage des sous bassins du centre de Guigou.

Le débit aussi doit satisfaire les conditions suivantes:

$$\text{Max}(Q_1, Q_2) < Q < (Q_1 + Q_2)$$

Avec :

Q1 et Q2 = débits des deux bassins assemblés.

- Si $Q < \text{Max}(Q_1 \text{ et } Q_2)$ \Rightarrow Q calcul = Max (Q1 et Q2).
- Si $Q > (Q_1 + Q_2)$ \Rightarrow Q calcul = Q1 + Q2

6.2.2. Validité de la formule de CAQUOT

La vérification de l'ajustement du modèle de **CAQUOT**, les formules d'expression du débit, quelle que soit la période de retour d'insuffisance choisie, sont valables dans les conditions suivantes :

- 👉 La surface du bassin ou groupement de bassins $\sum A \leq 200$ ha ;
- 👉 La pente I entre 2‰ et 5 % ;
- 👉 Le coefficient de ruissellement $1 \geq C \geq 0,2$;
- 👉 Le coefficient d'allongement $M \geq 0,8$.

6.2.3. Calcul de débits d'eaux usées.

Les débits des eaux pluviales évalués pour chaque bassin sont des débits moyens. Les calculs de dimensionnement des collecteurs sont généralement faits sur la base des débits de pointe, mais dans notre cas étant donné que le système de collecte est le système unitaire et pseudo-séparatif, le dimensionnement du réseau se fera sur la base des débits pluviaux.

6.2.3.1. Mode de calcul.

Les débits d'eaux usées sont calculés à partir de la consommation journalière d'eau potable affectée d'un taux de rejet à l'égout. Dans notre cas nous avons déterminé cette consommation à partir des dotations unitaires et du développement urbain établis aux chapitres précédents.

6.2.3.2. Taux de rejet

Le taux de rejet est fonction du type d'habitat, en zone villa, il peut descendre à 0,5 mais il peut dépasser 100% de la consommation si l'eau utilisée n'a pas pour seule origine l'eau distribuée par l'O.N.E.E - BRANCHE EAU, nous pouvons adopter un taux moyen de rejet égal à 0,8.

6.2.3.3. Débit d'eau usée domestique

- **Débit moyen journalier Q_{mj}**

Le débit moyen journalier est celui émanant des consommations d'eau potable multiplié par le taux de rejet.

- **Débit de pointe journalière Q_{pj}**

Le coefficient de pointe journalière permet de tenir compte de la variation journalière de la consommation. Généralement ce coefficient est pris égal à 1,3.

- **Débit de pointe horaire Q_{ph}**

Le coefficient de pointe horaire est donné par la formule :

$$Q_{ph} = (1,5 + 2,5/\sqrt{Q_{mj}}) \cdot Q_{mj}$$

☛ Q_{ph} = débit de pointe horaire (en l/s)

☛ Q_{mj} = débit moyen (en l/s).

6.2.4. Formules de vérification et de dimensionnement des ouvrages.

Les débits des collecteurs ont été calculés en utilisant la formule de Manning Strickler universelle qui tient compte de la rugosité des conduites.

$$Q = K.R. \frac{2}{3} . I. \frac{1}{2} . S$$

☛ Q = Débit en m^3/s

☛ R = Rayon hydraulique en m

☛ I = Pente du collecteur en m/m

☛ S = Surface mouillée en m^2

☛ K = Coefficient de rugosité dont les valeurs utilisées sont cités dans (Tab.19) :

Tableau 19 : Coefficients de rugosité.

DENOMINATION	K
Terre	40
Béton armé	70
P.V.C	80

6.2.5. Diamètre minimal.

Pour un réseau pseudo-séparatif, on adopte généralement un diamètre minimal Ø300 et pour un réseau unitaire on adopte un diamètre minimal de Ø400.

6.2.6. Vitesse minimale pour autocurage

Nous supposons que l'autocurage est assuré si pour un débit égal au 1/10 du débit capable la vitesse est supérieure à 0,60 m/s. Cette vitesse est voisine de la vitesse de charriage du sable (éléments fins de diamètre < 5mm).

6.2.7. Vitesse maximale

Pour éviter une dégradation rapide des conduites par érosion, il faut limiter les vitesses maximales à 4 m/s, les pentes maximales sont calculées au dans (Tab.20) :

Tableau 20 : Pentes maximales.

à mm	I _{max} (V = 4 m/s)
300	0,2164
400	0,1405
500	0,1006
600	0,0765
800	0,0497
1000	0,0356
1200	0,027

7. Caractéristiques des collecteurs

7.1. Les collecteurs

Ce sont des canalisations de section circulaire, généralement enterrée, construites en PVC, ou en béton. Elles permettent le transport des eaux usées et /ou des eaux pluviales dans les réseaux d'assainissement.

Les types de collecteurs : Il y a plusieurs types de conduites utilisées :

- Les conduites en PVC ou AC pour les petits diamètres ;
- Les conduites en CAO ou BV pour les grands diamètres allant jusqu'à 3500 mm ;

- Les conduites ovoïdes et les Dalots qui permettent de transiter de très grands débits et qui sont utilisés surtout pour l'évacuation des eaux pluviales dans les grandes agglomérations ;
- Les tuyaux « ondulée » en PE-HD (PE haute densité); développés récemment.

