

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : " Sciences de la Terre et de l'Univers"

Filière : " Géologie "

Spécialité : "Hydrogéologie et Environnement "

*Thème :*

## **Cartographie par les SIG des réseaux hydrographiques (urbains et naturels) de la ville de FRENDA. (Étude comparative)**

Présenté et soutenus publiquement par :

- BOUZIANE Mustafa.
- SAFA Moussa.
- SEKINE Wahiba.

**JURYS :**

- **Président** : ZERARKA Abdelkader, Maitre de conférences A.
- **Promoteur** : BOUCHENTOUF Khaled, Maitre assistant A.
- **Examineur** : AMEUR Mohamed, Maitre assistant B.

Année Universitaire : 2017/2018

## *Dédicace*

*À mes parents Mes chers parents pour leur patience et leurs sacrifices et  
m'ont toujours soutenus durant toutes les périodes de vie dont le rêve était  
toujours de me voir réussir Qu'ils sachent que leur place dans mon cœur et  
ma pensée*

*À*

*Mes frères, Mes sœurs À tous mes amis La promotion 2018*

*À vous*

# *Remerciement*

*Louange à Dieu, tout puissant de m'avoir guidé durant ma formation et de m'avoir permis de réaliser ce modeste travail.*

*Je voudrais exprimer mes sincères remerciements à notre encadreur Monsieur **Bouchentouf Khaled** pour sa disponibilité permanente, ses commentaires et bien sûr ses Critiques constructives ainsi qu'à l'ensemble des enseignants qui ont assuré ma formation.*

*Je tiens aussi à présenter mes remerciements les plus ardents à messieurs les membres de jury d'avoir accordé à mon travail une importance très encourageante.*

*Je n'oublie pas de remercier aussi l'ensemble du corps administratif du Département d'Hydrogéologie et Environnement.*

*Enfin ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse.*



**MUSTAFA - MOUSSA - WAHIBA**

# Sommaire

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

N°	Titre	page
----	-------	------

Introduction général .....1

## Chapitre I : Ressources en eau

Introduction : .....3

1-Répartition globale de l'eau .....3

1-1-Type de ressources en eau .....4

1-2- Le Cycle hydrologique: .....4

1-2-1- Le cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant .....5

2-L'hydrologie urbaine .....6

2-1- Les lois de la pluviosité : .....7

2-2-Facteurs quantitatifs et qualitatifs : .....7

3-Ressources en eaux en Algérie: .....8

4-Ressources en eau par utilisation du SIG : .....9

Conclusion : .....9

## Chapitre II : Gestions et Schéma d'assainissement

Introduction .....11

1-Le réseau hydrographique naturel : .....11

2-Le réseau hydrographique urbain : .....12

2-1-Circulation de l'eau sur les surfaces imperméables : .....12

2-2-La voirie, lieu d'écoulement surfacique : .....13

2-3-Le réseaux hydrographique naturel exutoire du réseau hydrographique urbain : .....13

3- La gestion des eaux pluviales : .....13

4-Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales : .....14

4-1- différents systèmes d'évacuations des eaux usées et pluviales : .....14

4-1-1- système séparatif : .....14

4-1-2- Système unitaire : .....14

4-1-3-Système mixte : .....15

4-1-4- Système pseudo séparatif :.....	15
4-1-5- Système composite :.....	15
4-1-6- Systèmes spéciaux :.....	16
4-2- Choix du système d'évacuation :.....	16
5-L'importance de gestion des eaux pluviale :.....	16
5-1-L'aménagement :.....	16
5-2-L'amélioration du cadre de vie :.....	16
5-3-L'éducation environnementale du citoyen :.....	16
5-4-Maitriser les risque d'inondation :.....	17
5-5-Maitriser les risques environnementaux :.....	17
5-6-Optimiser les couts :.....	17
Conclusion :.....	18

<b>Chapitre :III</b>	<b>Présentation de la Zone d'étude</b>
----------------------	--

Introduction :.....	19
1-Situation géographique :.....	19
1-2-Environnement et structure générale:.....	20
1-3-Géologie :.....	20
2-Hydrologie superficielle :.....	21
3- Climatologie de la zone d'étude :.....	23
3-1-Les facteurs climatiques :.....	24
3-2-Les Précipitations :.....	24
3-2-1-Les Précipitations moyennes mensuelles :.....	24
3-2-2-Les variations interannuelles des précipitations :.....	25
3-3-Températures :.....	26
3-3-1-Températures moyennes mensuelles :.....	26
3-3-2-Diagramme Pluvio-thermique (Ombro-thermique) :.....	27
4-Bilan hydrique :.....	27
3-1-Détermination des paramètres du bilan :.....	28
3-1-1-Evapotranspiration :.....	28
4-1-2-Ruissellement (R) :.....	30
4-1-3-Infiltration (I) :.....	31
4-2-Interprétation du bilan hydrique :.....	33
5-La population :.....	34

5-1-Le parc logement :	34
5-1-1-Secteur équipement :	35
5-1-2-Zone d'activité :	35
6-Réseau d'assainissement de la ville de Frenda :	35
6-1-Structure du réseau :	36
6-2-Description du réseau :	36
6-3-L'état de réseau d'assainissement de la ville de Frenda :	38
6-4-Propositions pour l'amélioration du réseau :	38
Conclusion :	39

<b>Chapitre : IV</b>	<b>Réalisation d'un SIG</b>
----------------------	-----------------------------

Introduction :	41
1-Les composants nécessaires au bon fonctionnement d'un SIG :	41
1-1-Les couche thématique :	41
1-2-Matériels :	41
1-3-Logiciels:	41
1-4-Donnée:	41
1-5-Utilisateur :	41
1-6-Méthode:	41
2-Méthdologie utilisés:	41
3-organigramme du déroulement et la réalisation du SIG :	42

<b>Chapitre : V</b>	<b>Résultats obtenus par l'étude de SIG</b>
---------------------	---

Introduction :	44
1-Présentation des couches thématiques :	44
1-1-Délimitation des bassins versants :	44
1-1-1-Bassin versant naturel :	44
1-1-2-Bassin versant urbain :	45
2-comparaison des deux bassins :	48
2-1-superficies et périmètres :	49
3-La géologie alentours de milieu urbaine de Frenda :	51
3-1-Le Kimméridgien :	52
3-2-Le Tithonique:J6 :	52
3-3-LePlio- Quaternaire:	53

3-4-Le Quaternaire .....	53
4-Le relief : .....	53
5-1-Topographie de la zone urbaine.....	55
5-2-Profil dans les sous bassins naturel et urbains : .....	56
5-3-Pente et sens d'écoulement du bassin naturel : .....	57
6-Gestion des eaux pluviales dans la ville de Freneda : .....	58
6-1-Rejets : .....	60
6-2-Environnement : .....	61
7-La tendance générale de développement de la ville : .....	61
8-Propositions pour l'amélioration du réseau : .....	62
Conclusion : .....	63
Conclusion général.....	64

Références Bibliographiques

Annexe

## Liste des Figures

N°	Titre de figure	page
<b>Chapitre I :</b>		<b>Ressources en eau</b>
	<b>Figure 1:</b> Répartition globale de l'eau .....	3
	<b>Figure 2:</b> le cycle hydrologique .....	4
	<b>Figure 3:</b> Cycle de l'eau à l'échelle du bassin versant.....	5
	<b>Figure 4 :</b> Schéma du réseau hydrographique1 .....	11
<b>Chapitre II :</b>		<b>Gestions et Schéma d'assainissement</b>
	<b>Figure 5 :</b> La rue est le lieu de cheminement de l'eau de pluie.....	13
	<b>Figure 6:</b> Schéma d'un réseau unitaire.....	15
	<b>Figure 7:</b> Schéma d'un réseau séparatif .....	15
	<b>Figure8:</b> Situation Géographique de la zone d'étude [Frenda] .....	19
<b>Chapitre : III</b>		<b>Présentation de la Zone d'étude</b>
	<b>Figure 9:</b> La carte géologique de la région de Frenda .....	21
	<b>Figure 10:</b> Coupe géologique (segment A-B sur la carte de la région d'étude ; carte géologique de Frenda) .....	21
	<b>Figure 11 :</b> Extrait de la carte topographique de Frenda au 1/50 000.....	22
	<b>Figure 12:</b> les principaux affluents de l'oued Taht.....	23
	<b>Figure 13:</b> Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude.....	25
	<b>Figure 14:</b> Répartition des Précipitations interannuelles de la région d'étude .....	25
	<b>Figure 15:</b> Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude .....	26
	<b>Figure 16 :</b> Diagramme Ombro- thermique de la région d'étude .....	27
	<b>Figure 17:</b> Présentation graphique du Bilan hydrique de C.W.Thornthwaite .....	33
	<b>Figure 18:</b> Trace des principaux collecteurs.....	37

<b>Figure 19:</b> Découpage du chef-lieu en bassin versant naturels. ....	45
<b>Figure 20 :</b> Découpage du chef-lieu en bassin versant urbain à partir du plan d'assainissement .....	45
<b>Figure 21:</b> Découpage du chef-lieu en bassin versant .....	46
<b>Figure 22:</b> Carte de localisation des profils en long .....	47
<b>Figure 23:</b> Profils dans les sous bassins versants urbains .....	47
<b>Figure 24:</b> présentation géométrique des deux bassins .....	49
<b>Figure 25:</b> Comparaison des périmètres.....	50
<b>Figure 26:</b> Comparaison des superficies partielles. ....	50
<b>Figure 27:</b> Comparaison des superficies Globales.....	50
<b>Figure 28:</b> Extrait de la carte géologique de Freneda et limite du périmètre urbain .....	51
<b>Figure 29:</b> Coupe géologiques traversant la zone urbaine de Freneda. ....	53
<b>Figure 30:</b> Topographie de la zone urbanisée de Freneda .....	55
<b>Figure 31:</b> Schéma comparatifs des profile en long des deux bassins.....	57
<b>Figure 32:</b> Bloc diagramme répartition d'affluent de bassins versant naturels. ....	58
<b>Figure 33:</b> Réseau d'évacuateurs principaux.....	60

## Liste des Tableau

N°	Titre de Tableau	page
<b>Chapitre : III</b>		Présentation de la Zone d'étude
<b>Tableau 1 :</b>	les Caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1991-2016) .....	24
<b>Tableau 2 :</b>	Les Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude .....	24
<b>Tableau 3 :</b>	Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude.....	26
<b>Tableau 4 :</b>	Résultats de l'ETP obtenus par la formule de (C.W. Thornthwaite de la station d'Ain Bouchekif (1991-2016) .....	29
<b>Tableau 5 :</b>	Résultats de l'ETR obtenus par les différentes méthodes d'estimation de la station D'Ain Bouchekif (1991-2016) .....	30
<b>Tableau 6:</b>	Résultat du ruissèlement par la formule de « Tixeront-Berkaloff» pour la station d'Ain Bouchekif (1991-2016) .....	31
<b>Tableau 7 :</b>	Estimation de l'infiltration par l'équation fondamentale du bilan hydrique de la station d'Ain Bouchekif (1991-2016) .....	31
<b>Tableau 8 :</b>	Le bilan hydrique de C.W .Thornthwaite de la station d'Ain Bouchekif (1991-2016) .....	33
<b>Tableau 9:</b>	Evolution de la population de FRENDA.....	34
<b>Tableau 10:</b>	Population et logements (1998) .....	34
<b>Chapitre : V</b>		Résultats obtenus par l'étude de SIG
<b>Tableau 11:</b>	Aperçu sur les pentes de sous bassins urbains .....	48
<b>Tableau 12:</b>	Aperçu sur les dimensions des deux bassins .....	49
<b>Tableau 13:</b>	Aperçu longueur d'évacuateurs principaux.....	60

## Liste des Abréviations

**BVN** : Bassin versant naturel.

**BVU** : Bassin versant urbain.

**ACL** : Agglomération chef-lieu.

**A.N.R.H** : Agence National des Ressources Hydrique.

**EP** : Eaux Pluvial.

**EU** : Eaux Usées.

**GEP** : Gestion des eaux pluviales.

**PDAU** : Plan directeur d'Aménagement et Urbanisme

**POS** : Plan d'Occupation du sol.

**SIG** : Système d'informatique Géographique.

**ONA** : Office National Algérienne.

**R.G.P.H**: Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

**PDAU** : Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

**DPAT** : Plan d'Aménagement du Territoire

# **Introduction général**

**Introduction général**

L'eau est un élément vital et une source précieuse qui constitue un facteur décisif pour la croissance et le développement socio-économique.

L'étude du comportement hydrologique du milieu urbain a surtout été centrée sur les événements pluvieux importants. Plus généralement, l'hydrologie du milieu urbain apparaît largement conditionnée par des influences et mécanismes méconnus. L'incidence réelle de l'imperméabilisation sur le transfert direct des eaux pluviales vers l'exutoire soulève encore des questions fondamentales pour la compréhension de la formation du débit (Hollis et Oviden, 1988). Les échanges entre le sol et l'atmosphère ont reçu peu d'attention de la part des hydrologues du milieu urbain. Des études climatologiques de Grimmond et Oke (1991) ont montré que leur influence pouvait être supérieure à celle attendue. L'intérêt porté à la circulation de l'eau dans le sous-sol urbain fortement perturbé par l'homme est peu important. Des travaux récents ont montré que cette eau peut s'infiltrer dans les réseaux d'assainissement au travers de défauts d'étanchéité, et ainsi contribuer significativement au débit (Joannis et al., 1993).

L'assainissement est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique aux plus bas prix, le plus rapidement possible et sans stagnation des eaux usées de diverses origines provenant d'une agglomération, en but de préserver l'environnement et la santé publique.

Dans la ville de Frenda, certains facteurs rendent difficile l'aménagement et la gestion de l'assainissement urbain. En effet, outre une topographie accidentée, la forte croissance démographique a engendré des extensions urbaines anarchiques obligeant les opérateurs d'aménagement urbain à déployer d'immenses efforts en matière d'installation et de gestion des réseaux.

Notre travail consiste en la mise en place d'un modèle de Système d'Informations Géographiques (SIG), pour la gestion du réseau d'assainissement des eaux usées/pluviales dans la ville de Frenda. Ce système tient en compte des données de différents multi-variées (topographiques, hydrologiques, urbanistiques et de voiries entre autres).

La gestion des infrastructures d'assainissement au sein de l'Office National d'Assainissement s'effectue traditionnellement sur des supports physiques (format papier). La mise à jour des données demeure coûteuse, hasardeuse et irrégulière. Le recours aux SIG est une solution indispensable pour faciliter la tâche de la gestion automatisée.

Ainsi le travail s'articule autour de cinq chapitres qui sont:

- Dans la première partie présente un aperçu sur les ressources en eau.
- La deuxième partie présente une généralité sur la gestion des eaux pluviales (GEP) et le Schéma d'assainissement.
- La troisième partie s'intéresse à la zone d'étude (Frenda).
- La quatrième partie concerne la réalisation d'un SIG à partir des logiciels selon la démarche de notre travail.

La dernière partie est consacrée à l'utilisation de l'outil information (en l'occurrence d'un SIG) pour l'aménagement de la région d'étude par des propositions et des suggestions.

Notre travail sera terminé par une conclusion générale sur l'intérêt de l'utilisation des SIG dans l'analyse du comportement hydrologique du milieu urbain pour l'aménagement du territoire.

**1<sup>ère</sup> Partie :**

**Etude Bibliographique**

**Chapitre I :**  
**Ressources en eau**

### Introduction :

La Ressource en eau désigne la quantité d'eau dont on dispose. Gérer efficacement et équitablement les ressources en eau est l'un des défis les plus importants et qui implique une connaissance aussi parfaite que possible de la disponibilité de la ressource et de sa variabilité dans le temps et dans l'espace. Ainsi, l'eau est menacée par sa rareté, le gaspillage, la pollution et la grande sollicitation des secteurs agricole et industriel (KHELFAOUI. F et ZOUINI.D.2010).

La mesure quantitative et qualitative des éléments du cycle hydrologique et la mesure des autres caractéristiques de l'environnement qui influent sur l'eau constituent une base essentielle pour une gestion efficace de l'eau (Déclaration de Dublin, 1992). De fait, la compréhension et l'analyse du cycle de l'eau sont la base de toute étude et réflexion au sujet de la gestion des eaux (MUSY. A.2005).

Dans ce chapitre présente un aperçu sur les ressources en eau et l'hydrologie urbaine.

### 1-Répartition globale de l'eau :

Les ressources en eau de la Terre représentent approximativement 1.386 millions de km<sup>3</sup> dont 97% dans les océans et 3 % en eaux douces (eau non salée) sur les continents (figure 1). La répartition des volumes d'eau douce se décomposent ainsi : 68 % dans les inlandsis et les glaciers, 31 % stockés dans le sol, 0.04% stockés dans l'atmosphère, 0.3% dans l'eau de surface. Les sources d'eau douce de surface, comme les rivières et les lacs, totalisent 93 100 km<sup>3</sup>, ce qui représente 1/150 d'un pourcent de la quantité totale de l'eau (GLEICK. P.1996).

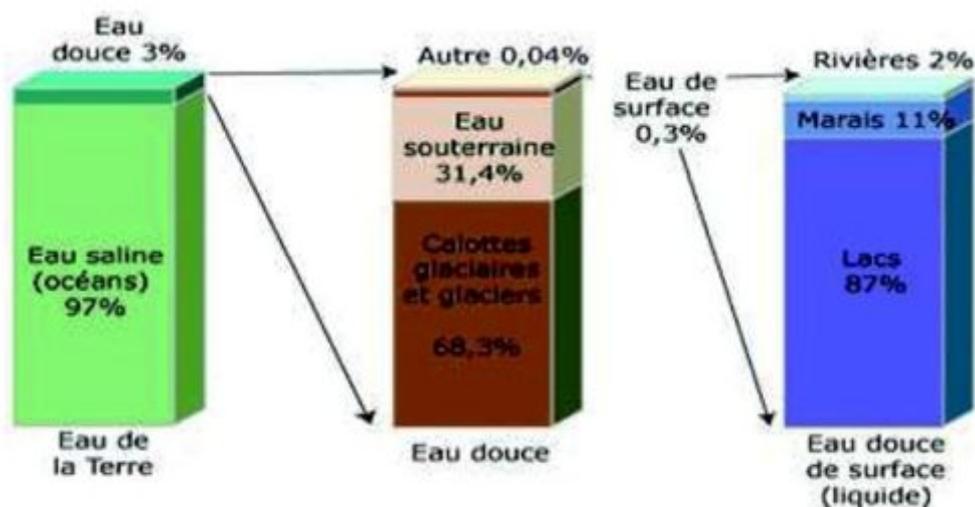


Figure 1: Répartition globale de l'eau. (GLEICK. P.1996).

### 1-1-Type de ressources en eau:

Dans la nature, on peut signaler d'une part les petites ressources en eau comme l'humidité de l'air et l'humidité du sol que certains animaux et plantes en profitent. Et d'autre part les grandes ressources d'eau dont:

- l'eau de surface (eau des oueds, des lacs et des marais, des étangs et des petites dépressions fermées);
- les eaux souterraines (dans les différents magasins aquifères);
- L'eau de mer.
- Les eaux superficielles.

### 1-2- Le Cycle hydrologique:

Les composantes de base du cycle hydrologique incluent: les précipitations, l'évapotranspiration, l'infiltration, l'écoulement de surface, l'écoulement dans les cours d'eau et l'écoulement souterrain. Le mouvement de l'eau entre les différentes phases du cycle hydrologique est irrégulier dans l'espace et dans le temps pouvant produire des extrême d'inondation et de sécheresses. La détermination de la magnitude et l'intensité de ces éventuels extrême sont d'une grande importance pour l'hydrologue. (BETHIER. E 1992).



Figure 2: le cycle hydrologique.

Ces phénomènes naturels liés à l'eau sont complexes et nécessitent une variété d'approche différente pour approfondir notre connaissance. Le processus de ruissellement

désigne souvent l'écoulement à la surface des sols et dans les rivières, ainsi que les écoulements souterrains.

Dans le milieu urbain, son évolution permanente est un obstacle pour bien cerner le comportement hydrologique, des bassins versants urbains, ce domaine doit pourtant être étudié avec sois, afin de répondre correctement aux problèmes rencontrés aujourd'hui en hydrologie. (RODRIGUEZ. F 1999).

### 1-2-1- Le cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant :

Le bassin versant est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents à l'amont. Jusqu'à la ligne de partage des eaux ou ligne de crête (BREMONT. J.2007).

#### -Bilan hydrologique

Le bilan hydrologique permet de quantifier la lame infiltrée et la lame ruisselée, qui traduit l'importance des ressources en eau souterraines et superficielles disponibles dans le bassin versant.

Il est intéressant de noter que dans chacune des phases on retrouve respectivement un transport d'eau, un emmagasinement temporaire et parfois un changement d'état. Il s'ensuit que l'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique (figure 3), peut se faire à l'aide d'une équation appelée "hydrologique" qui est le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps.

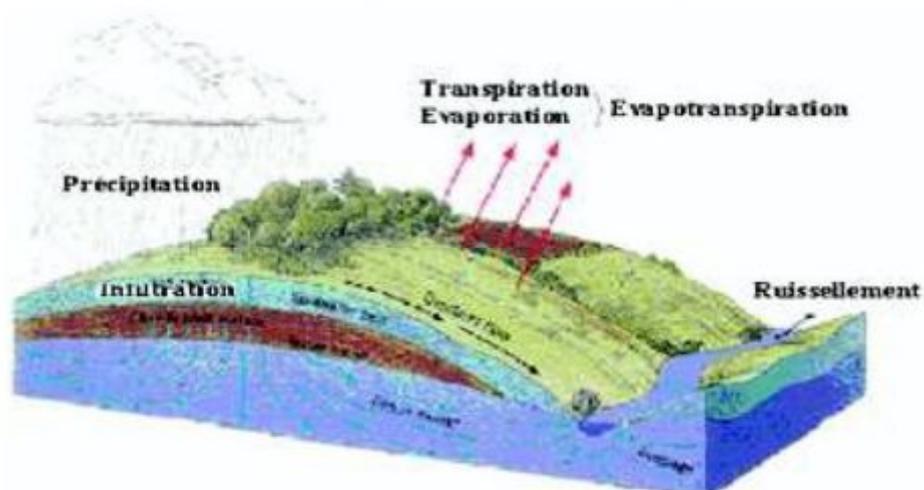


Figure 3: Cycle de l'eau à l'échelle du bassin versant.

