



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
Centre Universitaire SALHI Ahmed de Naâma



Institut des Sciences et Technologies

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de
Master Académique en Sciences Agronomiques

Spécialité « Agro-pastoralisme »

Thème

**Apport d'un Système Informatique Géographique (S.I.G) dans la
gestion des ressources en eaux dans une zone pastorale. Cas la
Commune de Sfissifa (Sud-Est de Naâma)**

Présentées par: M^{elle}Bessas Imane.

M^{me}Bourahla Messaouda.

Devant le jury:

Président :	Dr. FERRAH Nacer	M.C.A	C. Univ. Naâma
Encadreur :	Dr. DERDOUR Abdessamed	M.C.B	C. Univ. Naâma
Examineur :	Dr. GUERINE Lakhdar	M.C.B	C. Univ. Naâma

Année Universitaire : 2019/2020

« Remerciement »

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout Puissant pour nous avoir accordé le courage, la force et la patience de mener à bien ce modeste travail.

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Dr. **Derdour Abdessamed**, qui nous toujours accueilli à bras ouverts et à tout moment, qui a suivi et dirigé notre travail, et mes profondes reconnaissances pour tous les efforts qui ont été déployés pour ce sujet, ainsi que de sa compréhension et sa patience.*

*Nous remerciments s'adressent également à Dr. **Ferrah Nacer**, qui a bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire, ainsi que pour son soutien.*

*Nous remercions Dr. **Guerine Lakhdar** chef département des Sciences de la Nature et de la Vie au centre universitaire de Naama, pour avoir bien voulu participer à examiner ce travail.*

*Nous remerciments spéciaux les Hautes Commissariat de développement de la steppe et surtout Monsieur **Mebarki Ahmed** et Madame **Bouhafis Souhila**.*

A toute les enseignants et le personnel de centre universitaire Salhi Ahmed contribué de près ou loin à la réalisation de travail.

« **IMANE, Messaouda** »

« Dédicace »

A mes parents adorés

Qui ont été toujours à mes cotés

Et que dieu les protège et le garde pour nous.

A mon adorable frère Abdelkader et la femme de mon frère

Mon neveu cher à mon cœur Mohamed Abdelmoiz

A mes sœurs à mon cœur Zineb

A mes frères Zakaria et Sid Ahmed

A toute la famille, et surtout Nadjat

A mes amies

Messaouda, Fadila, Fethia, Zineb

A mes collègues de promotion 2019

A tous ceux que j'aime.

Je tiens à dédier ce modeste travail

« Imane »

« *Dédicace* »

A mes parents

A mes frères et sœurs

*A mon mari et à ma fille Ammani fatima zohra et mes
enfants Abdellah, Med Larbi et Yahia*

A tous la famille Bourahla et Seghier

A tous mes amis

« *Messaouda Bourahla* »

Listes des Figures

Figure 01	Carte de localisation de la région d'étude	3
Figure 02	Retenue collinaire « Nsannis, Sfissifa »(Cliché : Derdour, 2019)	6
Figure 03	Barrage « Ouzaght » (cliché Bessas et Bourahla,2019)	7
Figure 04	Climat gramme d'Emberger	11
Figure 05	Abaque de P. Verdeil(1988) calcul du déficit d'écoulement en Algérie	13
Figure 06	Fonctionnement de base d'un SIG	15
Figure 07	Interface (ArcMap, ArcCatalog)	18
Figure 08	Carte del'altitude de la commune de Sfissifa	31
Figure 9	Carte de la Pente de la commune de Sfissifa	31
Figure 10	Carte de réseau hydrographique de la commune de Sfissifa	32
Figure 11	Carte de localisation des puits à travers la commune de Sfissifa	33
Figure 12	Carte de localisation des Forages de la commune de Sfissifa	34
Figure 13	Carte de localisation des sources	34
Figure 14	Carte de localisation des retenues collinaires de la commune de Sfissifa	35
Figure15	Carte thématique finale des distanciations des points	37