Tableau 21 : Avantages et inconvénients de conduites.

Canalisations	Avantages	Inconvénients
B.V	Coût modéré.	Sensible à H ₂ S. (-) sol agressif. Longueur 1m (++ joints).
A.C	Bonne résistance à la corrosion. Joints étanches.	Sensible à H ₂ S. (-) agressivité des eaux. Cancérigène
C.A.O (BVA)	Bonne résistance à l'écrasement. Longueur (2,5 à 3m) Joints étanches.	Sensible à H ₂ S. (-) sol agressif
P.V.C	Très résistant à H ₂ S. Bonne résistance mécanique. Montage très facile. Haute résistance à l'abrasion.	Sensible à la température

Remarque : Parmi les matériaux très sensibles à l'évacuation d'effluents chauds sont les conduites en P.V.C. pour lesquelles il faut limiter la température à 35°C.

7.2. Les types de canalisations

Ce sont soit des tuyaux en béton armé ou en Polychlorure de vinyle de forme circulaire, rectangulaire ou ovoïdale soit des caniveaux en béton armé, gros béton ou en galet.

7.2.1. Dimensionnement des canalisations :

Les étapes pour dimensionner les canalisations d'un réseau d'assainissement sont :

- Calcul du débit d'eau pluviale et eaux usées
- Assemblage des bassins
- Calcul du débit d'eaux usées
- Calculs des diamètres des conduites
- Vérification des conditions d'autocurage.

7.2.2. Classification des canalisations :

Ñ En béton non armé

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50 m.

Les tuyaux non armé ont une rupture brutale mais à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante, elle survient aux premiers âges de la canalisation.

Ñ En béton armé

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. Pour pouvoir être dit « armé » un tuyau doit comporter deux séries d'armature :

- Des barres droites appelées génératrices
- Des spires en hélice continues. D'un pas régulier maximal de 15 cm.

7.3. Les regards

Les regards sont des ouvrages en béton armé ou non selon la profondeur qui assurent l'accès au réseau pour d'éventuelles interventions. Ils peuvent servir à casser la portée d'une canalisation, à créer une chute (pour éviter les fortes pentes), de point d'intersection entre 2 collecteurs ou entre une antenne et un collecteur ou entre, de point de branchement des clients et de changement de direction.

La fermeture des regards se fait par des tampons en fonte par des dalettes en béton armé selon le cas. Pour les regards se trouvant sous des chaussées à grand trafic routier, on utilise des tampons en fonte série lourde (150 kg). Pour ceux se trouvant sous chaussées à faible trafic routier, on utilise des tampons en fonte série légère (100 kg) et pour ceux se trouvant sur trottoirs, on utilise des tampons en béton armé. (Fig. 15, 16, 17et 18).

7.3.1. Différents types de regards :

7.3.11 Regards de visite

Permettent la surveillance et le curage des égouts ainsi qu'à leurs aérations. Il est placé à chaque changement de direction et à chaque 30 m.

- **Regards chute**

Ce sont des regards analogues aux regards de visite, seulement la chute est plus importante, ce type de regard est prévu lorsque les canalisations sont disposées en forte pente, ce qui entraîne des vitesses très importantes, la chute des effluents dans ces regards permet de briser la vitesse d'écoulement.

Regards à avaloir

Ils sont généralement sur les trottoirs à un point bas de la chaussée destinée à collecter les eaux de cette dernière. L'espacement entre les dents doit être de sorte à assurer la protection du réseau contre les objets grossiers et éviter un colmatage trop fréquent de l'avaloir.

- Regards à grille

Ce sont des regards de petites dimensions, couverts par une grille en fonte, ils servent à évacuer les eaux de ruissellement des parcs, allées piétonnes et des pelouses et chaussée sans trottoir.

- Regards borgnes

Ce sont des regards non accessibles servant au branchement d'un particulier au réseau d'assainissement.



Figure 15 : Regard de visite.



Figure 16 : Regard à avaloir.



Figure 17 : Regard à grille.



Figure 18 : Regard borgne.

8. Identification des variantes de la collecte

8.1. Facteurs de génération

Pour faire face aux problèmes de l'assainissement du site un examen de différentes solutions possibles techniquement et économiquement est nécessaire. Les facteurs de génération à considérer sont :

- Le système de collecte des eaux usées et pluviales.
- La collecte et l'évacuation des eaux usées et pluviales.

8.2. Description des variantes

8.2.1. Variantes réseau

C'est un système composé de conduites, de regards, de boîtes de branchement et d'ouvrages spéciaux servant à collecter les eaux de la source de production (habitations, industrie...) et les acheminer soit, idéalement, à un complexe de traitement soit directement à un milieu récepteur. Cette évacuation se fait généralement par gravitation mais en cas de force majeure on peut recourir à un refoulement sous pression.