## 2-L'hydrologie urbaine :

L'entame d'une recherche portant sur la gestion écologique des eaux pluviales en milieu urbain appelle nécessairement à s'intéresser à l'hydrologie urbaine, domaine s'intéressant en partie à ces eaux.

« L'hydrologie urbaine est la discipline scientifique de l'environnement se donnant pour objet l'étude de l'eau et de ses relations avec les différentes activités humains en zone urbaine. Elle traite tout particulièrement des relations entre la gestion des eaux de surface et l'aménagement de l'espace en milieu urbain. Elle est organiquement liée à une technique urbaine particulière : l'assainissement. L'hydrologie urbaine s'intéresse à la partie du cycle de l'eau affectée par l'urbanisation ou affectant le fonctionnement de la ville : infiltration de l'eau dans les sols et fonctionnement des nappes, ruissellement des eaux en surface et écoulements dans des biefs naturels (rivières) ou artificiels (canaux, conduites souterraines), évacuation et épuration des eaux usées, etc.: Le traitement et la distribution de l'eau potable, même s'ils sont indubitablement liés à la gestion urbaine de l'eau, ne sont cependant généralement pas rattachés au champ de l'hydrologie urbaine. [...] **(CHOCAT. B.1997).**

Aujourd'hui, l'hydrologie urbaine constitue une discipline scientifique et technique à part entière relativement bien structurée au niveau international avec ses recherches fondamentales sur les conséquences de l'urbanisation sur le cycle de l'eau et finalisées, destinées à promouvoir des techniques d'aménagement de l'espace visant à protéger les agglomérations contre les nuisances diverses du cycle de l'eau et à protéger l'environnement extra-muros contre les agressions résultant des activités urbaines et de l'urbanisation. L'assainissement des agglomérations, manifestation technique de l'hydrologie urbaine, relève ainsi, aujourd'hui, d'un concept que l'on pourrait qualifier d'environnementaliste et qui s'inscrit dans la réflexion générale sur le développement durable. » **(CHOCAT. B.1997).**

Toutefois, s'interroger sur les freins au développement d'une gestion écologique des eaux pluviales en milieu urbain amène également à s'intéresser au traitement et à la distribution des eaux potables. Cette recherche devra s'attacher au domaine de l'hydrologie urbaine défini à l'instant mais elle devra également s'intéresser à la distribution d'eau potable et le traitement des eaux usées. **(CHOCAT. B.1997).**

### 2-1- Les lois de la pluviosité :

L'expérience a montré qu'il était acceptable d'utiliser quelques lois empiriques résumant les tendances générales tirées de l'analyse de nombreux relevés pluviométriques.

#### - Relation entre les précipitations et le relief

Les précipitations augmentent en général avec l'altitude. L'augmentation de précipitations pour un mètre d'élévation s'appelle gradient hypsométrique de précipitations.

Le gradient hypsométrique est positif jusqu'à une certaine altitude; au-delà de celle-ci il change de signe. Le point où cela se produit s'appelle 'point' critique d'inversion. La hauteur de ce point dépend de plusieurs facteurs, comme l'élévation des terrains avoisinants, l'orientation de la montagne, la proximité de l'océan, etc.

#### -Influence de la pente de l'orientation des versants montagneux

La quantité d'eau reçue par une surface inclinée sera différente de celle qu'aurait interceptée la projection horizontale de cette surface. Elle est supérieure sur un versant exposé aux vents pluvieux et inférieure sur le versant sous le vent.

#### -Loi de l'éloignement de la mer

Les systèmes nuageux s'usent au fur et à mesure qu'ils s'avancent à l'intérieur des continents, les précipitations doivent aller en décroissant. (HAMENNI. N.2011)

### 2-2-Facteurs quantitatifs et qualitatifs :

L'eau est rare et vulnérable, cette rareté relative tient ainsi non seulement aux facteurs quantitatifs tels que son inégale distribution spatiale ou son inaccessibilité dans certaines régions, mais aussi aux caractéristiques qualitatives : si l'eau est une denrée rare, c'est certes souvent à cause de la faiblesse des stocks disponibles, mais c'est aussi en raison des pollutions qui affectent la qualité de la ressource, l'eau est souvent rare mais plus rare encore est l'eau de bonne qualité. Cette qualité est tout particulièrement influencée par les pressions exercées par les multiples activités humaines. Rareté quantitative et rareté qualitative dépendent, d'une part, des spécificités des ressources en eau et, d'autre part, des usages de l'Homme (MENDIETA. C.2005)

La pollution peut concerner aussi bien les eaux superficielles que les eaux souterraines. Les eaux de surface sont en général plus sensibles aux pollutions et leurs protections très délicates. Au contraire, grâce au rôle auto-épuration de la zone non saturée, les eaux souterraines se trouvent plus à l'abri de cette pollution. La gestion de l'eau doit être assurée de façon intégrée, à l'échelle d'une unité

naturelle qu'est le bassin hydrographique. On doit donc à la fois mettre en place les instruments de cette gestion par bassin, mais aussi l'ensemble des outils réglementaires, nécessaires pour assurer la protection quantitative et qualitative des ressources en protégeant au mieux les écosystèmes. (HAMENNI. N.2011)

### **3-Ressources en eaux en Algérie:**

Les ressources en eau jouent un rôle central dans l'amélioration de la sécurité alimentaire, en raison du climat semi-aride et aride qui caractérise une part prédominante du territoire. Le pays est divisé en cinq bassins hydrographiques regroupant les 19 bassins versants du pays. Le pays est divisé en cinq bassins hydrographiques regroupant les 19 bassins versants du pays. Les ressources en eau superficielle renouvelables internes totalisent environ 9,8 milliards de m<sup>3</sup>/an pour l'ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface, ne renferme que 0,2 milliard de m<sup>3</sup>. (FAO. 2014).

Les ressources en eau souterraine renouvelables contenues dans les nappes du nord du pays sont estimées à près de 2,5 milliards de m<sup>3</sup>/an. Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. Si l'on considère qu'il n'existe pas de partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines, les ressources totales renouvelables internes s'élèvent à 12,3 milliards de m<sup>3</sup>/an. Le sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraines très importantes provenant des nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal. Ces 2 grands systèmes aquifères profonds (Continental Intercalaire et Complexe Terminal) constituant des réserves importantes, non renouvelables et caractérisés par des contraintes physiques et géologiques, qui en font un patrimoine fragile nécessite une gestion rationnelle pour sa durabilité. (FAO. 2014).

Les ressources exploitables actuellement, y compris le sud, sont évaluées à 8,5 milliards de m<sup>3</sup>/an. Le volume total prélevé en 2012 est estimé à 8 500 millions de m<sup>3</sup>, dont 5 400 millions destinés à l'irrigation (65%), 3 100 millions aux usages domestiques et industrie (35%).

La stratégie nationale vise à mobiliser et valoriser durablement ces ressources pour faire face aux besoins des populations, et satisfaire ceux du secteur agricole. Un ambitieux programme a été arrêté et mis en œuvre, qui a permis d'atteindre le nombre de 29 grands périmètres en exploitation en 2013, correspondant à une superficie équipée de 229907 ha. Un accroissement significatif a ainsi pu être réalisé de la superficie agricole irriguée au

cours de la décennie 2000, celle-ci atteignant 1100000 ha en 2012. Les potentialités en sols irrigables sont estimées pour leur part à 2,3 millions d'hectares (inventaire ANRH, prenant en compte uniquement l'aptitude des sols à l'irrigation). **(FAO. 2014)**.

#### **4-Ressources en eau par utilisation du SIG :**

La compréhension des modalités de la reconstitution de la ressource en eau suppose une bonne connaissance de la structuration des champs de précipitations dans l'espace étudié. **(HUBERT.P et BENDJOUDI .H .1996)**

Les méthodes classiques de cartographie pluviométrique cèdent aujourd'hui leur place à la cartographie assistée par ordinateur. Les moyens de calcul et les outils, actuellement disponibles, permettent le traitement de considérables masses de données d'observation ainsi que leur représentation de façon objective et assez rapide.

Pour substituer à l'élaboration manuelle de la carte pluviométrique une méthode automatique et opérationnelle, il est nécessaire de rationaliser les différentes étapes de la cartographie (Bénichou et Le Breton. 1987). La prise en compte quantitative du « paysage » topographique environnant chaque point de mesure permet de reconstituer l'ensemble du champ pluviométrique.

Les méthodes d'analyse de données et de cartographie automatique sont utilisées pour le passage d'une information mesurée, ponctuelle et brute, à une information traitée, interpolée et numérisée. Celle-ci est indispensable pour une connaissance valable et continuellement mise à jour des éléments du climat et de la ressource en eau **(MEBARKI. A. 2005)**.

Ces informations, à référence spatio-temporelle, sont susceptibles d'être utilisées dans des systèmes d'informations géographiques **(TOUAZI. M.2001)**, outils devenus indispensables dans divers domaines d'étude et d'aide à la décision (eau, agriculture, aménagement du territoire, environnement...).

#### **Conclusion :**

Par cet aperçu bibliographique nous avons voulu montrer que l'eau est essentielle à la survie et au bien-être de l'homme et est indispensable au fonctionnement de nombreux secteurs. La gestion des ressources en eau devrait davantage veiller à accroître les ressources naturelles existantes et à réduire la demande et les pertes en eau.

Bien gérer la problématique de l'eau, implique une connaissance aussi parfaite que possible de la disponibilité de la ressource et de sa variabilité dans le temps et dans l'espace, Les progrès récents dans le domaine des SIG représentent un atout considérable dans la recherche d'une gestion appropriée des ressources en eau. Encore faut-il que les utilisateurs soient en mesure d'y avoir accès et d'en assurer la gestion et l'entretien, notamment pour ce qui concerne la collecte de l'information de base.

## **Chapitre II :**

**Gestion et schéma des réseaux d'assainissement**

**Introduction :**

Dans ce chapitre ; on va étudier le réseau d'évacuation d'eaux usées et la gestion des eaux pluviales, ensuite on choisira le système convenable pour notre réseau d'étude y compris les éléments constitutifs.

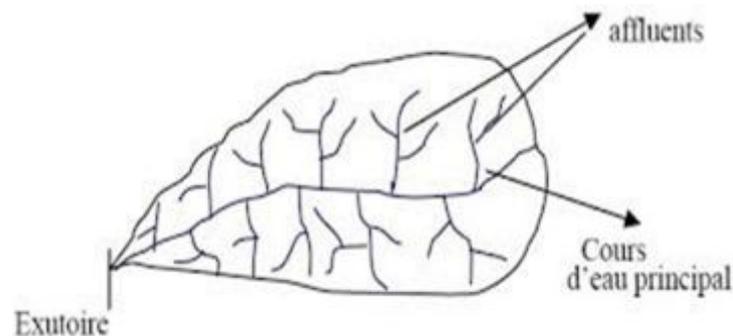
Le dimensionnement d'un réseau d'assainissement, passe par certaines phases préliminaires, parmi lesquelles : le choix du système d'assainissement ainsi que le schéma de collecte des eaux usées ;

En matière d'assainissement, les éléments constitutifs d'un réseau d'égout devront assurer :

- Une évacuation correcte et rapide des eaux usées sans stagnation;
- Le transport des eaux usées sans provoquer une purification (odeur) pour avoir des conditions d'hygiène favorables.
- La gestion des eaux pluviales.

**1-Le réseau hydrographique naturel :**

Le réseau hydrographique naturel se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Le réseau hydrographique est sans doute une des caractéristiques les plus importantes du bassin. (BETHIE. E.2006).



**Figure 4 :** Schéma du réseau hydrographique.

## **2-Le réseau hydrographique urbain :**

Le réseau hydrographique urbain est les cheminements de l'eau sur un bassin versant urbain, qu'ils ont souvent été « réquisitionnés » pour assainir les villes, c'est-à-dire transporter hors des villes les eaux pluviales et les eaux brutes. Le réseau hydrographique urbain permet de relier chaque élément hydrologique à l'exutoire du bassin, **(BETHIER. E.1992).**

Le bassin versant est l'unité spatiale à partir de laquelle est définie l'organisation globale d'un réseau de drainage d'une agglomération urbaine. En effet, les réseaux qu'ils soient séparatifs ou non, ont un fonctionnement hydrologique et hydraulique dont le moteur traditionnel est la gravité. L'espace urbain est alors découpé en bassins versants, définis comme étant le lieu géométrique des points de l'espace où les précipitations sont susceptibles de contribuer au ruissellement en direction du réseau de drainage qui possède ou possèdera un ou plusieurs exutoires situés à l'aval du réseau. Cette définition du bassin versant qui, par exemple, sert à concevoir l'organisation d'un réseau eau pluviale urbain, s'apparente fort logiquement à la définition donnée par l'hydrologie générale. Le découpage en bassins versants relève d'une approche topographique et hydrographique du milieu. Il instrumentalise la notion de limite; un bassin versant est délimité en amont par ses lignes de crêtes (mouvement anticlinal) et à l'aval par ses lignes de thalweg (mouvement synclinal). Cependant il faut bien convenir que cette définition, toute théorique du bassin versant (naturel), est d'un emploi délicat en milieu urbain, caractérisé par une organisation complexe de ses éléments. L'artificialité du milieu peut sensiblement modifier la trajectoire des ruissellements de part la présence d'obstacles (murs, voies publiques etc.) et affranchissement des contraintes naturelles de terrain, conduisant ainsi à une organisation du ruissellement, sensiblement différente des cheminements naturels préexistants. **(SERGE T.1997).**

### **2-1-Circulation de l'eau sur les surfaces imperméables :**

Le premier lieu de l'écoulement de l'eau est les surfaces imperméables, c'est-à-dire la parcelle cadastrale sur laquelle tombe la pluie. Une partie de cette eau est interceptée par la toiture et collectée par les gouttières, puis est rapidement acheminée vers le réseau d'assainissement par l'intermédiaire de canalisations reliant à la voirie (cas le plus fréquent), ou directement au réseau d'assainissement.

Cette connexion entre toutes les surfaces imperméabilisées de la parcelle et la voirie constitue un premier segment du réseau hydrographique urbain (**RODRIGUEZ. F.1999**).

### **2-2-La voirie, lieu d'écoulement surfacique :**

Lors des inondation, la voirie retrouve en effet une fonction plus "naturelle" transporter l'eau lors de pluies exceptionnelles.



**Figure 5 :** La rue est le lieu de cheminement de l'eau de pluie (Frenda 25/05/2018)

### **2-3-Le réseaux hydrographique naturel exutoire du réseau hydrographique urbain :**

Le réseau hydrographique urbain est lié au réseau naturel, puisque les grosses canalisations collectant les eaux pluviales de chaque bassin se rejettent dans les rivières du milieu naturel (lorsqu'il s'agit d'un réseau séparatif d'eau pluviale).

Dans les réseaux unitaires, fait par l'intermédiaire de déversoirs d'orages qui permettent de rejeter les eaux pluviales dans milieu naturel. (**RODRIGUEZ. F.1999**).

### **3- La gestion des eaux pluviales :**

La gestion des eaux pluviales en milieu urbain répondait traditionnellement à un principe simple : évacuer le plus loin et le plus vite possible les eaux pluviales.

Ce principe a montré ses limites et la gestion des eaux pluviales est devenue un véritable enjeu pour certaines communes, notamment « urbaines ».

Le développement urbain a entraîné une imperméabilisation croissante des surfaces provoquant un accroissement du ruissellement des eaux pluviales et créant des flux parfois incompatibles les capacités des réseaux pluviaux qui n'ont pas toujours évolué en conséquence ou ont engendré des investissements coûteux par manque de moyens et de prise de conscience ou de connaissance. (COMELLA. C et GUERREE. H.1986).

#### **4-Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales :**

L'établissement du réseau d'assainissement à doit répondre à deux catégories de préoccupation, à savoir :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses ;
- Assurer l'évacuation des eaux usées ménagères, les eaux de vanes, ainsi que les eaux résiduaires industrielles.

Trois systèmes d'évacuation susceptibles d'être mis en service sont :

- Système unitaire ;
- Système séparatif ;
- Système pseudo séparatif.

#### **4-1- différents systèmes d'évacuations des eaux usées et pluviales :**

L'évacuation des eaux usées domestiques, rejetées par l'agglomération, peut être assurée au moyen des systèmes d'évacuation suivants :

##### **4-1-1- système séparatif :**

Il consiste à réserver un réseau pour l'évacuation des eaux usées domestiques et, sous certaines réserves, de certains effluents industriels alors que l'évacuation de toutes les eaux météoriques sont assurées par un autre réseau en photo (**Figure : 7**).

##### **4-1-2- Système unitaire :**

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau Généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet directe, par surverse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel photo (**Figure : 6**).

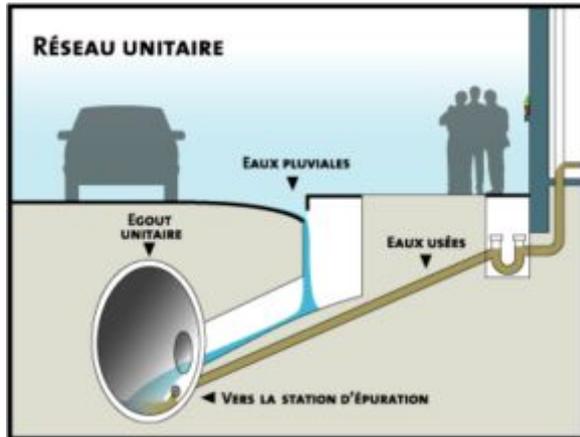


Figure 6: Schéma d'un réseau unitaire<sup>(3)</sup>

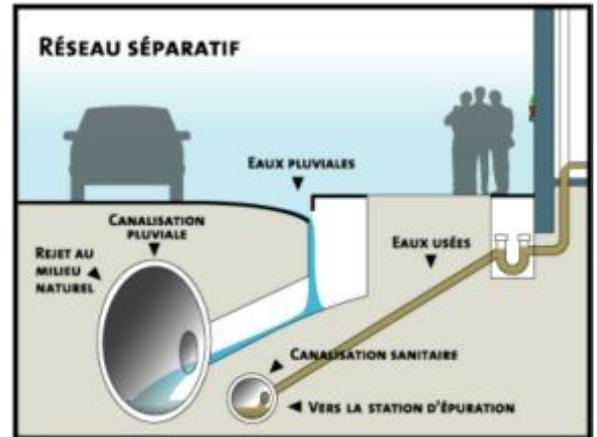


Figure 7: Schéma d'un réseau séparatif<sup>(3)</sup>

#### 4-1-3- Système mixte :

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

#### 4-1-4- Système pseudo séparatif :

Le système pseudo séparatif est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

L'une provenant uniquement des surfaces de voirie qui s'écoule par des ouvrages particuliers des services de la voirie municipale : caniveaux aqueducs, fossés avec évacuation directe dans la nature.

L'autre provenant des toitures qui sont raccordées au réseau d'assainissement à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques. On recoupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble. (AZZAZ RAHMANI, F.2007).

#### 4-1-5- 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.

**4-1-6- Systèmes spéciaux :**

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

**a-Système sous pression sur la totalité du parcours :**

Le réseau fonctionne en charge de façon permanente sur la totalité du parcours.

**b-Système sous dépression :**

Le transport de l'effluent s'effectue par mise des canalisations en dépression.

**4-2- Choix du système d'évacuation :**

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- L'aspect économique : une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire ;
- Il faut tenir compte les conditions de rejet ;
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant ;
- La topographie du terrain naturel. (AZZAZ RAHMANI. F.2007).

**5-L'importance de gestion des eaux pluviale :****5-1-L'aménagement :**

L'un des premiers enjeux d'une bonne gestion des eaux pluviales est l'aménagement du territoire. Elle permet de poursuivre l'urbanisation des secteurs où les réseaux de collecte sont saturés, alors que les techniques traditionnelles ne le permettent plus. (DIRNEN.L.2006).

**5-2-L'amélioration du cadre de vie :**

Les aménagés pour la gestion de l'eau peuvent jouer un rôle structurant et paysager. Moins minéraux, moins denses, ils constituent souvent des espaces de vie collectifs (jardins, terrains de sports, placettes). Ils représentent parfois une réelle opportunité technique et financière de créer des équipements publics. (DIREN. L.2006).

**5-3-L'éducation environnementale du citoyen :**

Dans ce contexte, la perception de l'eau évolue. Le caractère simple, local et visible des ouvrages contribue à la sensibilisation et à l'éducation environnementale des citoyens. Ils peuvent être des acteurs de la gestion de l'eau, notamment lorsque les ouvrages se

trouvent sur leurs terrains. La présence de l'eau rappelle le risque réel d'inondation. **(DIRE. L.2006).**

#### **5-4-Maitriser les risque d'inondation :**

Différents principes de gestion «à la source » s'imposent pour réduire les risques d'inondation :

- Limiter l'imperméabilisation des surfaces ou compenser les effets de cette imperméabilisation, pour diminuer les quantités d'eau qui ruissellent et le risque d'inondation en aval ;

- Limiter les volumes raccordés aux réseaux pour leur débordement en aval (déconnexion et infiltration ou régulation). **(DIREN. L.2006).**

#### **5-5-Maitriser les risques environnementaux :**

Les enjeux sont importants. Il s'agit de préserver :

- L'alimentation naturelle des nappes et des cours 'eau ;

- La qualité des milieux naturels ;

- Les usages de l'eau (baignade, alimentation en eau potable).

De plus, les eaux pluviales, interceptées au plus près du lieu où elles tombent sont moins chargées en polluants ; la pollution des milieux récepteurs est ainsi limitée. **(DIREN. L.206).**

#### **5-6-Optimiser les couts :**

L'expérience montre aujourd'hui que, pour même niveau de protection, les solutions alternatives de gestion des eaux pluviales sont moins onéreuses en investissement que les solutions traditionnelles. De plus, la plurifonctionnalité des équipements permet d'optimiser le coût global des opérations et les coûts d'entretien. Le fait de soulager les réseaux de collecte permet également de limiter les investissements en station d'épuration et de réduire l'importance des dégâts liés aux débordements. **(DIREN. L.2006).**

**Conclusion :**

L'assainissement urbain a toujours été une composante de l'aménagement urbain et de l'ingénierie. Les espaces urbains sont façonnés par l'homme. Il en va de même du cycle de l'eau en milieu urbain, très influence par les aménagements consécutifs à l'urbanisation, mais aussi par les pratique et usages des habitants. La demande sociale se manifeste avec vigueur dans les périodes de développement urbain, et explique le schéma de fonctionnement de l'hydrologie urbaine qui associe assez souvent étroitement recherche et ingénierie.