8.2.2. Différents types de réseau :

Il existe plusieurs types de réseau en fonction de la spécificité de chaque projet. On y trouve :

8.2.2.1. Le réseau séparatif

Le séparatif est un système constitué de deux réseaux totalement séparés :

- Un pour les eaux pluviales ;
- Un pour les eaux usées domestiques ;

Le système des eaux usées est enterré, tandis que le système des eaux pluviales peut être enterré ou superficiel. De nombreuses extensions urbaines ont été réalisées, sur la base de ce système au Maroc, au cours des dernières années. (Fig.19 et 20).

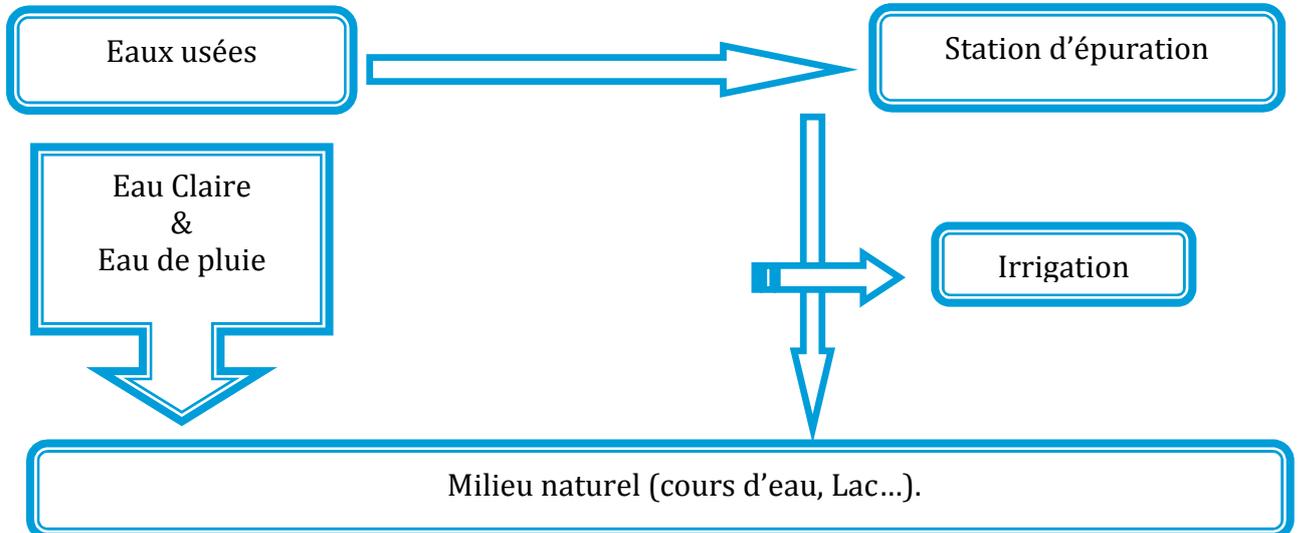


Figure 19 : Schéma représentatif du système séparatif.

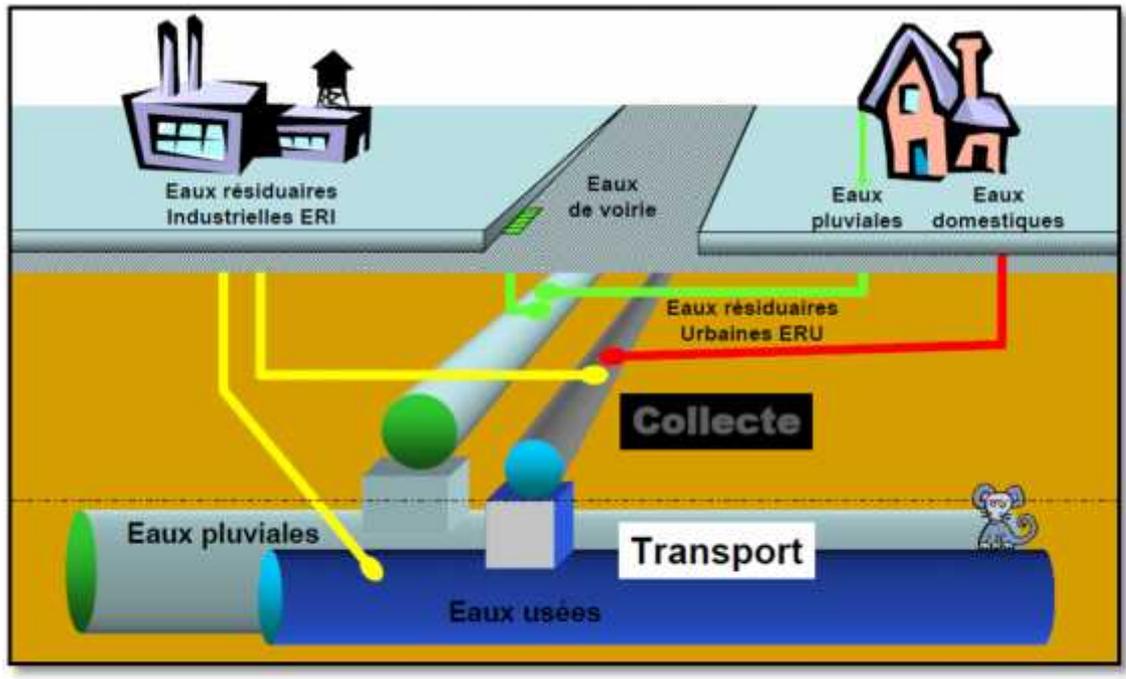


Figure 20 : Schéma représentatif du système séparatif.