**2ème Partie :**  
**Partie Expérimentale**

**Chapitre III :**  
**Présentation de la Zone d'étude**

### Introduction :

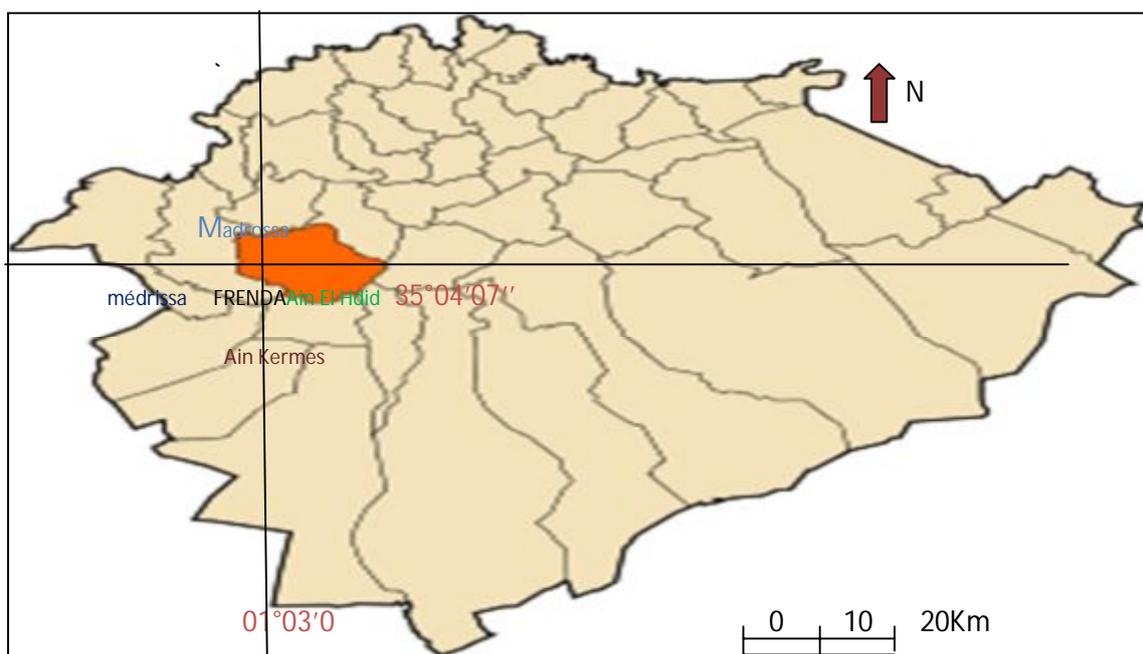
De petits changements de température ou de pluviosité sont susceptibles d'entraîner d'importantes répercussions sur le ruissellement des eaux de surface. Dans ce chapitre seront étudiés les paramètres physico-géographiques (la géologie, la géomorphologie et hydro climatologie) de la commune et nous saurons assez insister sur l'importance de réalisation du SIG pour l'analyse et la quantification des réseaux hydrographique de cette zone.

### 1-Situation géographique :

La commune de Frenda est située à l'Ouest du territoire de la wilaya de Tiaret à une distance de **50Km** du chef –lieu de la wilaya. De point de vue administratif la région d'étude est limitée comme suivant :

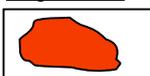
- Au Nord la commune de Medroussa (Louhou).
- Au Nord-Ouest la commune de Sidi- Bakhti.
- Au Sud La commune d' Ain Kermes.
- Au L'Est la commune de Medrissa.
- Au L'Ouest la commune d' Ain El Hdid.

Le territoire de la commune de Frenda s'étend sur une superficie de **38688 hectares**. (ABBES. Z et YAAKOUB N.2015).



**Figure 8:** Situation Géographique de la zone d'étude [Frenda]

Légende : Zone d'étude.



### **1-2-Environnement et structure générale:**

Le développement urbain de Frenda issue de la vieille ville s'oriente selon deux axes principaux :

- Le premier orienté vers le Nord tend à occuper l'intérieur dont la topographie est particulièrement contraignante. Cet axe de développement partant d'une altitude de 1000m, regroupe un type d'habitat essentiellement traditionnel jusqu'à une altitude d'environ 1030m.

- L'autre axe de développement, orienté vers l'Est, s'étend jusqu'à une altitude approximative de 1075m et regroupe sur une topographie plus clémente un type d'habitat issu de la période coloniale suivant deux trames orthogonales d'orientations différentes, articulées notamment autour de la R.N 14.

En conclusion, l'organisation urbaine de Frenda présente des structures différentes se résumant comme suit :

1-Tissu de l'ancien noyau : généralement situé à l'ouest de la ville, conçu en RDC, la voirie y est constituée de ruelles réservées pour piétons.

2-Tissu colonial : initié par les colons, constitué par des rues et des avenues ; ce tissu se distingue notamment par la voie commerçante représentée par la R.N 14, et les constructions à 02 niveaux qui forment des alignements et présentent des façades uniformes avec des commerces intégrés ; les toitures sont réalisées en tuiles.

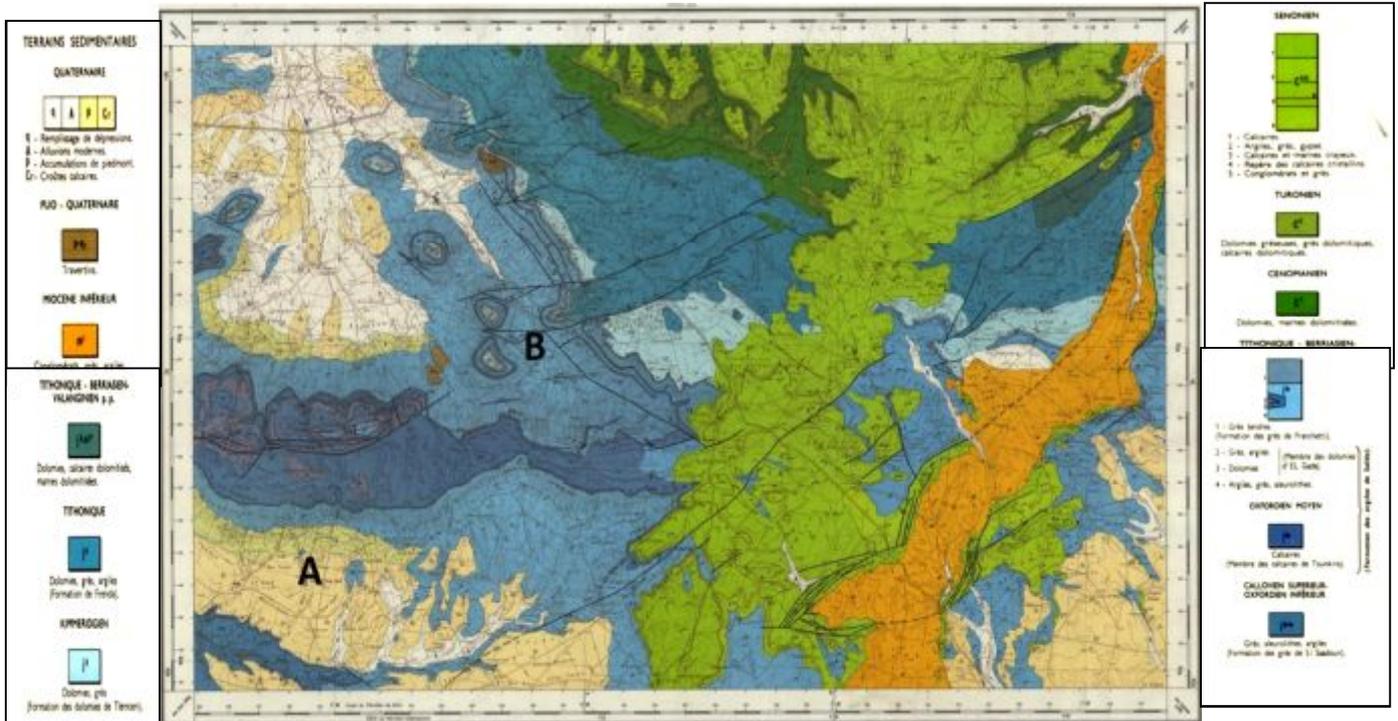
3-Tissu périphérique : Il est constitué généralement par quelques cités et des lotissements.

Il est à signaler que l'extension de la ville du côté sud et sud – ouest reste soumise à pénalisations puisque plusieurs oueds prennent une certaine ampleur après avoir drainé toutes les zones de ruissellement. (ARRARIA. H.2013)

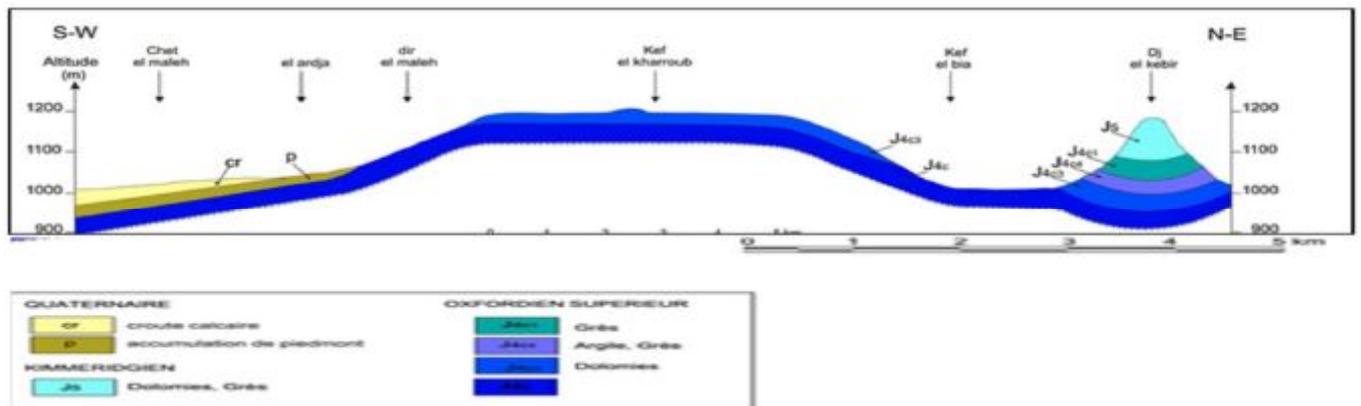
### **1-3-Géologie :**

La carte géologique de Frenda (à l'échelle 1/50000) a servi de support pour les différentes parties composant la présente étude.

On peut relever un certain nombre d'ensembles sédimentaires (voir **Fig.09**) répartis entre le Jurassique et le Quaternaire, On reconnaît également certaines formations caractéristiques comme les formations des argiles de Saida et les dolomies de Tlemcen.



**Figure 9:** La carte géologique de la région de Freneda (Echelle 1/50000, SDG.1980).

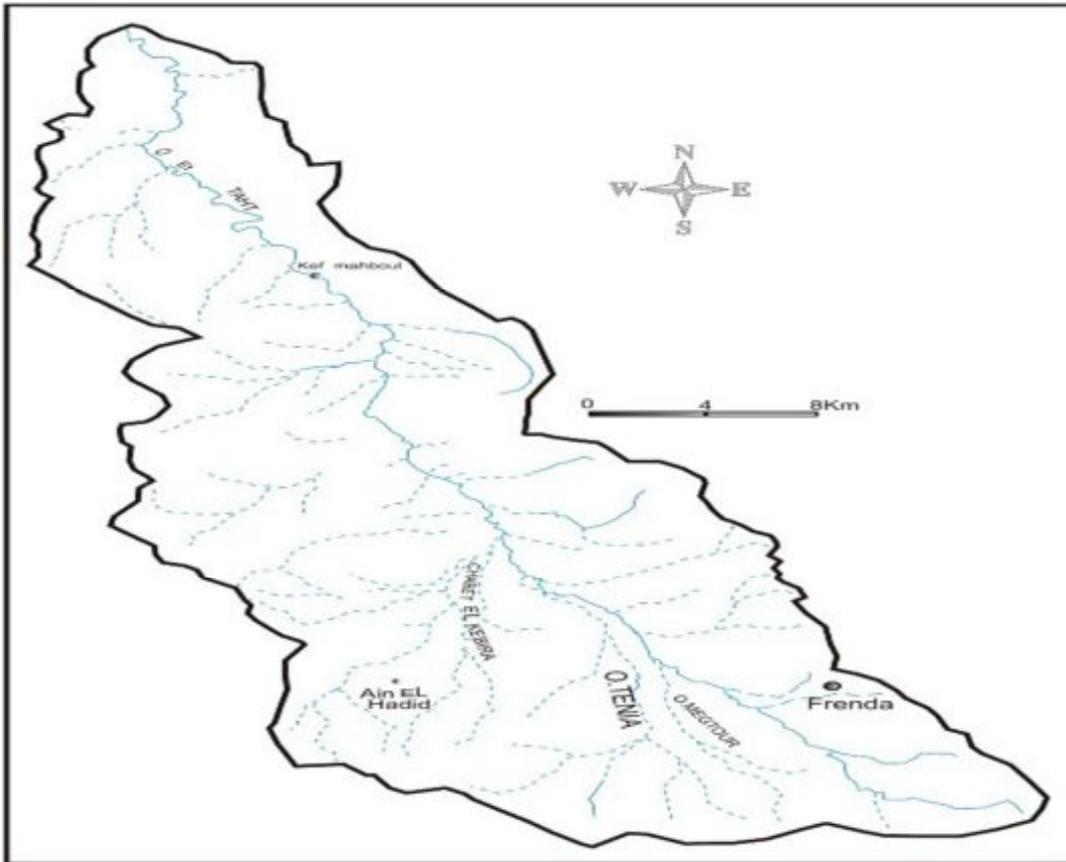


**Figure 10:** Coupe géologique (segment A-B sur la carte de la région d'étude ; carte géologique de Freneda)

**2-Hydrologie superficielle :**

Le bassin versant de l'oued Et That comporte un réseau hydrographique très évolué, le chevelu hydrographique est important dans la partie amont du bassin qui est lié à





**Figure 12:** les principaux affluents de l'oued Taht. (Source ANRH Tiaret)

### 3- Climatologie de la zone d'étude :

La zone d'étude se situe à les hauts plateaux, elle est caractérisée par un climat de type semi-aride frais à la limite de l'aridité, et la présence de chaînes montagneuses dans la partie orientale provoquent l'augmentation des précipitations sur les versants exposés au vent, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux :

La précipitation et la température.

#### Station de mesure :

Pour identifier le climat de la zone d'étude, nous somme réfères aux données climatiques fournies par la station météorologiques de la commune d'Ain Bouchekif de la wilaya de Tiaret, **Tableau 01. (NOUAR. B.2015).**

Dans cette station, on a des observations faites sur une période de **25ans (1991-2016).**

Station	Les coordonnées			Période d'observation
	Longitude	Latitude	Altitude	
Ain Bouchekif	01°30' E	35°21' N	964m	1991-2016

**Tableau 01** : les Caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1991-2016).

### 3-1-Les facteurs climatiques :

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans l'alimentation des nappes souterraines par le biais de l'infiltration ; cette dernière dépend directement du taux des précipitations tombées sur la région.

### 3-2-Les Précipitations :

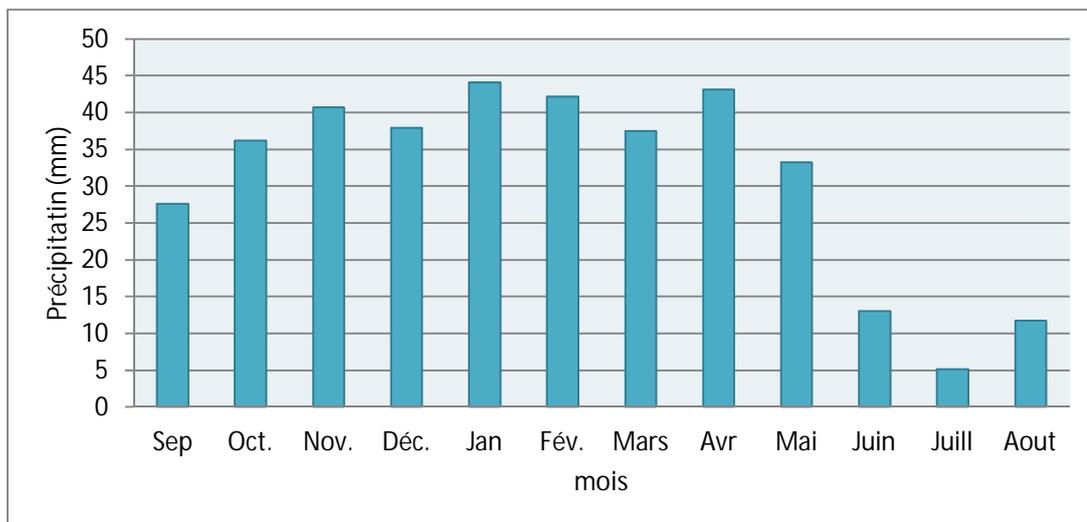
Les précipitations constituent le facteur primordial dans le comportement hydrologique du bassin, les mesures de celles-ci permettent d'évaluer la quantité d'eau tombée et surtout d'estimer la quantité destinée aux écoulements.

#### 3-2-1-Les Précipitations moyennes mensuelles :

Sur une période d'observation qui s'étale sur **25 ans**, les précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude dans la station d'Ain Bouchekif représentées sur le tableau N°02.

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Totale
<b>Prec Moy Mensuelle en (mm)</b>	27,60	36,18	40,70	37,90	44,09	42,15	37,50	43,12	33,24	13,01	5,17	11,78	<b>372,44</b>

**Tableau 02** : Les Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif- Tiaret «1991-2016»)

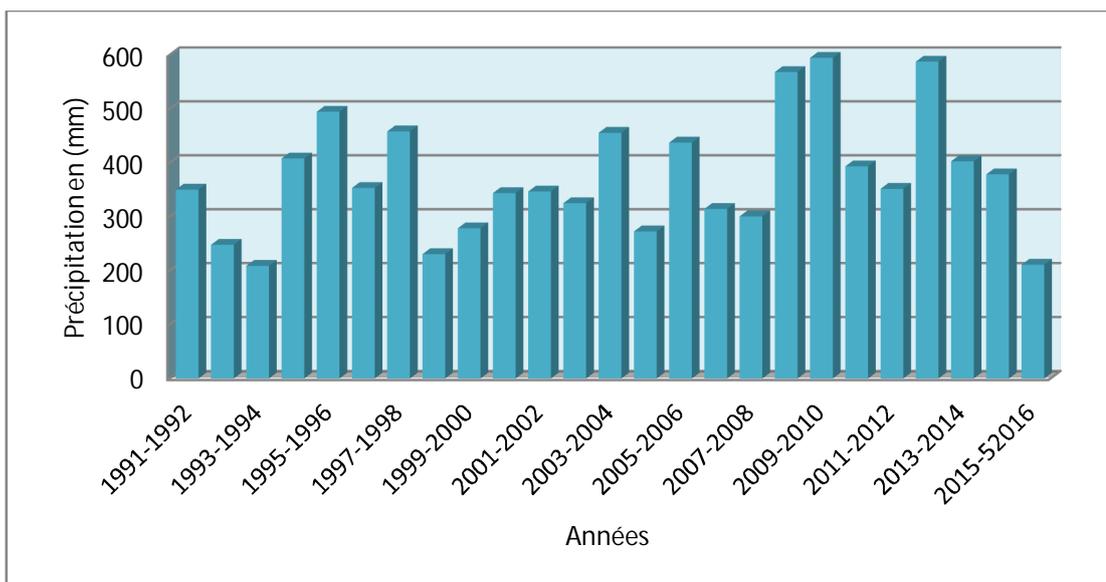


**Figure 13:**Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif- Tiaret «1991-2016»).

- Janvier est le mois plus pluvieux ou on a enregistré une moyenne de l'ordre de 44.09mm, tandis que Juillet est le mois le plus sec auquel on note une moyenne de l'ordre de 5.17mm.

**3-2-2-Les variations interannuelles des précipitations :**

L'analyse de la courbe des variations interannuelles des Précipitations sur une période de 25ans, montre que l'année 2009/2010 est l'année la plus arrosée avec 594.6 mm/an par contre l'année1993/1994 est l'année la plus sèche avec 208.7 mm/an. (**Voir Annexe1**)



**Figure 14:**Répartition des Précipitations interannuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1991-2016 »).

**3-3-Températures :**

Si les précipitations constituent l'apport en eau, les températures jouent un rôle important dans les pertes en eau par le phénomène d'évaporation.

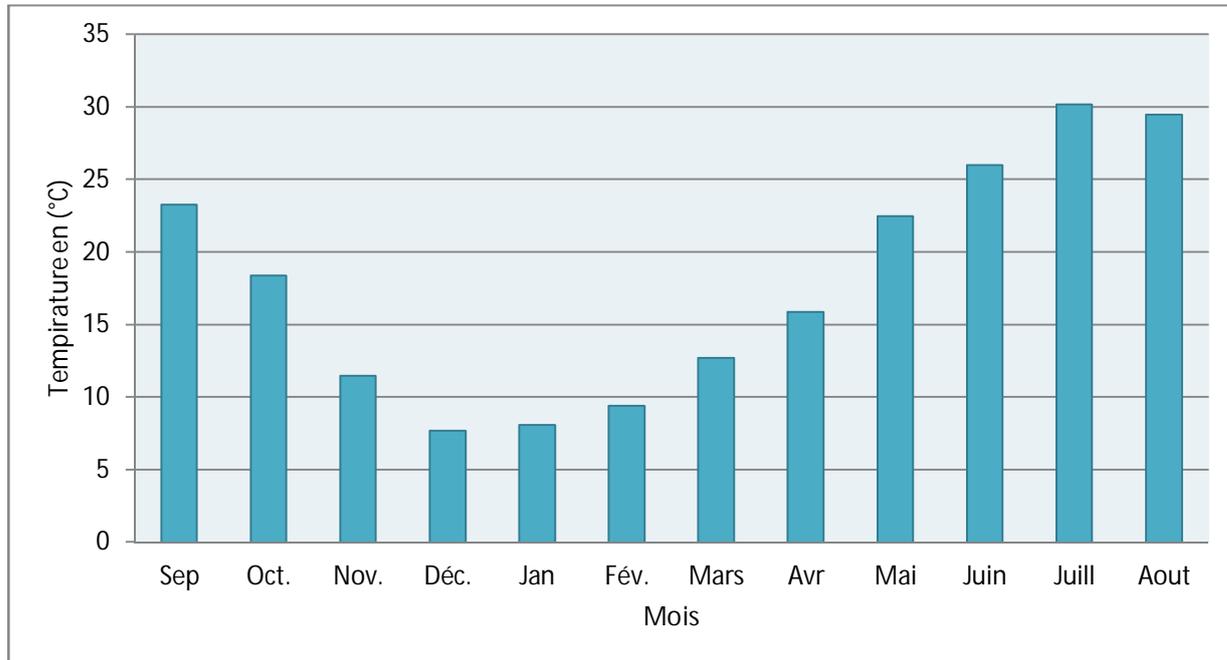
Elles constituent l'autre élément majeur conditionnant le climat de la région.

**3-3-1-Températures moyennes mensuelles :**

L'analyse des données des températures moyennes mensuelles est basée sur les données relevées au niveau de la station d'Ain Bouchekif de l'année 1991 jusqu'à 2016 .Elles sont présentées dans le tableau N °03.

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout	Moy
<b>T Moyenne Mensuelle en (°c)</b>	23.3	18.4	11.5	7.7	8.1	9.4	12.7	15.9	22.5	26	30.2	29.5	<b>17.9</b>

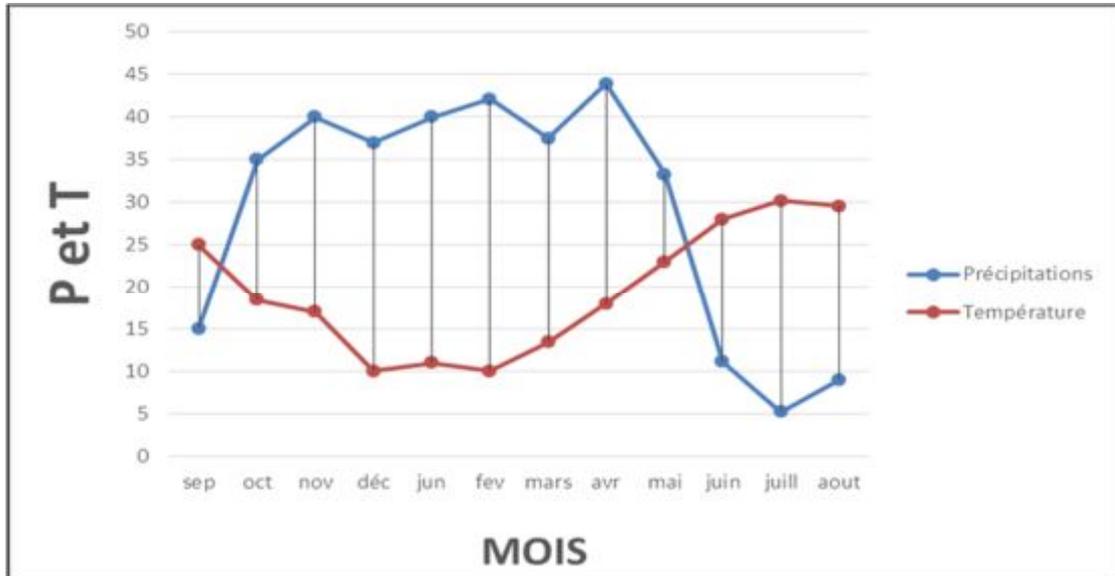
**Tableau 03 :** Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1991-2016 »).



**Figure 15:** Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif « 1991-2016 »).

### 3-3-2-Diagramme Pluvio-thermique (Ombro-thermique) :

Le diagramme Pluvio-thermique est la combinaison des températures et des précipitations mensuelles moyennes, il permet de déterminer les périodes véritablement sèches et humides.



**Figure 16 :** Diagramme Ombro- thermique de la région d'étude (station d'Ain Bouchekif« 1991-2016 »).

D'après le diagramme mentionné en Figure 12, on peut déterminer deux périodes bien distinctes :

- Une période sèche qui s'étend de mois d'Octobre jusqu'à le mois de Mai.
- Une période Humide qui d'étalant e le mois de Mai jusqu'à le mois D'octobre.

### 4-Bilan hydrique :

L'étude du bilan hydrique de l'eau est un aspect important de l'hydrogéologie et elle devient particulièrement intéressante pour l'hydrogéologie, dont le but pratique est la détermination des ressources en eau souterraines utilisables, elle peut être entreprise soit pour de très vastes étendues, dans lesquelles la contribution fournie par l'eau souterraine ainsi superficielle peut être estimée, soit pour des régimes plus petites dans lesquelles on peut calculer les ressources développables en matière d'eaux souterraines.

Le bilan hydrologique naturel peut se calculer par la formule suivante.

$$P = ETR + R + I$$

Avec : **P** : Précipitations moyennes mensuelles en (mm).

**ETR** : l'Evapotranspiration Réelle en (mm).

**I** : infiltration. Si  $I > 0$  les entrées sont supérieures aux sorties.

Si  $I < 0$  les entrées sont inférieures aux sorties.

**R** : Ruissellement moyen annuel en (mm).

### 3-1-Détermination des paramètres du bilan :

#### 3-1-1-Evapotranspiration :

L'évapotranspiration est l'ensemble des phénomènes d'évaporation et de transpiration. Le principale facteur réagissent sur l'évaporation est la radiation solaire .Le terme évapotranspiration .englobe deux types :

#### 4-1-1-1-Evapotranspiration potentielle (ETP) :

C'est la somme des quantités d'eau qui peuvent s'évaporer et transpirer sur une surface donnée et pendant une période bien définie en considérant des apports d'eau suffisant. ETP est estimée par la formule de (**C.W Thornthwaite**) proposée en 1948 et basée essentiellement sur les températures de l'air.

$$ETP = 16 \times (10t / I)^a K$$

Avec:  $a = 0.016I + 0.5$   $I = \sum i = (t / 5)^{1.5}$

Où : **ETP** : Evapotranspiration potentielle mensuelle en (mm).

**t** : température moyenne mensuelle en (°C).

**i** : indice thermique mensuel.

**I** : la somme des indices mensuels de l'année.

**K** : facteur correctif intégrant la durée d'insolation.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	TOTAL
<b>I</b>	10.27	7.18	3.52	1.92	2.07	2.6	4.1	5.76	9.74	12.13	15.22	14.69	<b>89.20</b>
<b>ETP (mm)</b>	104.1	62.32	22.41	9.77	11.5	15	32.47	53.39	114.39	152.23	206.27	184.4	<b>968.44</b>

**Tableau 04** : Résultats de l'ETP obtenus par la formule de (C.W. Thornthwaite de la station d'Ain Bouchekif (1991-2016).

#### 4-1-1-2-Evapotranspiration Réelle (ETR) :

C'est la somme de l'évapotranspiration et de la transpiration réelle pour une surface donnée et une période défini . Elle peut être déterminée par différents méthodes.

##### \*ETR selon la formule de «TURC» :

Cette formule est basée sur les températures et les précipitations moyennes annuelles et on a :

$$ETR = P / \sqrt{0.9 + p^2 / L^2}$$

Avec : **ETR** = Evapora transpiration réelle en (mm).

**P** = précipitation moyenne annuelle en (mm).

**L**= pouvoir évaporant, est une limite vers laquelle tend l'ETR lorsque P

Devient grande : **L = 300 + 25t + 0.05t<sup>3</sup>**

Où : **t** = la température moyenne annuelle en (°C).

##### \*ETR selon la formule «C.W.Thornthwaite »

L'estimation de l'ETR en (mm) avec cette méthode liée au volume de la précipitation.

Trois cas peuvent se présenter :

**-1<sup>er</sup> Cas : P > ETP → ETR = ETP :**

Il y a une reconstitution des réserves du sol jusqu'à la saturation, le surplus va représenter l'écoulement superficiel.

-2<sup>ème</sup> Cas :  $P < ETR \rightarrow ETR = P + RFU$  :

Dans ce cas, la RFU (réserve facilement utilisable) va s'épuiser jusqu'à la satisfaction de l'ETP.

-3<sup>ème</sup> Cas :  $P < ETP$  et  $RFU = 0 \rightarrow ETR = P$  :

Il y a donc un déficit agricole (DA) représenté par la quantité d'eau qui doit être apportée pour l'irrigation.

ETR Station	Selon « Turc » (mm / an)	Selon « C.W.Thornthwaite » (mm /an)
Ain Bouchekif	365.08	309.22

**Tableau 05** : Résultats de l'ETR obtenus par les différentes méthodes d'estimation de la station D'Ain Bouchekif (1991-2016).

Les valeurs de l'ETR dans le tableau ci-dessus sont variables selon chaque méthode d'estimation, donc l'évapotranspiration réelle moyenne est égale **309.22 mm / an** pour la méthode de « C.W.Thornthwaite ».

#### 4-1-2-Ruissellement (R) :

Le ruissellement de surface est la quantité d'eau qui au cours d'une précipitation échappe à l'infiltration et l'évapotranspiration. Il est calculé par la formule de « Tixeront-Berkaloff » (Tableau n°06).

$$R = P^3 / 3(ETP)^2$$

Avec : - **R** : Ruissellement en (m).

- **P** : Précipitation moyenne annuelle en (m).

- **ETP** : Evapotranspiration potentielle en (m).

Paramètres Station	P (mm)	R (mm)
Ain Boucekif	372.44	18.36

**Tableau 06:** Résultat du ruissèlement par la formule de « Tixeront-Berkaloff» pour la station d'Ain Boucekif (1991-2016).

#### 4-1-3-Infiltration (I) :

C'est la quantité d'eau franchissant la surface du sol. Elle renouvelle les réserves d'eaux souterraines et entretient le débit de l'écoulement souterrain des sorties circulation dans les formations hydrogéologiques perméables du sous-sol (Castany G. 1982). Elle est déduite de l'équation fondamentale du bilan hydrique :

$$P = ETR + R + I \rightarrow I = P - (ETR + R)$$

Avec :

- **I** : Infiltration en (mm).
- **P** : Précipitation moyenne annuelle en (mm).
- **R** : Ruissèlement en (mm).
- **ETR** : Evapotranspiration réelle annuelle en (mm) selon la méthode de « C.W.Thornthwaite».

Paramètre Station	P (mm)	ETR (mm)	R (mm)	I (mm)
Ain Boucekif	372.44	309.22	18.36	44.86

**Tableau 07 :** Estimation de l'infiltration par l'équation fondamentale du bilan hydrique de la station d'Ain Boucekif (1991-2016).

En admettant que la réserve facilement utilisable (RFU) est égale à **50 mm**(Saturation),

Les résultats précédemment obtenus nous ont permis d'établir le bilan hydrique et la synthèse finale de l'étude climatique.

Mois	T (°C)	i	K	ETP	P(mm)	BH	RFU	ETR	DA	Exd
Sep	23 ,3	10 ,3	1,03	104,13	27.60	-76,6	0,0	27,57	76,56	0 ,0
Oct	18 ,4	7,2	0,97	62,32	36.18	-26,2	0,0	36,17	26,15	0,0
Nov	11,5	3,5	0,86	22,41	40.70	18 ,2	18,2	22,41	0 ,00	0,0
Dec	7,7	1,9	0,81	9,77	37.90	28,1	46,4	9,77	0,00	0,0
Jan	8,1	2 ,1	0 ,87	11,56	44.09	32,5	50,0	11,56	0,00	29,9
Fév	9,4	2,6	0,85	15,03	42.15	27,1	50 ,0	15,03	0 ,00	28,1
Mars	12,7	4,1	1,03	32,47	37.50	5,0	50,0	32,47	0,00	5,32
Avril	15,9	5,8	1,10	53,39	43.12	-10,3	39,7	53,39	0,00	0,0
Mai	22,5	9,7	1,21	114,39	33.24	-81,2	0,0	72,79	41,42	0,0
Juin	26	12,1	1,22	152,23	13.01	-142,2	0 ,0	10,01	142,22	0,0
Juillet	30,2	15,2	1 ,24	206,27	5.17	-201,1	0,0	5,17	201,10	0,0
Aout	29,5	14,7	1,16	184,47	11.78	-171,8	0,0	12,70	171,77	0,0
Annuel	<b>17,9</b>	<b>89,3</b>	/	<b>968,44</b>	<b>372.44</b>	<b>-598,3</b>	/	<b>309,22</b>	<b>659,22</b>	<b>63,22</b>

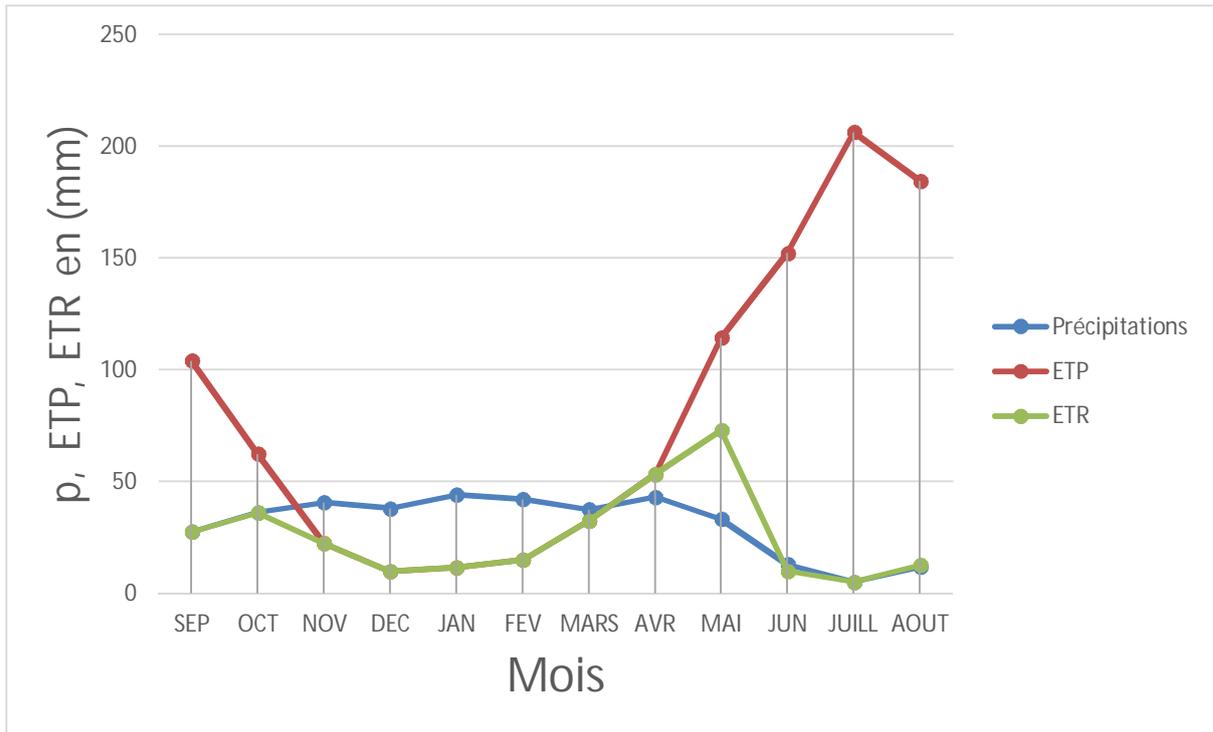
**Tableau 08** : Le bilan hydrique de C.W .Thorntwaite de la station **d'Ain Bouchekif**  
(1991-2016)

- **P** : Précipitation moyenne mensuelle en (mm).
- **T** : température moyenne mensuelle en (°C).
- **I** : indice thermique mensuel.
- **K** : facteur de correction intégrant la durée d'insolation, le nombre des jours de mois

La température.

- **ETP** : évapotranspiration potentielle en (mm).
- **ETR** : évapotranspiration réelle en (mm).
- **RFU** : réserve facilement utilisable en (mm).
- **EXD** : excédent en (mm).
- **DA** : déficit agricole en (mm).

- **BH** : Bilan hydrique (mm).



**Figure 17:**Présentation graphique du Bilan hydrique de C.W.Thornthwaite de la station d'Ain Boucekif (1991-2016)

#### 4-2-Interprétation du bilan hydrique :

Les résultats obtenus du bilan hydrique de C.W.Thornthwaite pour la station d'Ain Boucekif illustrés dans le tableau n°08 et la figure 13 précédente, nous ont permis de tirer les observations suivantes :

- La région d'étude reçoit des précipitations moyennes annuelles de l'ordre 372.44 mm et une température moyenne annuelle de 17.9 °C.

- L'évapotranspiration potentielle (ETP) atteint son maximum au mois de Juillet avec 206.27 mm, son minimum au de Décembre avec 9.77 mm, L'ETP totale est de l'ordre de 968.44 mm.

- L'évapotranspiration réelle (ETR) totale est de 309.22 mm.

- Lorsque la réserve facilement utilisable (RFU) est pleine, il y a un surplus d'eau accompagné d'un ruissellement et quand elle a la tendance à se diminuer et au point qu'il sera carrément vide, il y aura un épuisement du stock et par conséquent un déficit agricole s'étalant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre avec une moyenne annuelle de 659.22 mm.

- La reconstitution de RFU atteint son maximum (saturation : 50 mm) au mois de Janvier et reste ainsi jusqu'au mois de Mars puis elle commence à épuiser pour se vider complètement au mois de Mai.

- L'écoulement débute après le remplissage de la RFU (50 mm), au mois de Janvier et se termine à la fin du mois de Mars avec un maximum au mois de Janvier de l'ordre 28.9 mm et un minimum au mois de Mars de l'ordre 5 mm.

- L'excédent annuel est égal à 60.9 mm.

### 5-La population :

D'après l'APC de FRENDA enregistre une population de 12466 habitants en 1966 pour passer respectivement à 18577 habitants en 1977 et 37102 habitants en 1998 et atteindre 49339 habitants au dernier R.G.P.H\* 2008.

L'analyse de l'évolution de la population depuis 66 fait ressortir que de taux de 3,41 % entre 66 / 77 à 5,44 % entre 77 / 87 quant à la période (87 / 98) le taux réel a baissé à 3,13 %.

**Tableau 09:**Evolution de la population de FRENDA.

Années Dispersion	1987	1998	2008
<b>Chef-lieu de Frenda</b>	30640	37102	49339

**Source :** P.D.A.U de FRENDA+ DPAT

### 5-1-Le parc logement :

Suite au recensement général de la population et de l'habitat 2008 ; l'A.C.L comptait 9740 logements pour une population résidente de 49339 personnes.

**Tableau 10:** Population et logements (1998).

R.G.P.H	Population	Logements
<b>2008</b>	49339	9740

**Source :** P.D.A.U de FRENDA+ DPAT

**5-1-1-Secteur équipement :**

- Hôpital.
- Polyclinique.
- salle de soins.
- toutes les représentations administratives de la wilaya.
- équipements culturels.
- formation professionnelle .
- Education (lycée, CEM, écoles).
- Equipements commerciaux.
- Equipements sportifs.

**5-1-2-Zone d'activité**

- Moulin Frenda.
- Emac.
- Produits pharmaceutiques.
- Naftal.
- Matériaux de construction.
- Station d'essence.
- Minoterie.

**6-Réseau d'assainissement de la ville de Frenda :**

La ville de Frenda est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire.

En 1996 une étude d'assainissement de la ville a mis en évidence d'une façon générale, la vétusté des réseaux et la nécessité de sa modernisation.

Une partie du réseau d'assainissement a été mise en place sur certains quartiers situés sur la périphérie Nord, le renforcement du réseau par deux (02) collecteurs principaux au Sud de la ville et par l'assainissement de la nouvelle cité implantée près de la zone d'activité.

Au centre de la ville des travaux de rénovation de la galerie chaabet Arbia qui sont en cours.(ARRARIA. H.2013)

**6-1-Structure du réseau :**

La ville de Frenda est composée de deux grands secteurs géographiques qui se rejoignent au niveau de la plaine d'El That.

Le premier bassin versant est limité au Nord par la forêt et au Sud par une ligne de crête passant par l'ancienne ville.

Le deuxième bassin versant est limité au Nord par la ligne de crête séparant les deux versants et au Sud par une ligne située sur les hauteurs des lotissements 220, 184 et le cimetière chrétien.

**a- Assainissement :**

La ville est sise sur un bassin versant très important accidenté ; tout cela mérite l'attention quand au dimensionnement des ouvrages hydrauliques, ainsi que le drainage des eaux pluviales.

**b- Réseau :**

Le réseau d'assainissement à FRENDA est de type unitaire. Les diamètres varient entre Ø300 et Ø1200

Il existe trois galeries principales qui servent de collecteurs principaux pour l'évacuation des eaux usées et pluviales. Les eaux urbaines sont déversées dans la nature sans traitement.