Avantages et inconvénients du système séparatif :

Le (Tab.22) représente les avantages et les inconvénients du système séparatif.

Tableau 22 : Avantages et inconvénients du système séparatif.

Système séparatif	Avantages	Inconvénients
Coût d'investissement	Pouvant être inférieur au coût d'un réseau unitaire, en cas d'évacuation superficielle des eaux pluviales.	Plus élevé que celui d'un réseau unitaire, surtout en cas de double réseau enterré.
Exploitation	Absence d'intrusion de sédiment dans le réseau usées, provenant des eaux pluviales.	Plus complexe et coût plus élevé dans le cas d'un double réseau enterré (double linéaire). Risques d'erreurs de branchement.
Epuration	Dimensionnement optimisé.	
Milieu récepteur	Meilleure maîtrise des rejets (épurés ou non) par temps sec.	Aucun traitement des faibles pluies.

8.2.2.2. Le réseau unitaire

Le réseau unitaire effectue une collecte conjointe des eaux usées et des eaux pluviales. Il les achemine par un ouvrage unique vers le milieu récepteur (ou système de traitement). Sur ce

type de réseau, des ouvrages de délestage (déversoirs d'orage) sont régulièrement positionnés afin d'évacuer une partie des débits des eaux dans le milieu récepteur en période d'orage. Le système unitaire est généralement imposé lorsqu'il n'y a pas de possibilité de concevoir un réseau économique des eaux pluviales de surface ; c'est-à-dire :

- Lorsque les pentes de terrain naturel sont faibles.
- Lorsque le taux de surfaces imperméables est très élevée et que les pentes sont faibles et imposent des ouvrages d'évacuation important et enterrées ; auxquelles il est possible ; sans dépenses supplémentaires d'ajouter les eaux usées.

Si la rivière ou le cours d'eau, qui peut recevoir les eaux pluviales sans aucun problème, est éloigné des points de collectes. (Fig.21, 22).

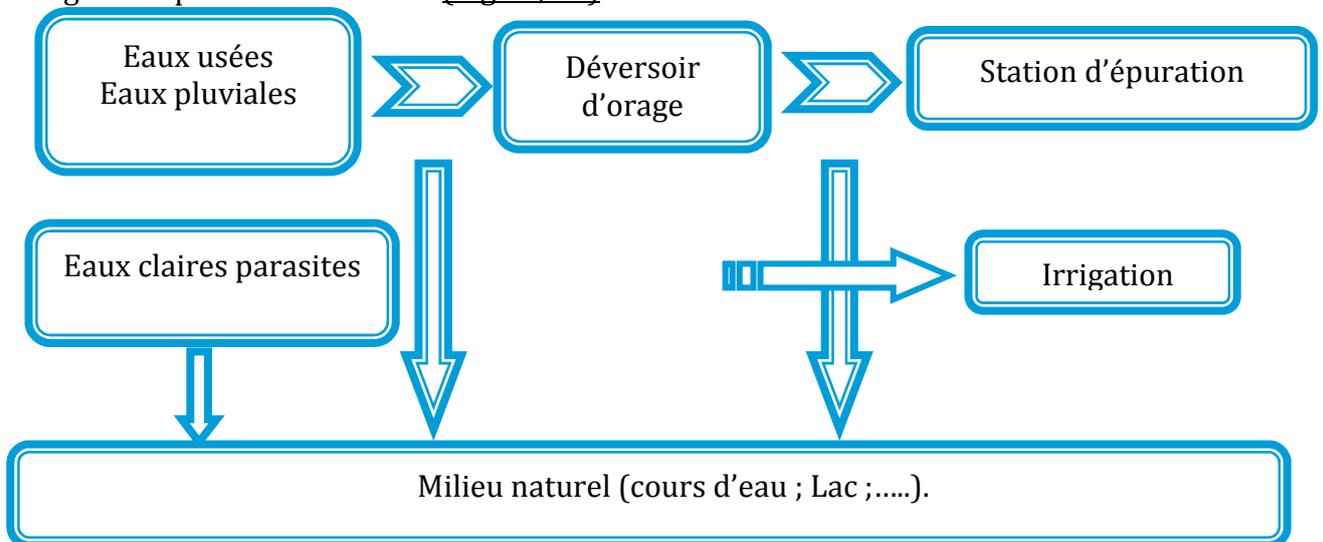


Figure 21 : Schéma représentatif du système unitaire.