**c- Voirie**

La difficulté du site constitue une contrainte quand au développement de la voirie qui est constituée par des voies primaires formées essentiellement par la voie commerçante sur l'axe de la R.N 14 traversant la ville, les voies secondaires sont nombreuses et desservent les quartiers. (ARRARIA. H.2013)

**6-2-Description du réseau :**

La ville de Frenda est assainie par un réseau de type unitaire. Les principaux collecteurs de la ville sont :

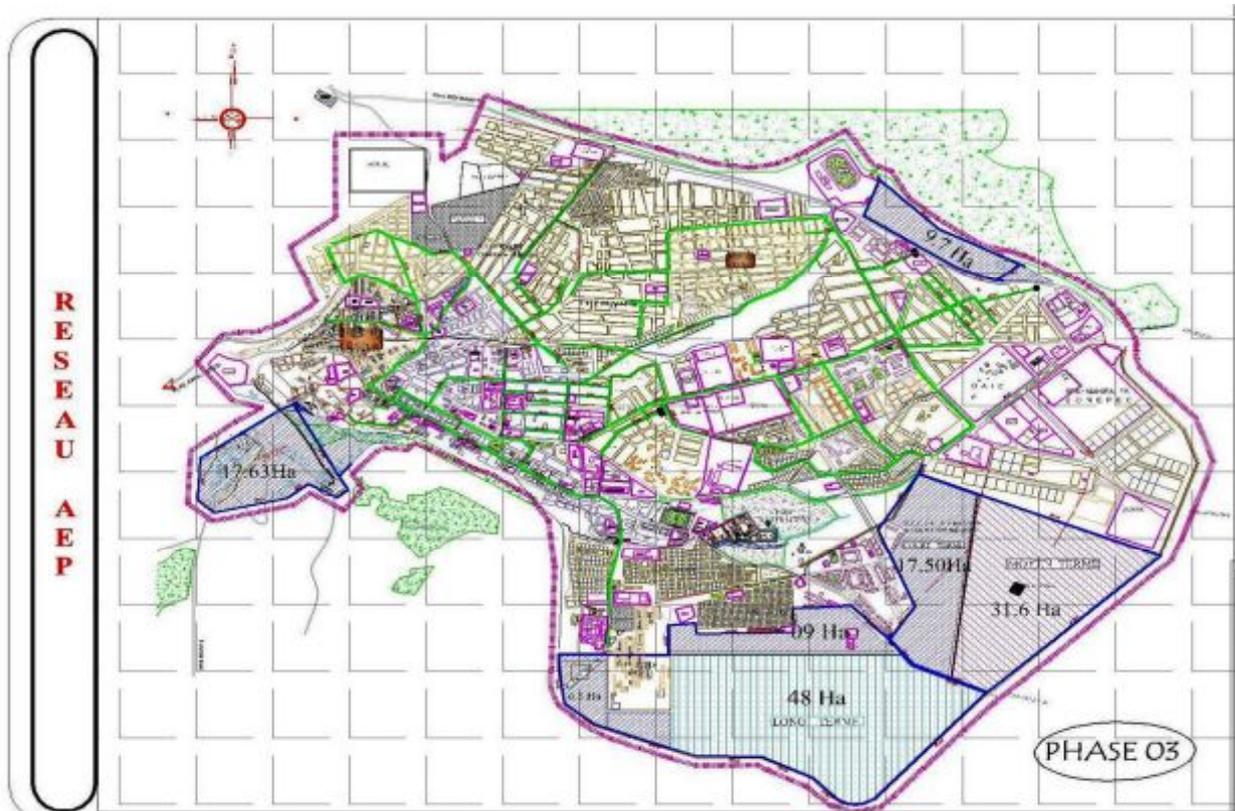
Une ancienne galerie de section rectangulaire en maçonnerie (chaabet Arbia) construite dans l'axe du cheminement des eaux de la chaabat débute depuis le lotissement HATAB Ahmed et se raccorde sur la galerie d'Oued el kheir.

Une deuxième galerie qui vient en parallèle à cette dernière de même conception (matériaux et forme géométrique) débute dans la cité MAHI, traverse la RN 14 près de la station NAFTAL et se dirige en ligne droite vers la galerie Oued el kheir.

Les deux galeries sont raccordées sur l'émissaire principale Oued el kheir qui contourne la ville à l'Ouest et déverse les eaux à l'air libre

Un troisième collecteur en DN 800 mm réalise dans le cadre de la protection de la ville contre les eaux ruissellement. Il commence par deux canaux et un ouvrage de réception est terminé dans la galerie secondaire.

Au Sud une troisième galerie réalisée en maçonnerie débute à une centaine de mètre en amont de la RN14 dans la périphérie Est de la ville, passe en aval dans un terrain libre puis à l'intérieure de la clôture du lycée, traverse le CW vers Medrissa et le lotissement les amandiers et rejoint Oued sidi Yahia.(ARRARIA. H.2013)



**Figure 18:** Trace des principaux collecteurs. (Echelle 1/5000)  
(Tracé par AUTOCAD)

### **6-3-L'état de réseau d'assainissement de la ville de Frenda :**

Dans le rapport, il est signalé que les collecteurs principaux existant ne sont pas définis en rapport avec l'importance du secteur à assainir soit insuffisant de point de vue capacité de transport soit plus grand.

Le nombre de regards visités a concerné uniquement ceux qui sont accessibles non goudronné ou fermé avec dalle en béton

Il est aussi indiqué les dysfonctionnements du à l'absence de curage par l'introduction des détritrus dans les regards et avaloirs et la non-conformité de la réalisation selon les normes. Ces contraintes empêchent le libre écoulement des eaux dans la canalisation

Il est noté dans le rapport en temps pluvieux, le ruissellement provoque des inondations des rues surtout dans la partie basse de la ville en plus un charriage de sable obstruant les avaloirs et rendant la circulation difficile.

Quelques branches se trouvent sous les constructions de l'ancienne ville.

Le réseau de canalisation existant est composé en différent matériaux et diamètres, du diamètre 300 au 800 mm (Amiante ciment et béton).

Les grands collecteurs sont réalisés en section rectangulaire (Radier, dalle en béton armé et piédroit en maçonnerie de pierre. On cite la galerie principale « de Chaabet Arbia » une deuxième galerie « La Carrière » et une troisième pour la collecte des eaux usées de zone Sud.(ARRARIA. H.2013)

### **6-4-Propositions pour l'amélioration du réseau :**

#### **Pour le réseau Nord :**

- Le réseau Nord-Ouest sera renforcé par un collecteur principal ceinturant le quartier au Nord et à l'Ouest en empruntant la route de Mechraa-sfa et finira sur la galerie Nord.
- Un deuxième collecteur à projeter dans la voie parallèle à la clôture du cimetière
- La reprise de toutes les branches en contre pente.
- La reprise de toutes les branches dont la profondeur est faible.

**Pour le réseau centre:**

• Après vérification hydraulique tous les diamètres insuffisants du point de vue capacité seront changés (dans la seconde phase après délimitation des bassins versant et calcul des débits en système unitaire). L'avantage dans cette zone centrale, les réseaux sont structurés par de gros collecteurs (galerie) ou ont tous raccordés dessus.

- La reprise de toutes les branches dont la profondeur est faible.

**Pour le réseau Sud :**

• Le réseau Sud sera amélioré par la projection d'un collecteur principal à installer dans la nouvelle voie séparant le lotissement 220 des 184 lots et aboutira sur la galerie Sud.

- L'élimination et correction de plusieurs branches qui traversent des terrains libres.

- Le raccordement de certaines branches sur le collecteur 1200 mm.

• Le renforcement du lotissement près du cimetière israélite par un collecteur principal et prendra en charge la partie avale et se jettera dans la galerie Sud.

• Le collecteur 1200 mm longeant la route de Medrissa sera maintenu pour le drainage de l'eau du bassin versant extérieur à la ville seulement une petite partie des eaux usées sera garder dans ce réseau.

- La reprise de toutes les branches dont la profondeur est faible. (**ARRARIA. H.2013**)

**Conclusion :**

Le climat qui règne dans notre région d'étude est semi –aride, il est caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec.

Le secteur appartient à une zone peu pluvieuse, avec une précipitation moyenne annuelle de l'ordre de 372.44 mm Toutefois il fait signaler la nature assez exceptionnelle des orages ou on peut déceler des hauteurs de précipitations égalant certaines valeurs mensuelles en périodes pluvieuses. Cet aspect est surtout observé entre les mois de Mai à Aout.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de : 17.9 °C avec des écarts entre les minimas et les maximas pouvant atteindre 10 à 20 °.

La ville est sise sur un bassin versant très important accidenté ; tout cela mérite l'attention quand au dimensionnement des ouvrages hydrauliques, ainsi que le drainage des eaux pluviales.

**Chapitre IV :**  
**Réalisation d'un SIG**

**Introduction :**

Ce chapitre basé sur l'utilisation du SIG avec réalisation de ses fonctions dans l'analyse et la quantification du réseau hydrographique de la ville de Frenda.

**1-Les composants nécessaires au bon fonctionnement d'un SIG :****1-1-Les couche thématique :**

- Bassins versant naturel.
- Réseau hydrographique naturel.
- Bassin versant d'assainissement.
- Le réseau d'assainissement.

**1-2-Matériels :** l'ordinateur et réseau d'internet.

**1-3-Logiciels:** Map info, AutoCAD, Excel, paint, Google Earth, surfer, 3D Route Builder, Plex Earth.

**1-4-Donnée:**

- Le relief;
- Le réseau hydrographique;
- Les oueds et sens d'écoulement du réseau hydrographique,
- Les pentes, les sous bassins versants naturels et urbains.

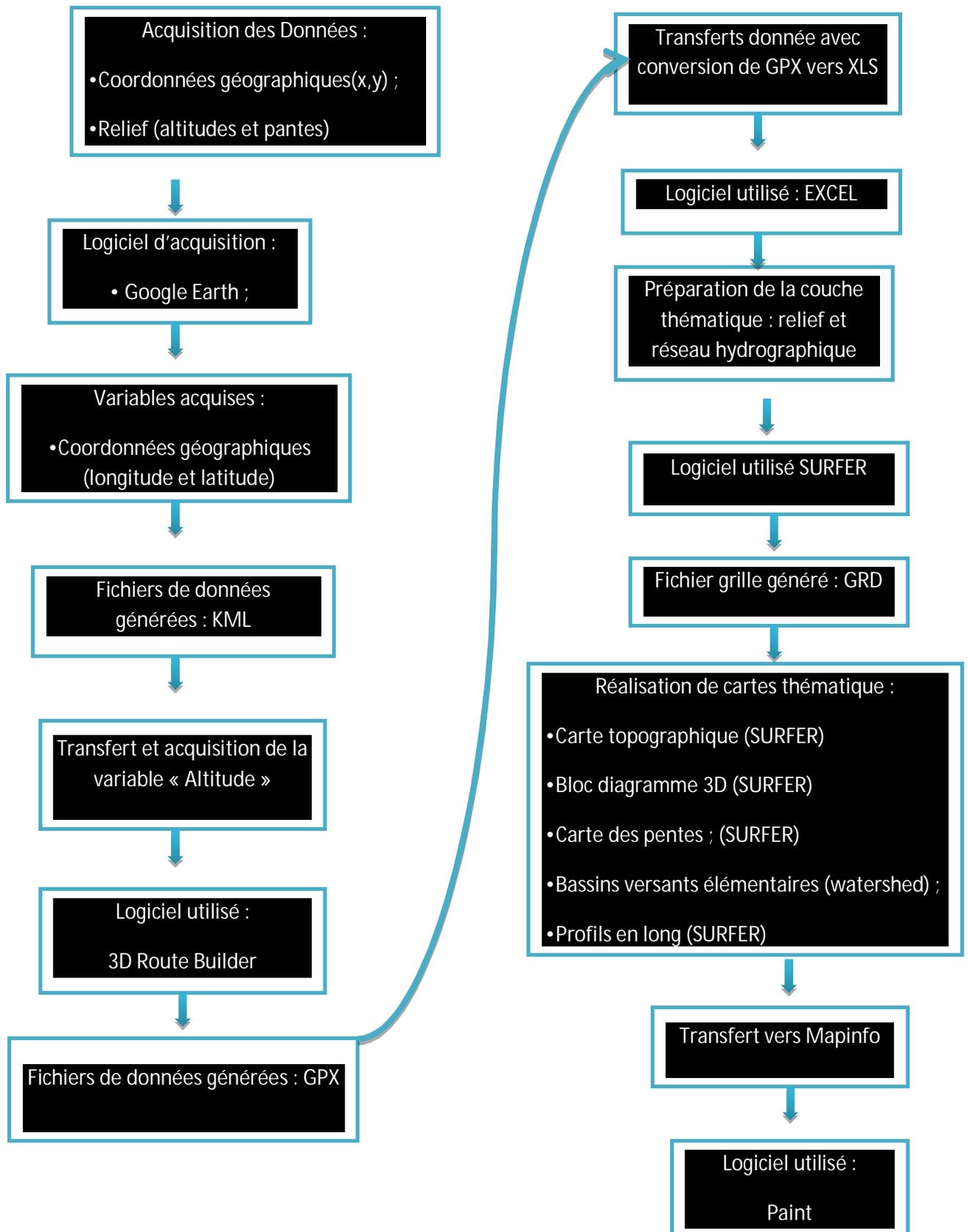
**1-5-Utilisateur :** exploitation, développement de l'outil.**1-6-Méthode :** variable suivant le type d'organisation.**2-Méthdologie utilisés :**

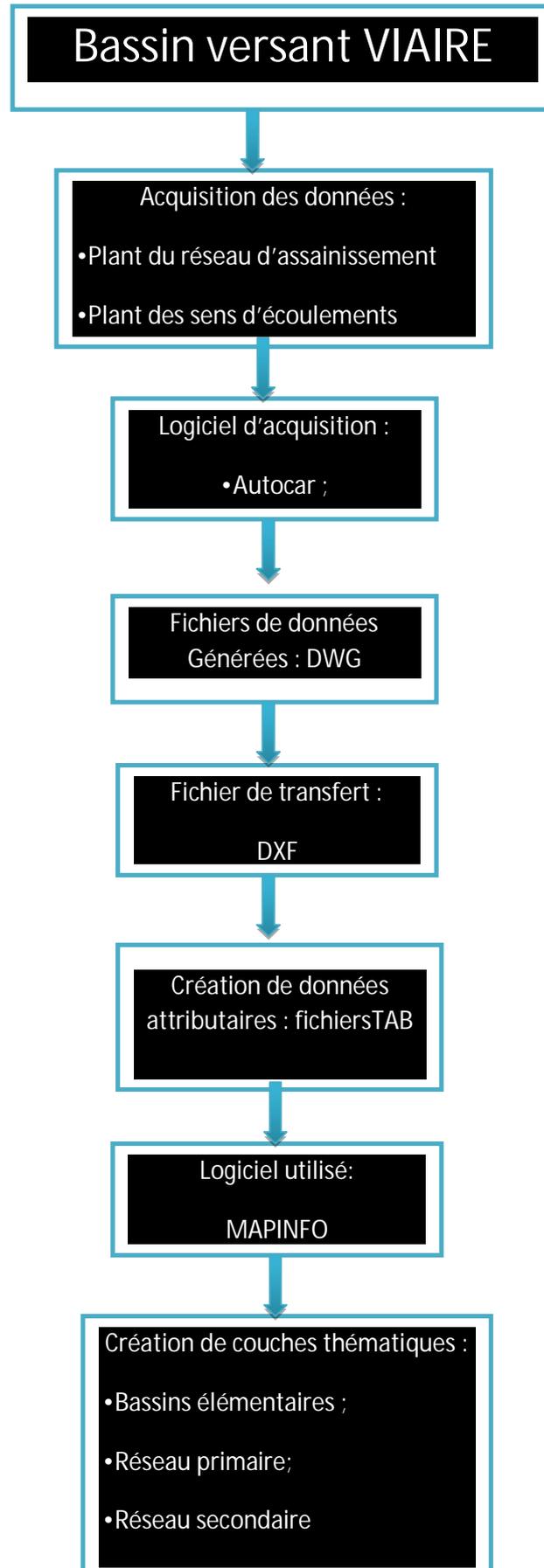
L'utilisation et le croisement d'un certain nombre de logiciel ont été nécessaires pour la réalisation du SIG impliquant les couches thématiques citées plus haut.

Ces logiciels se répartissent entre tableurs pour la saisies et les traitements des données chiffrées ou alphanumérique, dessins graphique, traitement d'image et cartographies numérique ou la combinaison partie données et graphique pour les logiciel spécialisés en SIG.

**3-organigramme du déroulement et la réalisation du SIG :**

La réalisation du SIG comporte deux parties distinctes réparties selon l'organigramme suivant :





**Chapitre V :**  
**Résultats obtenus par l'étude de SIG**

**Introduction :**

Les inondations paraissent parmi les catastrophes naturelles les plus fréquentes et les plus dévastatrices en Algérie. Touchant plusieurs régions atteignant parfois l'ampleur d'une catastrophe nationale. Pour remédier à cette situation, l'élaboration d'une carte des zones inondables serait un outil précieux pour les planificateurs dans la définition des plans d'occupation des sols, la construction des ouvrages de protection et l'amélioration des systèmes de prévision et d'alerte de crues dans la ville de Frenda.

L'objectif principal de ce chapitre est de faire une synthèse bibliographique sur la cartographie de l'aléa inondation en milieu urbain par approche de modélisation hydraulique, ainsi d'exposer les capacités des outils informatiques dans la cartographie des résultats présentant ainsi un outil très ambitieux en matière de l'aide à la décision dans un contexte de gestion de risque.

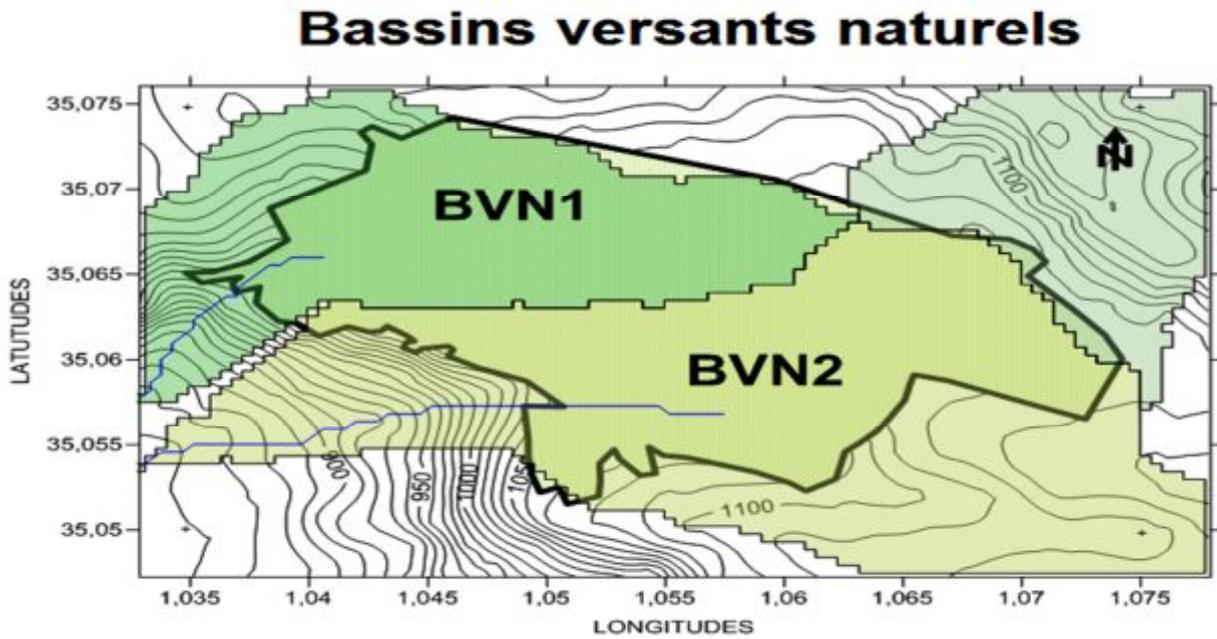
Dans cette partie on a présenté les éléments morphologiques nécessaires à la comparaison entre le bassin versant naturel et le bassin versant urbain à savoir :

- Aire et périmètre ;
- La répartition des surfaces en fonction des altitudes ;
- Profile dans les sous bassins naturel et urbains .....etc.

**1-Présentation des couches thématiques :****1-1-Délimitation des bassins versants :****1-1-1-Bassin versant naturel :**

Le bassin versant naturel occupé par la ville de Frenda a été déterminé grâce aux données de la grille introduite dans le logiciel SURFER11. La délimitation du bassin s'inscrit dans une nouvelle approche différente de ce qui faisait jusqu'à présent c'est-à-dire qu'elle se limite exclusivement au tissu urbain sans tenir compte du grand bassin versant naturel de la région. Cette approche nous permet de procéder à une superposition aussi proche que possible du bassin versant naturel et du bassin versant urbain.

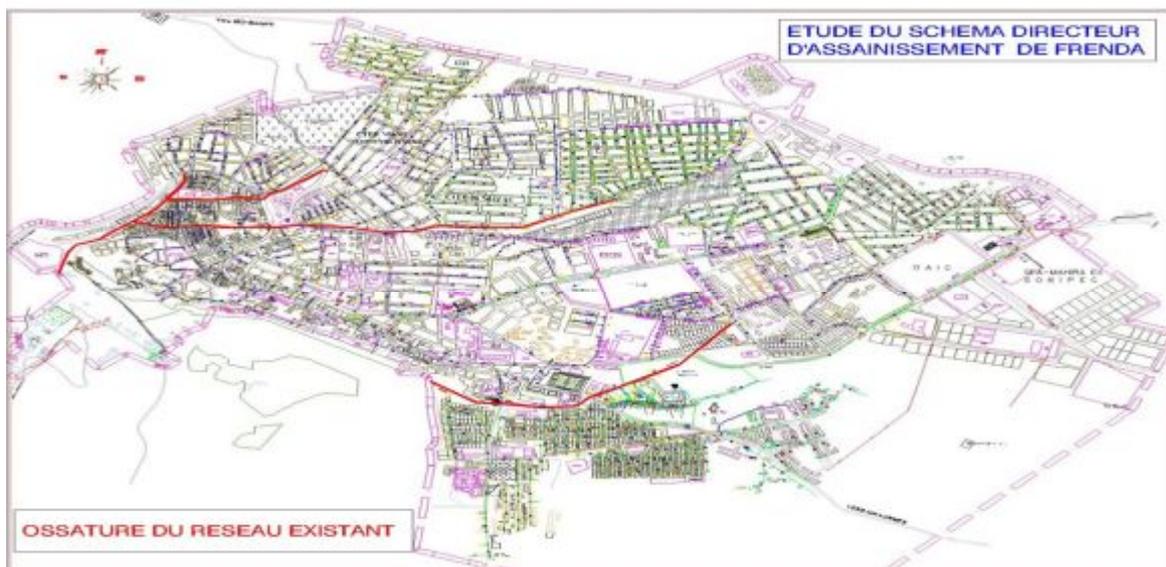
La ville est traversée par un talweg principal nommé Chaabet Arbia dans sa partie Nord (BVN1) et au Sud par un autre Oued longeant la route de Medrissa (BVN2).



**Figure 19:** Découpage du chef-lieu en bassin versant naturels. (Tracé par SURFER 11)

#### 1-1-2-Bassin versant urbain :

Le bassin versant urbain a été délimité à partir du plan réseau d'assainissement de la ville de Freneda réalisé par le bureau de l'URBATIA (bureau d'étude en urbanisme de Tiaret).



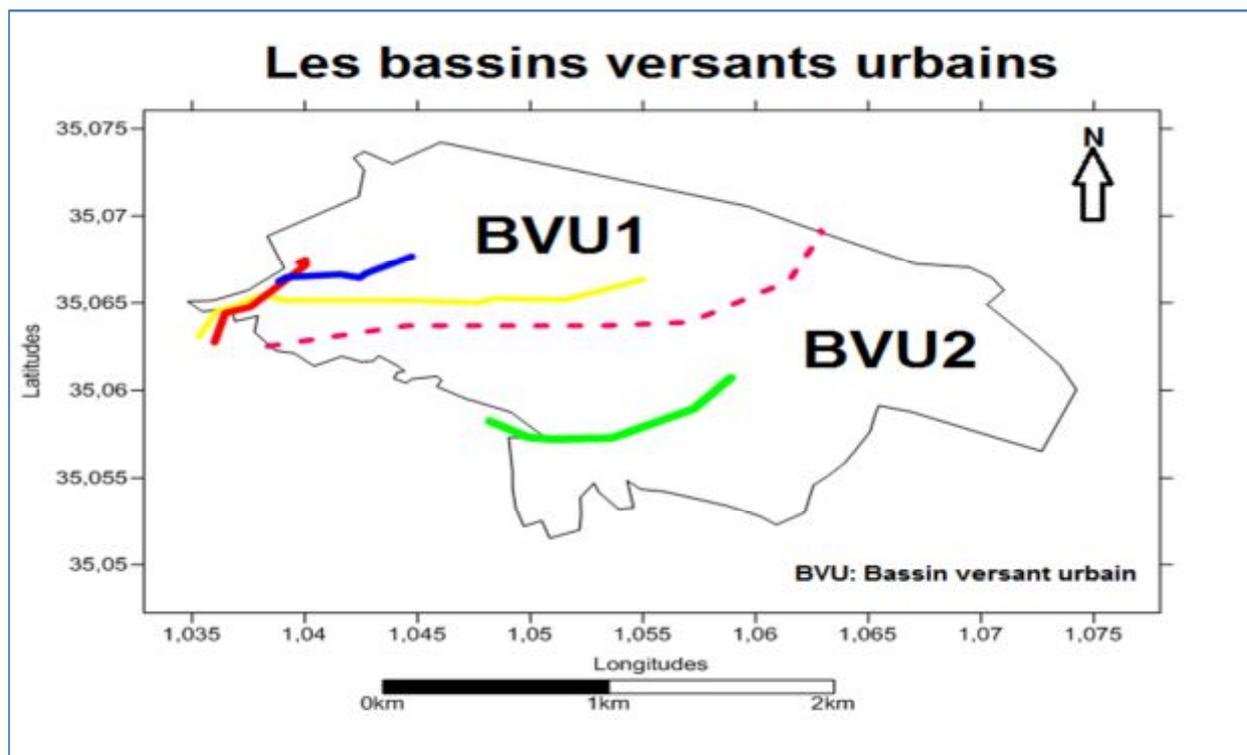
**Figure 20:** Découpage du chef-lieu en bassin versant urbain à partir du plan d'assainissement (Tracé par AUTOCAD).

Dans une base de données géographiques, un réseau de rues souvent représenté sous forme linéaire par un grand spatial (ensemble de ligne) où chaque rue est représentée par sa ligne centrale (qui en principe représenterait la ligne de partage des eaux si la dite rue a été réalisée selon les normes requises).

La ville de Frenda est composée de deux grands secteurs géographiques qui se rejoignent au niveau de la plaine d'El That.

Le premier bassin versant est limité au Nord par la forêt et au Sud par une ligne de crête passant par l'ancienne ville.

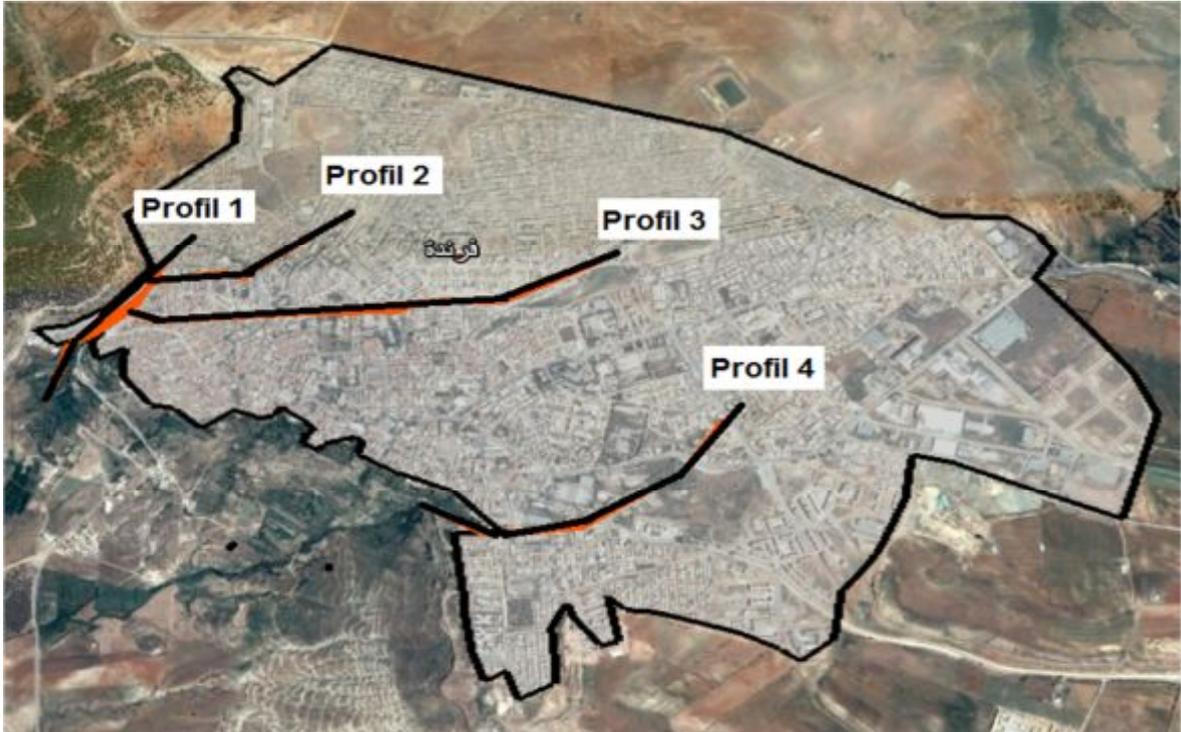
Le deuxième bassin versant est limité au Nord par la ligne de crête séparant les deux versants et au Sud par une ligne située sur les hauteurs des lotissements 220, 184 et le cimetière chrétien.



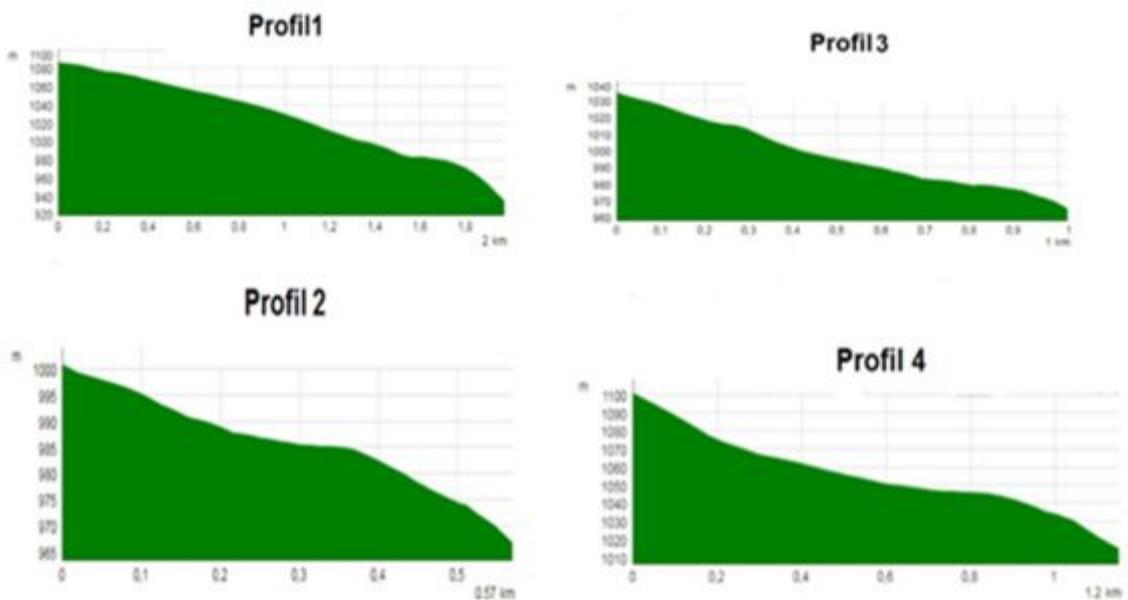
**Figure 21:** Découpage du chef-lieu en bassin versant urbain (Tracé par SURFER 11).

### 1-1-2-1-Réalisation des profils en long dans les bassins versant urbains :

Afin d'évaluer l'impact des écoulements sur le réseau d'évacuation des eaux des profils en long ont été réalisés au niveau des quatre principales (Profils 1, 2 et 3, dans le BVU1 et profil 4 dans le BVU 2, carte de localisation ci-dessous).



**Figure 22:** Carte de localisation des profils en long (Tracé par GEOCONTEXT-PROFILER)



**Figure 23:** Profils dans les sous bassins versants urbains

**Tableau 11:** Aperçu sur les pentes de sous bassins urbains (par SURFER et Mapinfo).

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>Pente (%)</b>	7.6	5.965	7	7.167
<b>Longueur de la pente (m)</b>	2005.768	571.013	1002.447	1203.078
<b>Angle de la pente</b>	4.346 °	3.414 °	4.004 °	4.099 °
<b>Angle complémentaire</b>	85.654 °	86.586 °	85.996 °	85.901 °
<b>Dénivelée (m)</b>	152	34	70	86

### 1-1-2-2-Analyse des quatre profils :

L'analyse des profils a porté sur les pentes et les dénivelées qui constituent les principaux paramètres influents sur les écoulements à surface libres ou dans les conduites.

**Profile 1 :** un dénivelée important (dénivelée simple ; H95%-H5%) environ de 152m donc une vitesse d'écoulement important.

**Profile 2 :** un dénivelé moins important que le 1<sup>ère</sup> avec un forme parabolique que donne un stockage en surface qui démunie la vitesse d'écoulement qu'il faible à la premier.

**Profile 3 :** un dénivelle plus que le précédent, un écoulement facile et moyen.

**Profile 4 :** même forme que le profile 1 avec un dénivelle considérable donc une vitesse important.

En conclusion : la vitesse d'écoulement influe par pente et mois dégréé la forme de bassin.

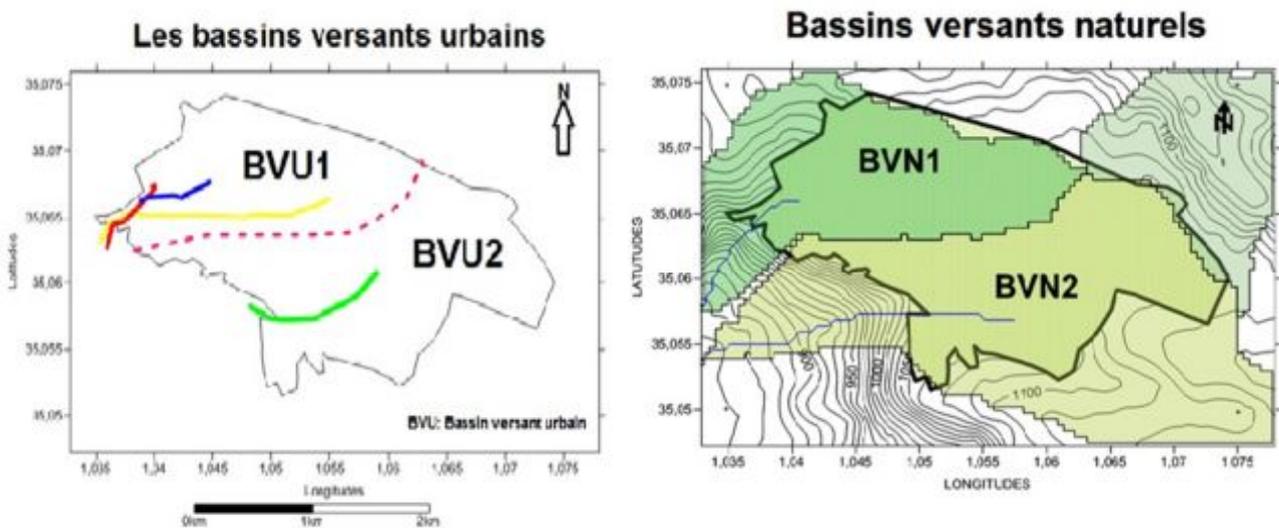
### 2-comparaison des deux bassins :

Nous constatons qu'au point de vu découpage le bassin versant naturel comporte deux sous bassins alors que le bassin versant urbain aussi en compte deux.

La superposition ainsi que la comparaison des deux formes permettra de dire si le fonctionnement des deux bassins, lors de l'évacuation des eaux, présente une certaine « similitude ».

La superposition des deux types de bassins a montré que le bassin versant urbain compte deux sous bassins (BVU1 et BVU2), dont le "cours d'eau principal" est matérialisé par le réseau d'assainissement, de même que le bassin versant naturel qui en compte deux définis par les talwegs respectifs.

Il s'agira donc de comparer si la superposition de deux formes géométrique ne présente pas une quelconque différence permettant de dire si l'évacuation des eaux (pluviales pour l'un et assainissent pour l'autre) est « synchronisée » ou pas.



**Figure 24:** présentation géométrique des deux bassins (tracé par SURFER 11 et Map info).

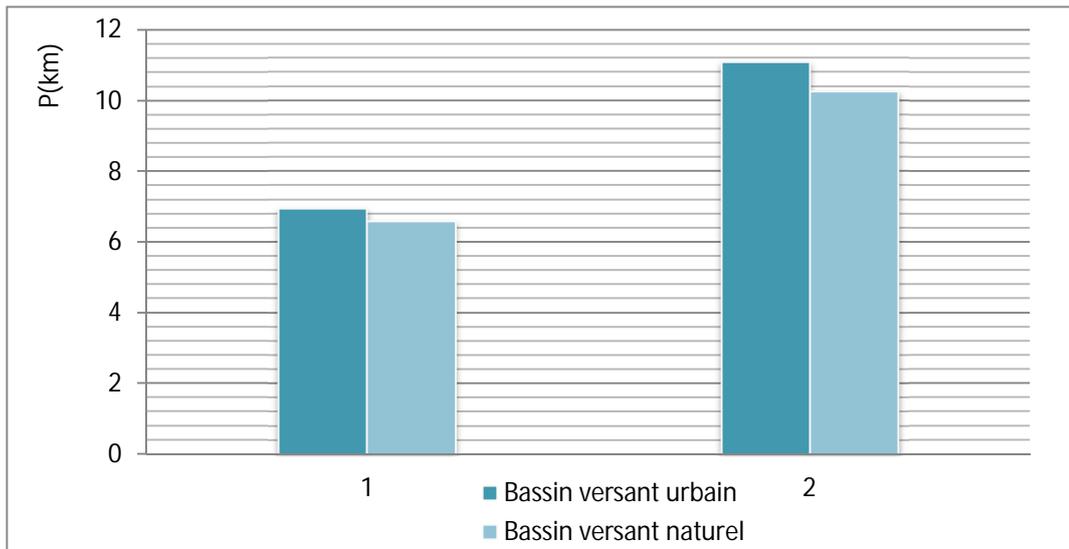
### 2-1-superficies et périmètres :

Une étude paramétrique des deux bassins à permis de dégager les valeurs suivantes

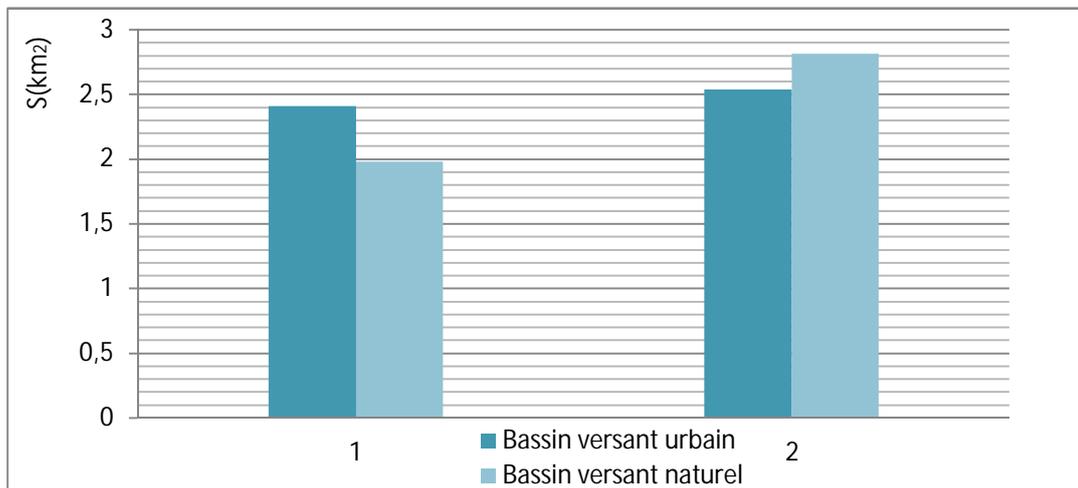
		Périmètre* (km)	Superficie (km <sup>2</sup> )
<b>Bassin versant urbain</b>	BVU1	6.96	2.41
	BVU2	11.10	2.54
	<b>TOTAL</b>	<b>18.06*</b>	<b>4.95</b>
<b>Bassin versant naturel</b>	BVN1	6.611	1.979
	BVN2	10.27	2.813
	<b>TOTAL</b>	<b>16.881</b>	<b>4.792</b>

\*périmètre extérieur du bassin

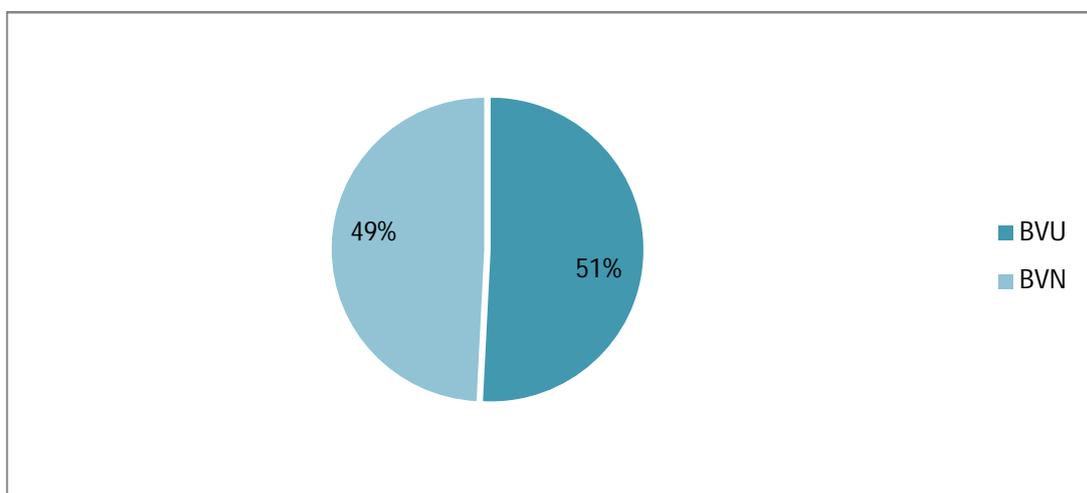
**Tableau 12:** Aperçu sur les dimensions des deux bassins



**Figure 25:** Comparaison des périmètres.



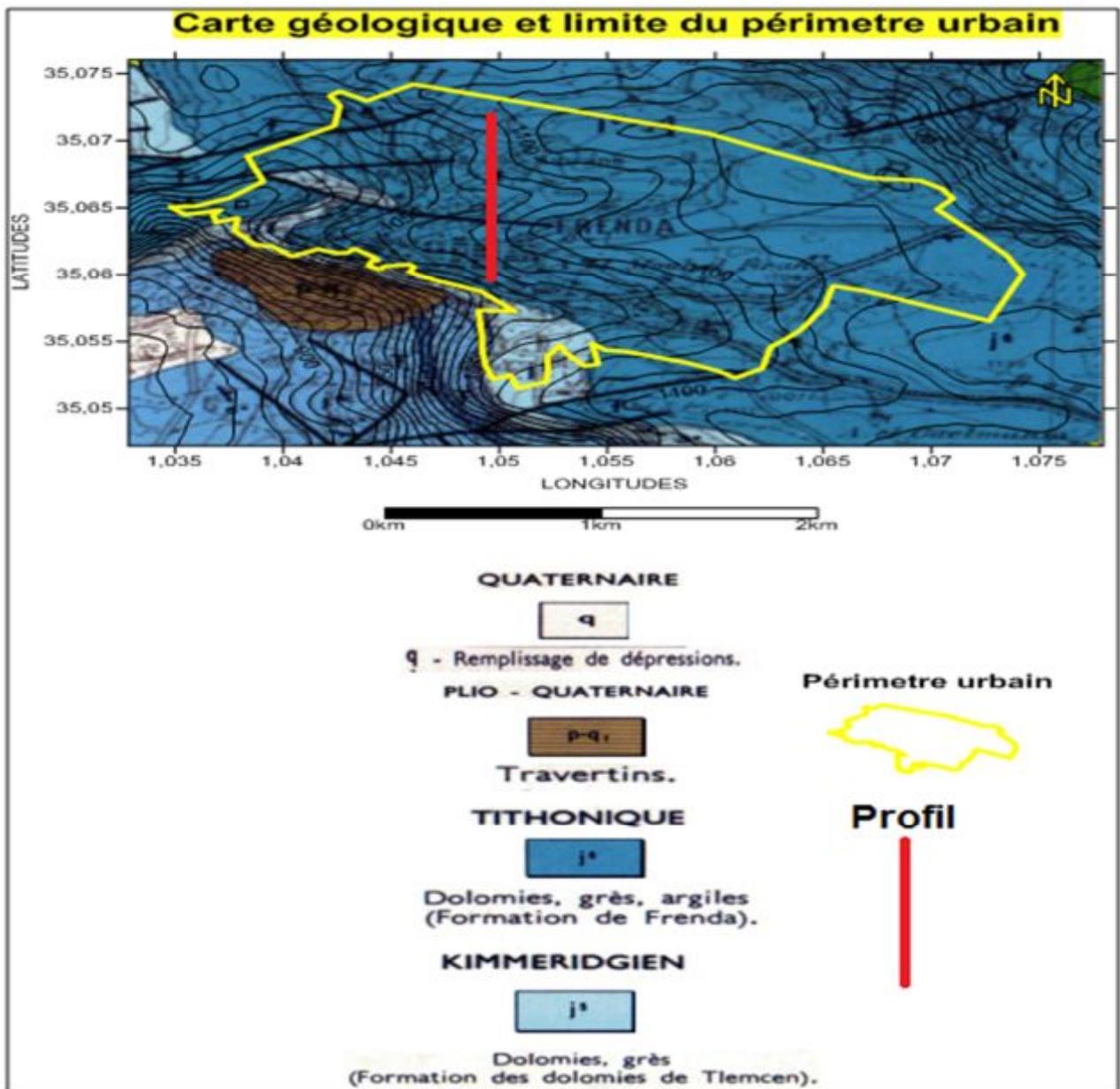
**Figure 26:** Comparaison des superficies partielles.