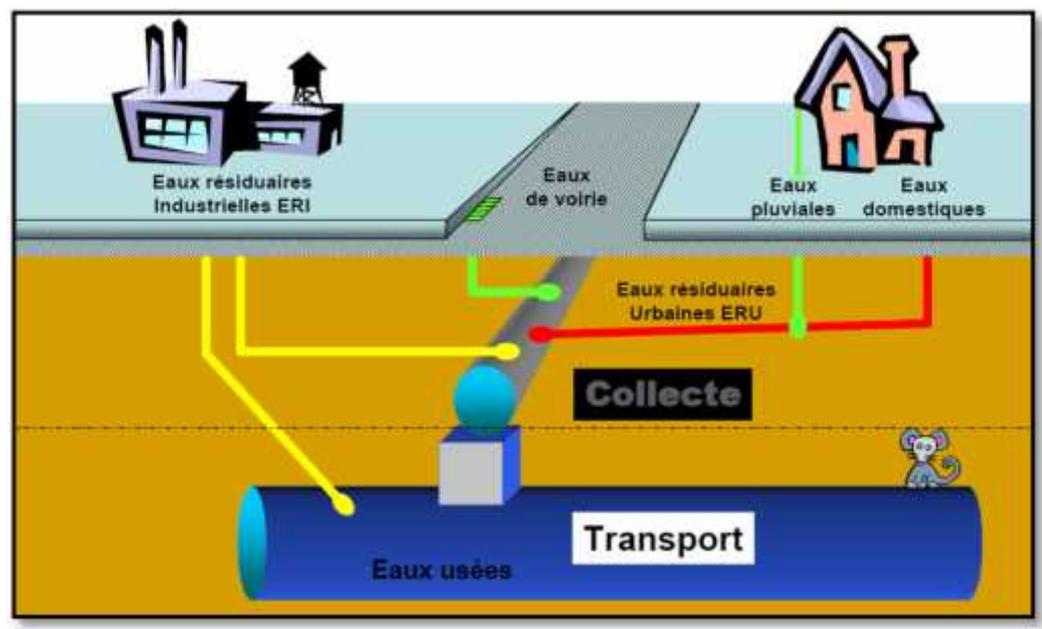


Figure 22 : Schéma représentatif du système unitaire.

Avantages et inconvénients du système unitaire:

Le (Tab.23) représente les avantages et les inconvénients du système unitaire.

Tableau 23 : Avantages et inconvénients du système unitaire.

Système unitaire	Avantages	Inconvénients
Coût d'investissement	Plus faible que celui d'un réseau séparatif	
Exploitation	Meilleure accessibilité, linéaire à entretenir inférieur.	Exige une très bonne qualité de pose et d'entretien, pour éviter les dépôts, et donc les stagnations par temps sec.
Epuration	Possibilité de traitement d'une fraction des eaux pluviales (cas des faibles pluies).	Apport d'eaux pluviales parasites, au niveau du traitement.
Milieu récepteur	Rejet d'eaux mixtes par les déversoirs d'orage	Peut induire à une contamination du milieu récepteur

8.2.2.3. Le réseau Pseudo-séparatif

C'est un système comportant :

- Un réseau pour les eaux usées et les eaux de pluie, provenant des toits, terrasses, jardins, cours des habitations ;
- Un réseau de canalisations, de fossés et/ou de caniveaux pour les eaux de ruissellement de surface (surface des voiries) ; (Fig.23).

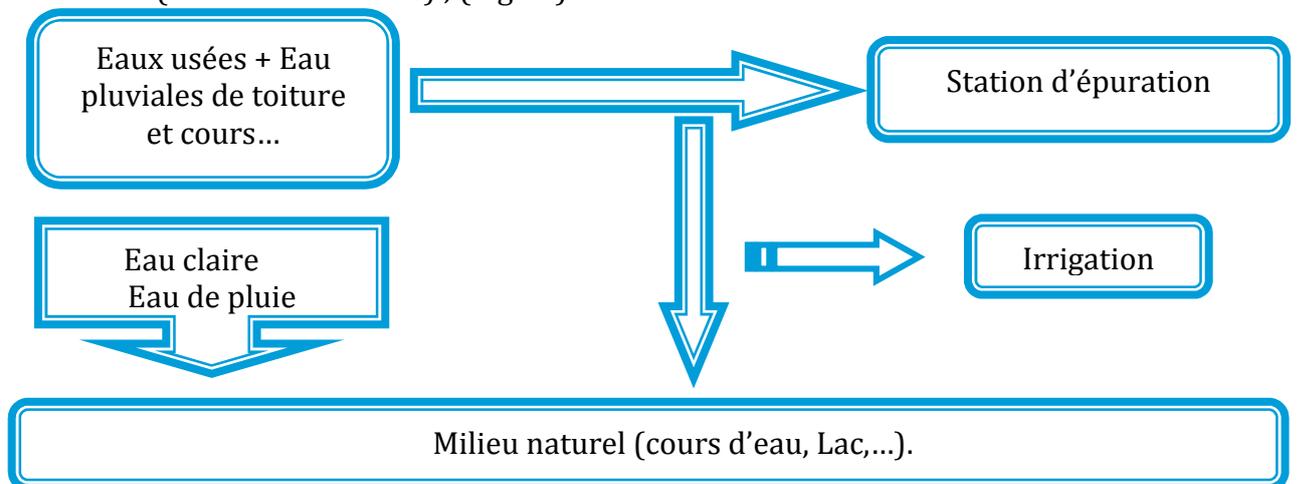


Figure 23 : Schéma représentatif du système pseudo-séparatif.