**Figure 27:** Comparaison des superficies Globales

### 3-La géologie alentours de milieu urbaine de Frenda :

La carte géologique illustre les différentes formations lithologiques affleurant dans le site. Elles sont formées en grande partie de Dolomies, grès, argiles. La carte géologique est indispensable pour toute étude préliminaire des projets d'aménagement. Elle illustre la répartition spatiale des différentes unités lithologiques. La lithologie impose un choix de techniques et de cultures ainsi que de systèmes de cultures qu'il faut prendre en considération dans les propositions de mise en valeur. (ABBES. Z et YAAKOUB. N.2015)



**Figure 28 :** Extrait de la carte géologique de Frenda et limite du périmètre urbain (Tracé par SURFER 11)

### **3-1-Le Kimméridgien :J<sup>5</sup>**

Est représenté essentiellement par des dolomies appartenant à la formation des dolomies de Tlemcen, et par des grés.

Les formations du Kimméridgien sont marquées d'une part au Sud et East de périmètre urbain de Frenda.

Cette formation marque le début d'un nouveau cycle sédimentaire qui constitue ainsi le groupe Carbonaté Supérieur du Jurassique, à l'inverse des niveaux plus bas développés en faciès terrigènes. Les roches les plus fréquentes de cette formation sont les dolomies, généralement cristallines, la couleur de l'ensemble est grise à nuances verdâtre parfois, elles sont durées mal stratifiées, les grés qui leur sont associés sont dolomitiques gris clairs, très dures, leur épaisseur est faible.

Le Kimméridgien présente une épaisseur faible si on le compare aux autres séries reconnues dans la région, on peut l'évaluer entre cinq (05) et vingt (20) mètres. (**ABBES. Z et YAAKOUB. N.2015**)

### **3-2-Le Tithonique:J<sup>6</sup>(Faciès du Portlandien (Jurassique supérieur, ère secondaire)**

Les formations Tithoniques sont bien développées, à l'Est le Tithonique occupe une bonne partie de la région.

Le Tithonique comporte des dolomies ainsi que des grés et des argiles, la dolomie est massive, très dure de couleur variée ; gris clair. Les grés présentent une grande importance aux environs de Guigueb et de l'Oued Mina, ils apparaissent sous différents aspects, tendres calcaires de couleur variable gris- verdâtre à gris jaunâtre à blanchâtre lorsqu'ils sont calcaires, leur épaisseur est relativement importante et peut atteindre jusqu'à 30 à 40 mètres.

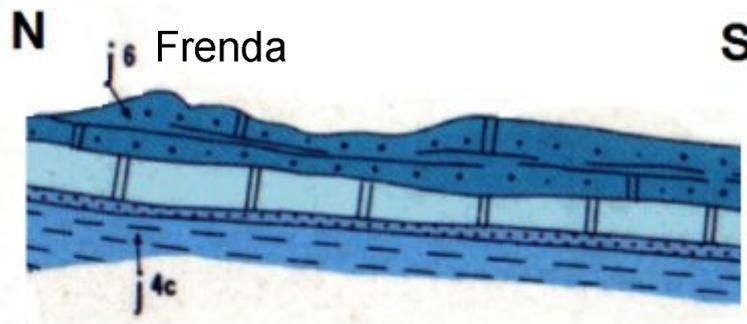
Les argiles sont gris verdâtres, plastiques à verdâtres, elles comportent de fréquentes intercalations de grés tendres, l'épaisseur de l'ensemble peut être évaluée à quatre-vingt (80) mètres. (**ABBES. Z et YAAKOUB. N.2015**)

### 3-3-LePlio- Quaternaire : pq<sub>1</sub>

Situé sur la bordure Sud –Ouest du plateau de Frenda, il apparait immédiatement à l'Ouest de la région que nous avons étudiée, Les alluvions modernes sont les dépôts alluviaux les plus importants apparaissent dans les dépressions dont elles forment le remplissage, c'est le cas en particulier de la dépression de Bendriss. Les alluvions modernes sont constituées par un mélange de gravillons, limons sableux, galets et gravies. Croûte Calcaire, cette croute d'âge Quaternaire se rencontre en particulier dans l'angle Sud- Est de la région aux environs d'El Mouileh, et à El Hanina ou elle est bien visible. Cette croute parait principalement développée sur les dépôts les plus récents du Miocène mais on peut également la rencontrer superposée aux formations du Crétacé ou du Jurassique Supérieur, son épaisseur est très variable pouvant atteindre dans certains cas jusqu'à 02 mètres. (ABBES. Z et YAAKOUB. N.2015).

### 3-4-Le Quaternaire : q

Ce sont des formations récentes composés d'un mélange à savoir les argiles et limons, elles se situent au Sud de milieu urbains.



**Figure 29:**Coupe géologiques traversant la zone urbaine de Frenda.

### 4-Le relief :

A l'instar de la plupart des communes de la wilaya de Tiaret , la commune de FRENDA est traversée par un relief montagneux accidenté et dispose d'un riche tapis forestier caractérisé par une gamme d'espèces de bonne valeur .En plus de cette entité montagneuse boisée qui occupe près de 50 % du territoire communal, prolongement des monts de Saida , véritable massifs , on trouve une autre entité faite d'une zone colinéaire et la dépression oblique vers le nord – ouest de la vallée de l'oued Taht .

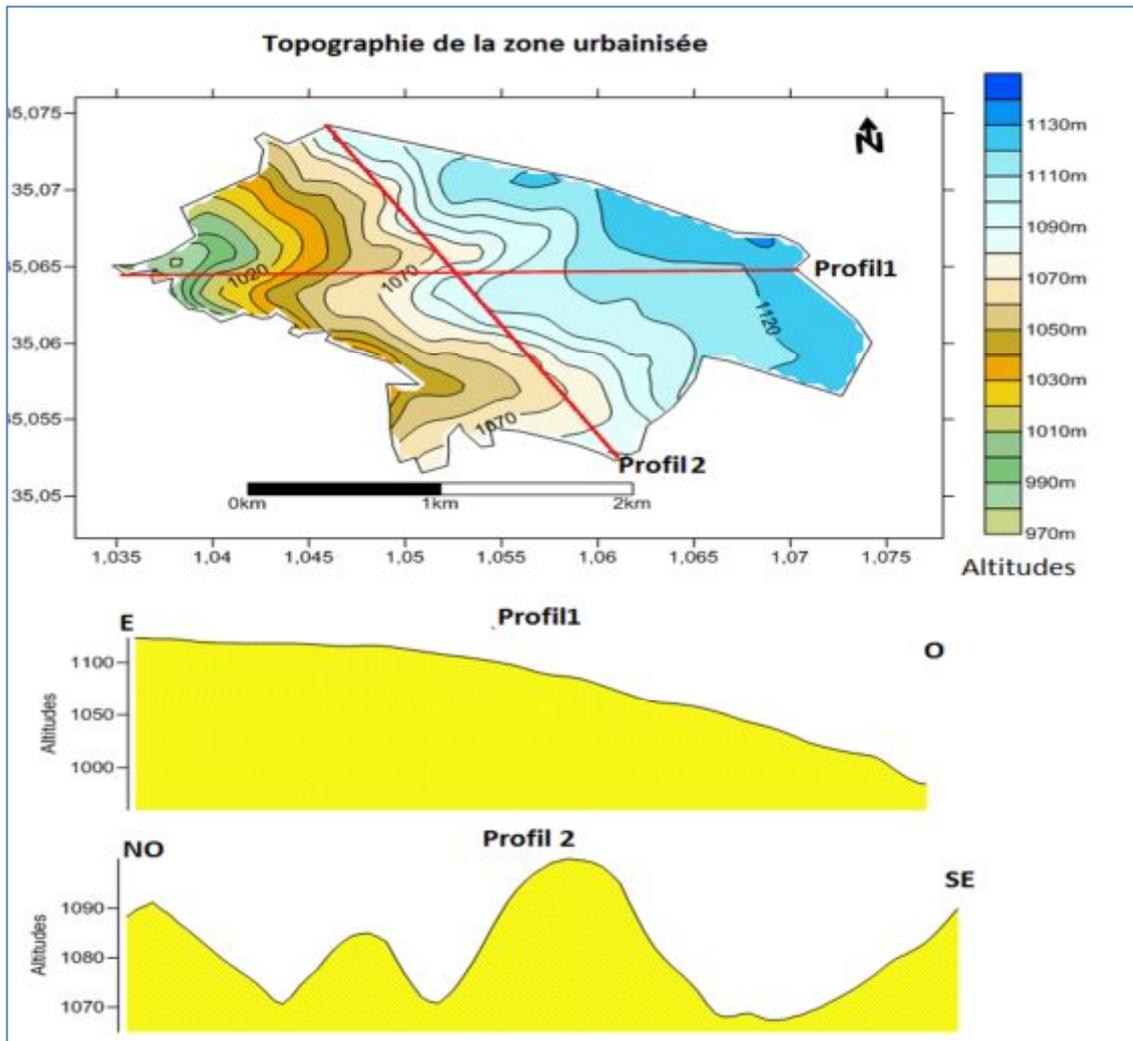
En résumé, la région de Frenda est caractérisée par trois unités bien distinctes :

- La chaîne montagneuse peu peuplée au Nord et au Nord Ouest vers le Sud Est (environ de 5 % de la population totale), le sol y est à majorité stable, sauf sur les fortes pentes ou de nombreux affleurement rocheux apparaissent en l'absence de couvert végétal (Notamment sous l'effet de l'érosion).
- La dépression oued Taht, milieu caractérisé par une topographie plane au nord, et s'élevant légèrement et progressivement jusqu'au sud au contact des piémonts. Les sols sont d'apports alluviaux à forte teneur calcique; les massifs (djebels Anane et Boumaza) se cumulent à plus de 1000 m d'altitude.
- Cette zone est ponctuée par des monticules (Djebel boumia, Djebel Bou Rechoua, Djebel Es Seghir et Djebel El Kebir.)
- La zone colinéaire présentant un aspect tabulaire sous forme de haute plaine à l'Ouest et au Nord-Ouest.

La commune est située à une altitude moyenne de 1000 m NGA environ dans le massif montagneux de Frenda dominant la plaine d'Oued Et Taht. Elle est entourée ; au Nord par l'oued Ferdja, au Sud par l'oued Taht et à l'Ouest par chaabet Oued el Kheir affluent de l'oued Taht.

Elle est divisée par la ligne de crête juxtaposée à la route CW 2 au Nord de la ville séparant le bassin versant de l'oued Taht à celui de la Mina et constituée d'un seul secteur géographique orienté vers l'Oued Taht subdivisée en sous bassins versant.

### 5-1-Topographie de la zone urbaine :



**Figure 30:**Topographie de la zone urbanisée de Frenda. (Tracé par SURFER 11).

D'après la carte topographie (figure 30) limité à la moyenne entre 970et 1130 m.

La carte devisée en deux coté :

- **L'Est** marque par des altitudes supérieures de 1070 m ç-a-dire les grandes valeurs dans cette cote avec des altitudes max (sup 1130 m), avec une pente faible généralement.
- **Ouest** note des altitudes des valeurs inferieur de 1070 m et inversement de côté Est, les basses valeurs dans cette partie (Min 970m), caractérisée par une pente fort.

**Profile 1 :**(Est-Ouest) une variance de l'ordre de 100m partie Est subhorizontale (cote gauche de profile) avec un écartement important le reste présent l'autre partie (ouest) où la pente augmente, variance et l'écartement démunie. Le profil donne une information sur l'écoulement de l'eau se fait de Est vers l'Ouest avec une vitesse lente et vitesse grande de partie Est et Ouest respectivement.

**Profile 2 :**(Nord-Est Sud-Ouest) légère variance ( $\approx 20m$ ) forme entrecroisé causé par leur lignes topographiques devise notre bassin en partie est et Ouest que résulte un petit stockage d'eau en surface (petite marécage) et démunie légèrement l'écoulement au sens Est- Ouest.

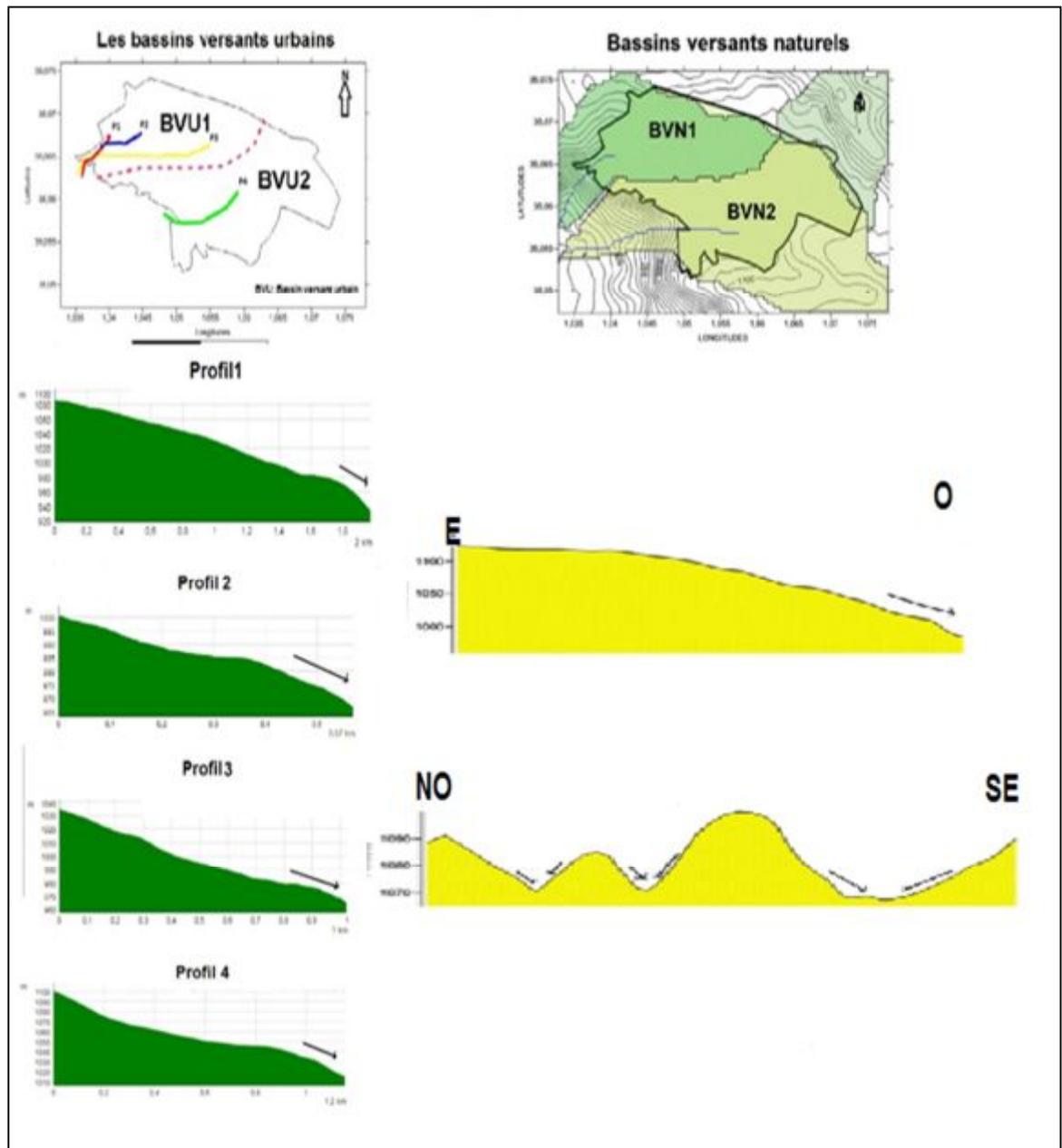
### **5-2-Profile dans les sous bassins naturel et urbains :**

Le schéma suivant montre une comparaison entre le bassin naturel et le bassin urbain où nous constatons que les profils en long ne présentent pas les même « dépressions » toutefois les zone à éviter (ou à urbanisées) sont parfaitement localisées.

Mais si on remarque bien les profils en long des bassins naturels (BV1) et celles des sous bassin urbains (1,2et3) où les flèches sont représentés de la même chaque sous bassin possède son point le plus bas (c'est-à-dire il détermine son cour d'eau principal et donc les zones à risque liées aux inondations). Il y a une concordance entre ces deux bassins.

Cela veut dire qu'il y a une superposition entre les deux réseaux et que le réseau d'assainissement fonctionne de la même façon et dans le même sens que le naturel.

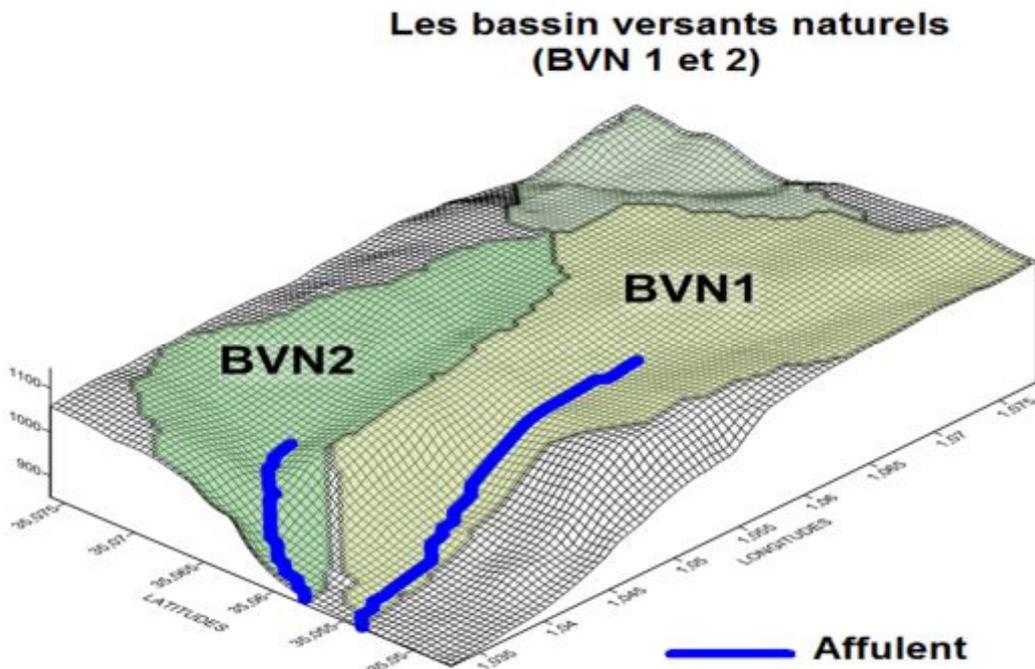
Les profils en long des deux bassins (BVN1 pour le naturel et BVU1 pour le bassin urbain) indiquent la zone la plus inondée qui est situé dans le sud de la ville.



**Figure 31:** Schéma comparatifs des profile en long des deux bassins. (SURFER11)

### 5-3-Pente et sens d'écoulement du bassin naturel :

La tendance général des écoulements (superficiel pour le bassin naturel et assainissement pour urbain) dans les deux bassins suit une direction globale sud. (Voir schéma ci-dessous)



**Figure 32:** Bloc diagramme répartition d'affluent de bassins versant naturels. (Tracé par SURFER 11).

### 6-Gestion des eaux pluviales dans la ville de Frenda :

La gestion des eaux pluviales est devenue un projet aménagement pour tous endroits touchés par les crues. Dans notre cas la ville de Frenda souffre chaque année par ce problème dont le changement climatique est la cause principale de ce dernier.

Les cités suivantes montent un aperçu sur les zones fortement inondables dans la ville où la plupart occupent le Sud de la ville.

- Le lotissement des 220 lots.
- Le lotissement des 184 lots.
- La cité EN NASR.
- La cité 8 Mai 1945.

Les cités suivantes montent un aperçu sur les zones moyennement inondable où la plupart occupent le Nord de la ville :

- La cité HATTAB Ahmed.
- La cité Emir Abdelkader.
- La cité la CARRIERE.

- Une partie de l'ancienne ville.
- Le lotissement des amandiers.
- Le lotissement près du cimetière chrétien.
- Une partie de l'ancienne ville.
- Le lotissement longeant la RN 14.
- La nouvelle cité en bas de la zone d'activité.
- La cité INTIFADHA

L'étude des paramètres morpho métrique du terrain à partir de la réalisation du SIG donne les caractéristiques suivant :

Il est signalé que les collecteurs principaux existant ne sont pas définis en rapport avec l'importance du secteur à assainir soit insuffisant de point de vue capacité de transport soit plus grand.

Les pentes sont de type moyennes à fortes et le sens d'écoulement se dirige du Nord vers le Sud de la ville.

La topographie du terrain présente un relief diversifié et peu accidenté dont l'altitude est supérieure à 1100m.

Le nombre de regards visités a concerné uniquement ceux qui sont accessibles non goudronné ou fermé avec dalle en béton.

Il est aussi indiqué les dysfonctionnements du à l'absence de curage par l'introduction des détritrus dans les regards et avaloirs et la non-conformité de la réalisation selon les normes. Ces contraintes empêchent le libre écoulement des eaux dans la canalisation.

Il est noté en temps pluvieux, le ruissellement provoque des inondations des rues surtout dans la partie basse de la ville en plus un charriage de sable obstruant les avaloirs et rendant la circulation difficile.

Quelques branches se trouvent sous les constructions de l'ancienne ville.

Le réseau de canalisation existant est composé en différent matériaux et diamètres, du diamètre 300 au 800 mm (Amiante ciment et béton).

Les grands collecteurs sont réalisés en section rectangulaire (Radier, dalle en béton armé et piédroit en maçonnerie de pierre. On cite la galerie principale « de Chaabet Arbia » une deuxième galerie « La Carrière » et une troisième pour la collecte des eaux usées de zone Sud.



**Figure 33:** Réseau d'évacuateurs principaux.(tracè par google Earth)

**Tableau 13:** Aperçu longueur d'évacuateurs principaux. (Par Map info)

	BVU1			BVU2
longueur d'évacuateurs	P1 (km)	P2 (km)	P3 (km)	P4 (km)
	0.756	1.098	1.953	1.189

### 6-1-Rejets :

Les cours d'eau principaux des eaux urbaines de la ville, sont les galeries qui traversent la ville au centre et au Sud.

Les principaux rejets sont les suivants :

- **Rejet Oued el kheir**

Ce rejet unifie deux (02) principales galeries (chaabet arbia et celle qui vient en parallèle) traversant la ville en plein centre dans sa partie Nord et rejoint le rejet centre-ville au Sud de la ville.

- **Rejet centre-ville**

Le rejet du centre-ville suit l'axe de l'ancienne ville, contourne la Mosquée face à l'APC et aboutit à Oued el kheir.

- **Rejet Oued sidi yahia**

Ce rejet collecte toutes les branches se trouvant au Sud de la RN 14 en amont de la bifurcation (Frenda-Tiaret-Medrissa) via la galerie Sud de la ville en direction de l'oued sidi yahia.

Ces rejets ne sont pas encore raccordés entre eux et déversent les eaux urbaines dans la nature.

### **6-2-Environnement :**

En absence d'une station d'épuration les eaux usées la ville de Frenda les déversent dans la nature constituant d'éventuels risques. On signale que pour la prise en charge de ce problème une station d'épuration est projetée et le lancement des travaux est proche.

**ARRARIA .H (2013)**

### **7-La tendance générale de développement de la ville :**

L'amélioration du cadre de vie et la protection de l'environnement passe par le changement de comportement. Toutes les actions destinées à l'amélioration du système d'assainissement et de drainage ne pourront être efficace dans le contexte actuel que si elles s'accompagnent d'une réglementation stricte destinée à instaurer une prise de conscience. Cette prise de conscience doit être individuelle et collective de la part des populations quant aux nuisances qu'engendrent, l'obstruction volontaire des conduits d'eaux pluviales, les avaloirs, des constructions anarchiques, l'annexion des ouvrages d'assainissement et de drainage dans les modifications de maison, et l'obstruction des ouvrages d'assainissement par des déchets solides.

Le concept de développement urbain consiste à donner un cadre développement communal pour les deux à quinze prochaines années.

Le plan d'urbanisation est en général un compromis entre diverses exigences d'utilisation et des surfaces potentielles disponible. Il s'agit dans ce cas de grées les conditions types pour une ville fonctionnelle.

Pour éviter le problème d'inondation au moment où la ville a connu une croissance démographique rapide et cause une forte pression anthropique, il faut que cette agglomération assure son axe de développement dans le sens Sud de la ville.

Les points de départ du concept global sont les problèmes et besoins d'action exposés dans les plans directeurs de district, des besoins à long terme et pour toute la ville,

viennent de les compléter et les élargir donc le concept de développement urbain exige une mise en œuvre cohérente dans les plans et les projets futurs.

### **8-Propositions pour l'amélioration du réseau :**

- **Pour le réseau Nord :**

- Le réseau Nord-Ouest il faut que renforcer par un collecteur principal ceinturant le quartier au Nord et à l'Ouest en empruntant la route de Mechraa-sfa et finira sur la galerie Nord.

- Un deuxième collecteur à projeter dans la voie parallèle à la clôture du cimetière

- La reprise de toutes les branches en contre pente.

- La reprise de toutes les branches dont la profondeur est faible.

- **Pour le réseau centre:**

- Après vérification hydraulique tous les diamètres insuffisants du point de vue capacité seront changés (dans la seconde phase après délimitation des bassins versant et calcul des débits en système unitaire). L'avantage dans cette zone centrale, les réseaux sont structurés par de gros collecteurs (galerie) ou ont tous raccordés dessus.

- La reprise de toutes les branches dont la profondeur est faible.

- **Pour le réseau Sud :**

- Le réseau Sud il faut qu'améliorer par la projection d'un collecteur principal à installer dans la nouvelle voie séparant le lotissement 220 des 184 lots et aboutira sur la galerie Sud.

- L'élimination et correction de plusieurs branches qui traversent des terrains libres.

- Le raccordement de certaines branches sur le collecteur 1200 mm.

- Le renforcement du lotissement près du cimetière israélite par un collecteur principal et prendra en charge la partie avale et se jettera dans la galerie Sud.

- Le collecteur 1200 mm longeant la route de Medrissa sera maintenu pour le drainage de l'eau du bassin versant extérieur à la ville seulement une petite partie des eaux usées sera garder dans ce réseau.

- La reprise de toutes les branches dont la profondeur est faible.

**Conclusion :**

La ville de Freneda de par sa topographie, les conditions pluviométriques et pédologiques est prédisposées à l'aléa inondation. Dans ce sens, notre travail représenté par la cartographie de l'aléa inondation par approche de modélisation hydraulique dans la ville de Freneda, propose aux décideurs qui ne sont pas toujours spécialistes une vision claire et simple afin de comparer les différents projets et scénarios d'aménagement susceptibles à être réalisés et fournit un document de base aux autres planificateurs. Par conséquence, il met en œuvre une méthodologie consistante et validée de gestion intégré du risque inondation.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Ce travail s'intéresse à effectuer une comparaison entre le réseau hydrographique naturel et le réseau hydrographique urbain de la ville de Freneda.

L'objectif de cette étude est le fonctionnement simultané des réseaux l'un viaire et l'autre naturel, qui est une étape préalable à toute modélisation hydrologique. Pour ceci, une analyse hydrologique développée a été utilisée. Cette analyse utilise les banques de données urbaines disponibles en ville pour l'élaboration d'une description détaillée du milieu urbain du point de vue hydrologique. Adoptant une approche par objet, l'analyse hydrologique utilise les outils SIG pour le stockage, la gestion et l'analyse spatiale d'objets géographiques constituant le milieu urbain, permettant ainsi l'intégration de la variabilité spatiale des données et l'amélioration de la connaissance des processus hydrauliques.

La difficulté dans ce travail a été justement la collecte et la mise en place des données nécessaires à chaque partie du SIG.

La première collecte de données a été la construction de la matrice principale représentant les données topographiques de la région, matrice qui servira de support pour les deux réseaux (urbain et naturel).

Ce que nous avons introduit dans la confection de nos documents c'est la fiabilité des données géographiques obtenues grâce au réseau internet (Google earth et 3D Builder notamment) et l'utilisation simultanée de toute une batterie de logiciels (Excel, MapInfo, surfer11, ect)

Avec cette approche nous nous sommes appuyés sur les informations et les études fournies par les ingénieurs et spécialistes du domaine qui nous ont fournis une précieuse aide pour notre travail, comme les services de l'hydraulique ou ceux des différents bureaux d'étude (URBATIA notamment)

Cette façon de « voir » pourrait améliorer (pour ceux qui sont dans le même domaine) d'appréhender nouvellement les choses.

L'utilisation des nouvelles technologies nous oblige à changer notre façon d'aborder les problèmes posés par les développements sociaux-économiques.

La théorie sur les changements climatiques n'a été mise en place que grâce justement à ces nouvelles technologies (le satellite surtout).

L'enrichissement des bases de données mondiales et la conception de nouveaux logiciels de plus en plus performants ont permis d'améliorer considérablement la fiabilité des résultats.

En effet, les traitements de plusieurs couches thématiques relatives à une même région et en un temps record ne peuvent aboutir sans ces nouvelles technologies.

A l'instar des autres régions d'Algérie, la région de Frenda subit directement ou indirectement les aléas du développement social, agro-industriel et démographique effréné ces dernières décennies.

Les répercussions de ce développement (non contrôlé la plupart du temps) sont vécues quotidiennement par les populations locales.

Avec cette « façon de voir » nous espérons avoir contribué un tant soit peu à fournir une possibilité d'aborder les SIG, où les premiers bénéficiaires sont, sans aucun doute les différents utilisateurs de ces études et les décideurs en matière de développement socio-économiques.

## **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

- 1) ABBES. Z et YAAKOUB. N (2015) : Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Frenda, Mémoire de fin d'études, Université d'Ibn Khaldoun, Tiaret.
- 2) ARRARIA .H (2013) : Etude du schéma d'assainissement de Frenda.
- 3) AZZAZ RAHMANI. F (2007): Mémoire de fin d'études d'assainissement, conception et gestion des réseaux d'assainissement de la ville de Theneit el had (w. Tissemsilt), ENSH.
- 4) BENICHOU. P et LE BRETON. (1987) : Prise en compte de la topographie pour la cartographie des champs pluviométriques statistiques: la méthode Aurelhy. Agro météorologie des régions de moyennes montagnes. Coil. I.N.RA.N°39, Paris, pp.51-68.
- 5) BETHIER. E (1992) : Contribution a une modélisation hydrologique à base physique en milieu urbain.
- 6) BOUCHENTOUF. Khaled Magister 1994-Chelf (bibliothèque SNV).
- 7) BREMOND. J (2007) : Le cycle de l'eau. ; Cours d'hydrogéologie, MI SVT 2006- 2007. BRUNET-MORET Y., (1971) Etude de l'homogénéité de séries chronologiques de précipitations annuelles par la méthode des doubles masses. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Hydrol., vol. VIII, n°4, 31 p.
- 8) CATE. (2000) : L'eau en Algérie: le grand défi de demain. Journée: rencontre-débats 5 Mars 2000.
- 9) CHOCAT. B (1997) : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement, Lavoisier, 1997.
- 10) DERBEL. M et ADJIL. M (2005) : Gestion d'eaux dans la région de Frenda wilaya de Tiaret, Université d'Oran, p : 9.
- 11) DIREN. L (2006) : Cahier des charges pour la gestion des eaux pluvial dans les projets d'aménagement.
- 12) FAO. (2014) : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture 28 Janvier 2014
- 13) GLEICK P. H. (1996): Water resources in Encyclopedia of Climate and Weather, ed. By S. H. Schneider. Oxford University, New York, vol. 2, pp817-823
- 14) GOMELLA.C et GUERREE. H :(1986).Guide d'assainissement dans les agglomérations urbain et rurales (tome 1°) ; EYROLLES ; Paris.

- 15) GRIMMOND. C et OKE. T(1991): An evapotranspiration-interception model for urban areas. *WaterResources Research*, Vol. 27, n°7. 1739-1755 pp.
- 16) HAMENNI. N (2011) : Etude des ressources en eau bassin versant de la Soummam par l'utilisation SIG.
- 17) HOLLIS.G.E.et OVENDEN. J (1988): The quantity of stormwater runoff from ten stretches of road, a car park and eight roofs in Hertfordshire, England during 1983. *Hydrological processes*, Vol. 2. 227-243pp.
- 18) HPO. (1996) : Entreprise Nationale des Projets Hydrauliques de l'Ouest (HPO) de la commune de Freneda. Version 1996.
- 19) HUBERT. P et BENDJOUDI. H (1996) : Introduction à l'étude des longues sériespluviométriques. X I ; emes Journées hydrologiques de l'Orstom, Montpellier,10-11 oct. 16 p.
- 20) JOANNIS. C et BELHADJ. N (1993): Rainfall induced infiltration into sewer systems. 6th International Conference on Urban Storm Drainage, Vol. II, Niagara Falls, Ontario, Canada. 1988-1993 pp.
- 21) KHELFAOUI. F et ZOUINI D. (2010) : Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf-Saf (wilaya de Skikda, Nord-Est Algérien). *Revue « Nature et Technologie »*. N° 03/Juin. p.50-56.
- 22) MEBARKI. A (2005) : Hydrologie des bassins de l'est Algérien : ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de doctorat d'étai 360 p.
- 23) MENDIETA. C (2005) : L'économie des ressources en eau : de l'initialisation des externalités à la gestion intégrée, l'exemple du bassin versant de l'Audomarois. Thèse de Docteur en sciences économiques, 345 p.
- 24) MUSY. A (2005) : Cours d'hydrologie générale. Chapitres I et 2.
- 25) NOUAR. B (2015) : Contribution à l'étude de la diversité floristique et biogéographique des matorrals selon un gradient altitudinal des monts de Tiaret, Mémoire de Magister,
- 26) RODRIGURZ. F (1999) : Intérêt des banques de données urbaines pour l'hydrologie détermination des fonctions de transfert de bassin versant urbain.
- 27) SERGE. T (1997) : Bassin versant. *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*, Lavoisier, pp.116, 1997, technique et documentation.

**28)** TOUAZI. M (2001) : Evaluation des ressources en eau et acquisition de bases de données à références spatiale et temporelle en Algérie du Nord, Thèse de doctorat, Université de Nice-Sophia Antipolis, 300 p.

# **Annexes**

**Annexe 01 : Les données climatiques de la Station d'Ain Bouchekif (1991-2016).**

<b>Année</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Déc</b>	<b>Jan</b>	<b>Fév</b>	<b>Mar</b>	<b>Avri</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juill</b>	<b>Aout</b>
<b>1991</b>	19.6	70.7	12.5	13.9	29.7	40.8	199	12.8	24.3	7.5	8	13
<b>1992</b>	13.1	20.2	20.3	30.8	22.8	18.9	48.6	50.9	58.3	11.2	18.3	4.5
<b>1993</b>	30.6	11	27.8	33.8	1.5	30.3	23.2	35.7	59	13.5	4	13.7
<b>1994</b>	177.9	88.5	13.5	10.3	29.5	32.5	2.9	23	8.2	8.5	2.2	6.2
<b>1995</b>	26.5	20.4	22.8	43.1	49.9	12.9	63.5	20.5	3.4	22.5	1.5	5.3
<b>1996</b>	10.8	15.3	6.7	43.2	59.9	128.1	41.5	63.5	26.1	23.3	29.6	9.7
<b>1997</b>	87	32.8	105.8	38	55.5	7	2	130	30	8.9	1.9	52.8
<b>1998</b>	12.5	7.7	8.8	29.8	25.7	29.2	17.2	50.4	65.9	1.5	1.9	3.9
<b>1999</b>	31.7	55.6	25.3	78.7	56.5	22.1	67	4.5	11.5	8.5	0.3	13.8
<b>2000</b>	15.5	21.7	61.6	55.4	0.5	2.5	39	22.4	22	11	0.6	2.1
<b>2001</b>	46.5	19.6	25.1	38.6	96.3	33.2	5.1	33.6	12.4	6.1	1	5.6
<b>2002</b>	0.7	15.2	60.5	28.3	56	14.8	17.9	39.3	49.4	8.1	0.9	30.6
<b>2003</b>	24	85.2	68	69.9	58.2	59.7	6.3	50	12.6	14.3	2.1	26.4
<b>2004</b>	34	35.6	19.4	63.6	11.7	38	17.3	39.1	66.2	19	5.8	10.4
<b>2005</b>	25.6	49	54.5	23.3	15.7	29.4	41.8	7.1	1.6	18.7	5.6	1.5
<b>2006</b>	10.3	12.3	6.4	45.8	63.2	61.2	14.2	40.4	75.2	2.4	4.2	23.8
<b>2007</b>	25.7	50.7	38.9	5.9	21.1	56.5	41.3	91.7	15.5	18.5	5.1	7.8
<b>2008</b>	32.5	78.9	51.3	78.8	20.2	29.9	26.9	12.3	62.3	13.4	10.6	1.9
<b>2009</b>	80.4	12.4	50	81.3	100	32.5	80.4	79.5	21.1	6.9	1.3	4.9
<b>2010</b>	6.5	47.6	54	21.4	57.5	138.6	66.5	14.6	44.1	5.8	0.2	35.3
<b>2011</b>	0.5	38.4	75.2	10	42.4	73.5	26.9	41.6	44.2	32	3.1	0.2
<b>2012</b>	10.9	52.3	99.5	19.7	11.7	48.7	54.9	89.6	16.2	10.9	0.7	5.2
<b>2013</b>	8.6	0.2	67.3	57.5	88.4	70.6	89.8	96.2	43.6	9.1	7.4	7.3
<b>2014</b>	10.1	10.5	9	12.6	11.6	25.9	6.8	12.9	39	30.5	9	1.9
<b>2015</b>	3.7	32	23	6.8	31.8	1.65	10	5.8	11.5	8.9	3.5	5
<b>2016</b>	5.1	20.6	10.3	15	85.1	15.3	7.5	10.6	7.4	23	0.9	1.5

Paramètres	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Ma i	Juin	Juill	Aout	Total	Moy
<b>P Moy Mensuelles en (mm)</b>	27.60	36.18	40.7	37.9	44.09	42.15	37.50	43.12	33.2	13.01	5.17	11.78	372.44	31.03
<b>T Moy Mensuelles en(°c)</b>	23.3	18.4	11.5	7.7	8.1	9.4	12.7	15.9	22.5	26	30.2	29.5	215.2	17.9
<b>Humidité en(%)</b>	53	62	72	77	79	77	67	64	58	44	36	39	728	60.67
<b>Evaporation en (mm)</b>	54	38	21	15	18	18	25	29	43	64	96	88	509	42.42

**Annexe 02 : présentation des logiciels utilisés en SIG.**

Logiciel	FONCTIONS
<b>Google Earth</b>	Saisie de l'image Raster, des coordonnées géographiques sur fichier du type Kml en vue de leur utilisation sur Mapinfo.
<b>3D Builder</b>	Acquisition des altitudes correspondant aux coordonnées géographiques prises sur Google Earth avec récupération des altitudes. (utilisation sur SURFER)
<b>Excel</b>	Saisie de données et graphique 2D. (profils et graphes)
<b>Surfer</b>	Saisie de données et établissement de carte en 2D, et 3D (blocs diagramme).
<b>Mapinfo</b>	Cartographie en SIG, carte thématique, analyse des tendances calage des images raster avec une grande précision grâce aux données prélevée sur Google Earth.
<b>Paint</b>	Finalisation des graphiques, des photos, etc.

**Annexe 03:** Quelques scènes d'inondations de 25 mai 2018 dans la ville de Frenda. .  
(Source BOUZIANE Mustapha)



Photo 1: La cité 8 Mai 1945.



Photo 2: La cité EN NASR.



Photo 3: La cité 8 Mai 1945.



Photo 4: La cité 8 Mai 1945



Photo 5: Le lotissement des 220 lots.



Photo 6: La cité EN NASR.



**Photo 1** :Rénovation de la Galerie Chaabet Arbia.



**Photo 2** : Exutoire du collecteur de la galerie d'évacuation.

## Résumé :

La gestion des ressources en eau revêt une grande importance dans les pays méditerranéens, arides et semi-aride. Parmi les techniques récentes de gestion des ressources en eau, l'imagerie satellitaire apparaît comme l'une des plus adaptées.

L'utilisation des systèmes d'informatique géographique par les collectivités locales, pour l'exploitation des banques de données urbaines, a connu ces dernières années un essor considérable. Ce travail est consacré à l'exploitation des banques de données urbaines de la ville de Freneda dans le cadre d'une étude générale de son système d'assainissement où une analyse hydrologique basée sur ces informations géographiques a permis de déterminer le chemin de l'eau pluviale depuis chaque parcelle cadastrale jusqu'à un exutoire donné.

Les résultats ainsi obtenus fournissent des informations détaillées sur les caractéristiques hydrologiques de la ville, et constituent une base solide pour mener à bien un diagnostic et une simulation des réseaux d'assainissement à l'aide de modèles hydrologiques.

Ces modèles hydrologiques serviraient au calage des plans prévisionnels de développement de la ville par un alignement des bassins versants urbains et naturels et éviter ainsi (ou du moins minimiser les aléas des risques naturels, inondations et autres)

**Mots clés :** bassin versant naturel, bassin versant urbain, réseau d'assainissement pluvial, système d'information géographique, la ville de Freneda.

## ملخص:

تسيير الموارد المائية يمثل أهمية كبيرة لبلدان البحر المتوسط الجافة و النصف جافة و من بين التقنيات الحديثة لتسيير الموارد المائية الصور بالأقمار الصناعية.

ان استعمال انظمة الاعلام الجيوغرافي من طرف التجمعات المحلية من اجل استغلال المعطيات الحضارية شهدت في السنين الماضية تطورا ملحوظا.

هذا العمل موجه لاستغلال المعطيات الحضارية لمدينة فرنده في اطار دراسة تامة لنظام صرفها الصحي حيث الدراسة الهيدرولوجية ترتكز على هاته المعلومات الجيوغرافية التي تسمح بمعرفة مسار مياه الامطار من المساحة المعمارية الى مكان الصرف المحدد.

النتائج المحصل عليها تعطي معلومات دقيقة على الخصائص الهيدرولوجية لمدينة فرنده و يمثل قاعدة اساسية لتشخيص نظام الصرف الصحي لمياه الامطار.

هذه النماذج الهيد و جيولوجية تساعد في وضع مخططات تنبويه لتطوير المدينة بواسطة رصد الأحواض الحضارية والطبيعية وتجنب أيضا أو على الأقل تقليل التعرض للأخطار الطبيعية، الفيضانات أو غيرها.

**كلمات مفتاحية:** حوض ساكب طبيعي، حوض ساكب حضري، شبكة صرف مياه الامطار، انظمة الاعلام الجيوغرافي، مدينة فرنده.