- **Avantages et inconvénients du système pseudo-séparatif :**

Le (Tab.24) représente les avantages et les inconvénients du système pseudo-séparatif.

Tableau 24 : Avantages et inconvénients du système pseudo-séparatif.

Système pseudo séparatif	Avantages	Inconvénients
Coût d'investissement	Pouvant être inférieur au coût d'un réseau unitaire, en cas d'évacuation superficielle des eaux pluviales. Nombre de branchements inférieurs au système unitaire, ou séparatif à double réseau enterré.	Pouvant être supérieur au coût d'un système séparatif, avec évacuation superficielle des eaux pluviales.
Exploitation		Plus lourde que pour un réseau unitaire. Risques d'erreurs de branchement.
Epuration	Possibilité de traitement d'une fraction des eaux pluviales.	Apport d'eaux pluviales parasites au niveau du traitement.
Milieu récepteur		Rejet sans traitement des eaux de voiries.

8.2.2.4. Autre systèmes d'assainissement

- **Système mixte :**

On appelle communément système mixte un réseau constitué suivant les zones en partie en système unitaire et en partie en système séparatif.

- **Système composite :**

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement.

- **Systèmes spéciaux :**

L'usage de ces systèmes n'est à envisager que dans des cas exceptionnels, On distingue :

- Système sous pression sur la totalité du parcours : le réseau fonctionne en charge de façon permanente sur la totalité du parcours.
- Système sous dépression : le transport de l'effluent s'effectue par mise des canalisations en dépression.

9. La collecte et l'évacuation

La topographie et la nature du terrain de centre ainsi que le niveau de l'oued Guigou nous impose la variante de la collecte et l'évacuation des eaux usées et pluviales suivante :

9.1. Collecte des eaux usées du centre de Guigou

La collecte et l'évacuation des eaux usées vers le site de la station d'épuration sera assuré via plusieurs stations de refoulement. En effet la collecte de toute la population du centre en un réseau gravitaire impose le passage par des grandes profondeurs. Le tracé du réseau projeté des eaux usées a été fait sur la base du plan de développement et de la topographie du terrain. Une attention particulière a été accordée à ce tracé pour assurer l'assainissement de tous les quartiers existants et futurs du centre et d'éviter au maximum les contres pentes.

L'assainissement des eaux usées du centre nécessite la mise en place de :

- Un ensemble de collecteurs primaires et secondaires pour l'assainissement des zones d'habitat existants et pour les extensions futures.
- Quatre stations de pompage et de reprise, pour le refoulement des eaux usées vers la station d'épuration.

9.2. Collecte des eaux pluviales du centre de Guigou

Le centre est caractérisé par plusieurs dépressions. Le drainage des eaux pluviales s'effectuera à travers des caniveaux et dalot en béton armé projetés au niveau des voies d'aménagement principales qui collecte les eaux qui ruissèlent à travers les rues. Les eaux de ces caniveaux seront acheminées vers oued Guigou et les dépressions existantes qui vont jouer le rôle de bassin d'infiltration. La délimitation exacte des bassins nécessitera comme donnée la perméabilité du sol.

10. Consistance du projet d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou et le tracé du réseau d'assainissement

Ce projet consiste la réalisation des prestations suivantes :

- Un réseau d'assainissement liquide des eaux usées du centre de Guigou ;
- Un réseau d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou ;
- Le réseau d'assainissement global du centre est projeté en diamètre DN315 série 1 avec un linéaire de 48 km ;

Les caractéristiques du réseau d'assainissement projeté (linéaire, section et nature du matériau) sont présentées dans (Tab.25) :

Tableau 25 : Caractéristiques du réseau d'assainissement EP projeté.

Linéaire (ml)									Total (ml)
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	
844	442	1 323	9 895	3 299	1462	1692	282	789	20 028

Les dimensions des caniveaux sont les suivantes :

C1: h = 0,30 m; l = 0,4 m; **C2:** h = 0,30 m ; l = 0,6 m; **C3:** h = 0,40 m; l = 0,65 m

C4: h = 0,70 m; l = 0,75 m; **C5:** h = 0,75 m; l = 1,00 m; **C6:** h = 0,80 m; l = 1,40 m

C7: h = 1,00 m; l = 1,50 m; **C8:** h = 1,30 m; l = 1,50 m; **C9:** h = 1,50 m; l = 1,50 m.

- Des conduites en diamètres de 315 mm en PVC série 1 ;
- Une fourniture de 220 DH/ml (Tab.26) ;
- Un transport de 3.44 DH/ml/100 ;
- Et un pose de 40.4 DH/ml.

(Voir le tracé du réseau d'assainissement du centre de Guigou).

Tableau 26 : Prix de fourniture, transport et pose des conduites en PVC.

Désignation	Unité	Fourniture DH/ml	Transport DH/ml/100 km	Pose DH/ml	FTP DH/ml
Diamètre 200 mm, PVC série 1	mł	66	1,39	13,2	83
Diamètre 250 mm, PVC série 1	ml	128	2,17	25,6	160
Diamètre 315 mm, PVC série 1	ml	220	3,44	40,4	271
Diamètre 400 mm, PVC série 1	ml	326	5,55	65,2	408
Diamètre 500 mm, PVC série 1	mł	540	6,5	80,5	634

11. Coût d'investissement et de fonctionnement

Pour ce critère, on retiendra comme indicateur le montant cumulé des investissements et de fonctionnement de la solution considéré. Les investissements considérés comprennent l'ensemble des ouvrages objet de la comparaison. Ces deux composantes ont été regroupées dans un seul indicateur qui est le coût actualisé de chaque variante et qui sera pris en compte dans l'analyse multicritère, ce qui est démontré sur le (Tab.27) qui résume la totalité des dépenses pour la réalisation du projet d'assainissement liquide du centre de Guigou.

Tableau 27 : Coûts d'investissement du projet d'assainissement du centre de Guigou.

Désignation	Unité	Quantité	Prix DH	Total DH
1- Réseau d'assainissement des eaux usées				
Fourniture et pose des conduites 315 en PVC série	ml	47973	916	43943699
Branchement particulier en PVC DN 200 y compris boîte de branchement	U	2880	2750	7920000
Réseau projeté des eaux usées				51863699
Réalisation de caniveau rectangulaire avec dalle en béton armé				
Les caniveaux (C1 ; C2 ; C3 ; C4 ; C5 ; C6 ; C7 ; C8 ; C9)	ml	20028	15239	24554390
Ouvrage de rejet	U	10	9000	90000
2- Réseau projeté des eaux pluviales				24644390
3- Ouvrage de refoulement				1400950
Total des travaux - collecte et de refoulement DH HT				77909039
Imprévus (15%)				11686356
Total général y compris 15% d'imprévus DH HT				89.595394

Conclusion générale

Le centre de Guigou est caractérisé par un terrain de nature rocheuse et de topographie hétérogène (existence de plusieurs dépressions). Ceci impose l'adoption d'un **système pseudo-séparatif** avec des conduites en diamètres de **315 mm** en **PVC série 1**. Le système pseudo-séparatif est le système le plus souple car, d'une part, il permet de collecter la totalité des eaux domestiques par le raccordement des terrasses et cours intérieurs au réseau et il permet de différer les investissements dans le temps en réalisant les ouvrages des eaux de collecte des eaux pluviales (en favorisant au maximum l'écoulement superficiel via des caniveaux) progressivement en fonction de l'aménagement des voiries qui constituent la contrainte principale pour le fonctionnement des réseaux des eaux pluviales.

Le réseau des eaux pluviales sera projeté au niveau des voies d'emprise supérieur à 15 m, les voies d'emprise inférieure ou égale à 15 m seront assainies superficiellement.

Grâce aux logiciels informatiques tels que : **COVADIS**, **AUTOCAD** et **ARCGIS** servant au traçage des profils en long, des tracés en plan ainsi qu'au découpage des bassins versants, nous avons pu dimensionner le réseau d'assainissement et réaliser l'étude de la voirie de lotissement objet d'étude, l'utilisant de la formule superficielle du **CAQUOT** couplée à celle de Manning Strickler ont permis de calculer les sections des conduites de ce réseau par simple programmation sur tableur « Excel » en faisant la référence à l'abaque des charges ou encore en vérifiant les résultats par la valeur cible sur tableur « Excel ».

Le coût d'investissement et de fonctionnement est estimé à environ **90.000.000 DH**.

Références bibliographiques

- **ABHS (2015)** : Etude d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou.
- **Bentayeb A. et Leclerc (1975)**. Causse Moyen Atlasique – Ressources en Eau du Maroc, tome 3. Notes et Mémoires du SGM n° 231.
- **Charriere A. (1989)**. – Carte géologique de Sefrou (Maroc). –Direction de la Géologie, Rabat.
- **Chocat B. , (1982)**. Hydrologie urbaine et de l'assainissement. Tome 1. Cours photocopié de l'INSA de Lyon, 142.
- **Colo G., (1961)**, Contribution à l'étude du Jurrassique du Moyen Atlas septentrional, Notes et mém. Serv. Géol, Maroc. 139, 266p.
- **Martin J., (1981)**, Le Moyen Atlas central, Etude géomorphologique, Notes et Mémoires, Services. Géol, Maroc, 258 et 258 bis., 445p.
- **Mitci CAQUOT (1974)**. La méthode des hydrogrammes appliquée au drainage urbain. TSM, 7, 37-404.
- **Mitci CAQUOT (1974)**. Sur une nouvelle méthode de calcul des débits d'orage et des hydrogrammes de ruissellement dans les bassins de drainage urbain. TSM, 2, 59-74.
- **ONEE (2015)** : Office National de l'Eau et de l'Electricité : Etude d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou.
- **RGPH (2014)** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
- **SAFED (2015)** : Société Africaine d'Etudes Techniques et de Développement : Etude d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou.
- **SIHE (2015)** : Société d'Ingénierie en Hydraulique et Environnement : Etude d'assainissement liquide des eaux pluviales du centre de Guigou.

Annexe



Figure 1 : Organigramme de la DR5.

Tableau 1 : Formule de débit.

$Q(F) = m.K^{I/U} . I^{V/U} . C^{1/U} . A^{W/U}$					
a	b	U	V	W	K
8	-0,67	0,80771	0,2747	0,61031	-
					0,40606061
		V/U	1/U	W/U	
		0,340097	1,23806	0,75560	
		312	812	535	

Tableau 2 : Signification d'abréviations.

Abréviations		
I :	Pente moyenne du bassin versant (m/m) ;	
C :	Coefficient du ruissellement ;	
A :	Superficie du bassin versant (ha) ;	
K :	Coefficient d'expression :	0,5 b(F) a(F)/6,6 ;
U :	Coefficient d'expression :	1 + 0,287 b(F) ;
V :	Coefficient d'expression :	-0,41 b(F) ;
W :	Coefficient d'expression :	0,95 + 0,507 b(F).

T

Tableau 3 : Paramètre de la formule de Montana.

Période de retour	a	b
10 ans	5,83	-0,60
05 ans	4,86	-0,60
02 ans	3,89	-0,60

Tableau 4 : Prévisions démographiques du centre de Guigou.

Année	1982	1994	2004	2012	2015	2020	2025	2030
Taux d'accroissement %	4,00%	3,88%	3,00%	2,60%	2,20%	1,80%	1,60%	
Population	3 405	5 449	7 976	10 104	10 913	12 167	13 302	14 401

Tableau 5 : Assemblage des sous bassins du centre de Guigou.

Assemblage des sous bassins du centre de Guigou							
	M	m	A (ha)	I	C	L (m)	Q (m ³ /s)
B1	0,02	0,05	4,96	0,00	0,60	5,47	0,265
B2	0,27	0,25	0,01	0,01	0,20	2,65	0,238
B1 série B2			4,97	0,05	0,40	8,12	0,525
B3	0,02	0,04	3,66	0,01	0,60	3,27	0,545
B1B2 série B3			8,63	0,16	0,40	11,39	1,093
B4	0,07	0,10	0,01	0,00	0,20	0,73	0,001
B1B2B3 série B4			8,64	0,31	0,40	12,12	1,285
B5	0,01	0,03	2,27	0,01	0,60	1,85	0,473
B1B2B3B4 série B5			10,91	0,36	0,40	13,97	1,597
B6	0,01	0,02	2,27	0,00	0,60	1,35	0,397
B1B2B3B4B5 série B6			13,18	0,34	0,40	15,32	1,832
B7	0,02	0,04	3,26	0,00	0,60	3,20	0,406
B1B2B3B4B5B6 série B7			16,44	0,25	0,40	18,52	1,919
B8	0,01	0,02	1,21	0,05	0,40	0,61	0,389
B1B2B3B4B5B6B7 série B8			17,65	0,49	0,40	19,13	2,465
B9	0,02	0,04	10,01	0,01	0,20	4,96	0,294
B1B2B3B4B5B6B7 B8 série B9			27,66	0,26	0,40	24,09	2,910
B10	0,20	0,21	0,01	0,00	0,20	2,03	0,000
B1B2B3B4B5B6B7B8B9 série B10			27,67	0,30	0,40	26,12	2,929
B11	0,00	0,00	8,00	0,05	0,50	0,01	20,572
B1B2B3B4B5B6B7B8B9B10 série B11			35,67	0,55	0,40	26,13	4,512
B12	0,01	0,02	7,69	0,01	0,60	2,64	1,186

B1B2B3B4B5B6B7B8B9B10B11 série B12				43,36	0,43	0,40	28,77	4,893
B13	0,13	0,15	0,01	0,00	0,20	1,33		0,000
B1B2B3B4B5B6B7B8B9B10B11B12 série B13				43,37	0,41	0,40	30,10	4,717
B14	0,03	0,06	1,75	0,01	0,60	4,57		0,216
B15	0,03	0,05	6,28	0,00	0,60	7,35		0,546
B14 série B15				8,03	0,08	0,40	11,92	0,790
B16	0,02	0,05	6,80	0,00	0,60	6,47		0,610
B14B15 série B16				14,83	0,13	0,40	18,39	1,421
B1B2B3B4B5B6B7B8B9B10B11B12B13//(B14B15B16)				58,20	0,35	0,40	30,10	6,012
B17	0,02	0,04	1,50	0,00	0,60	2,17		0,184
B1B2B3B4B5B6B7B8B9B10B11B12B13B14B15B16 série B17				59,70	0,34	0,40	32,27	5,959

Album photo



Photo 1 : Vue du centre Almis Guigou en rive gauche de l'oued Guigou.



Photo 2 : Vue de l'oued Guigou lors de la crue de Novembre 2002.



Photo 3 : Pont Aït Frigou près du centre de Guigou à reconstruire.



Photo 4 : Inondation du centre de Guigou (crue de Novembre 2002).



Photo 5 : Vue de l'oued Sehb El Merga.