Liste des Tableaux

Tableau 01	Caractéristique de la station météorologique d’Ain Sefra	8
Tableau 02	Précipitations moyennes mensuelles à station météorologique d’Ain Sefra	9
Tableau 03	les températures moyennes mensuelles en degré Celsius (°C) de la station d’Ain Sefra	10
Tableau 04	Inventaire des données et mode d’acquisition	24
Tableau 05	Inventaire des puits pastoraux de la commune de Sfissifa2019	25
Tableau 06	Inventaire des forages de la commune de sfissifa2019.	26
Tableau 07	Inventaire des sources la commune de sfissifa31/12/2019	26
Tableau 08	Inventaire des retenues collinaires la commune de Sfissifa 2019	27
Tableau 09	Inventaire du cheptel à travers la Wilaya de Naama	28
Tableau 10	Estimation des besoins en eaux de cheptel au niveau de la commune de Sfissifa	38
Tableau 11	Quantité globale mobilisés	38

Table des Matières

Introduction générale	1	
<i>I. Chapitre 01 : présentation de la région</i>		
I.1	Situation géographique du secteur d'étude	2
I.2	Sol	3
I.3	Reliefs	4
I.4	Géologie	4
I.5	Ressources hydriques	5
I.5.1	Ressources hydriques superficielles	5
I.5.2	Ressources hydriques souterraines	7
I.6	Facteurs climatiques	8
I.6.1	Introduction	8
I.6.2	Etude Climatique	8
I.6.3	L'irrégularité des précipitations	8
I.6.4	Gelée Blanche	10
I.6.5	Les températures moyennes mensuelles	10
I.6.6	Synthèse climatiques	10
I.6.6.1	Indice climatique d'Emberger	11
I.6.6.2	Indice climatique d'aridité de Stewart	12
I.6.6.3	indice d'aridité De Martonne	12
I.6.7	Déficit d'écoulement	13
I.6.7.1	Méthode de Verdeil	13
<i>II. Chapitre 02 : Système d'Information Géographique</i>		
II.1	Introduction	14
II.2	Historique	14
II.3	Présentation	15
II.4	Composants d'un SIG	14
II.4.1	Matériel	16
II.4.2	Données	16
II.4.3	Utilisateurs	16
II.4.4	Logiciels	17
II.4.4.1	Présentation du logiciel ArcGIS	17

II.4.4.2	Présentation de l'ARC –CATALOG	17
II.4.4.3	Présentation d'ARC-MAP	18
II.4.4.4	Présentation d'ARC-TOOLBOX	18
II.5	Les principales Fonctions des SIG	19
II.5.1	Saisie	19
II.5.2	Manipulations	19
II.5.3	Gestion	19
II.5.4	Analyse spatiale	20
II.5.5	Visualisation	20
II.6	Acquisition des données	20
II.6.1	Mode vecteur	20
II.6.2	Mode raster	20
II.7	Objectifs des SIG	21
II.8	Quelque domaine d'application des SIG	21

III. Chapitre 03 : Matériels et Méthodes

III.1	Collecte de données	23
III.2	Logiciel utilisé	23
III.3	Les composants Thématiques de géotadabase	24
III.4	Les bases de données	24
III.4.1	Les Ressources en Eau souterraines	24
III.4.1 .1	Les puits pastoraux	24
III.4.1.2	Les Forages pastoraux	25
III.4.1.3	Les sources	26
III.4.2	Les ressources en eaux superficielles	27
III.4.2.1	Inventaire des Retenues collinaires	27
III.4.3	Inventaire des éleveurs	28
III.4.3.1	Inventaire du cheptels	28
III.4.4	Les besoins en eaux pastorale	29

IV. Chapitre 04 : Résultats et discussion

IV.1	Paramètres morphologiques	30
IV.1.1	L'altitude	30

IV.1.2	Les pentes	30
IV.1.3	Réseau Hydrographique	32
IV.2	Répartition des points d'eaux	33
IV.2.1	Répartition des puits pastoraux	33
IV.2.2	Répartition des Forages pastoraux	33
IV.2.3	Répartition de sources pastorales	33
IV.2.4	Répartition des retenues collinaires	35
IV.3	La variable proximité d'une ressource en eaux	36
IV.4	Estimations des besoins en eaux du cheptel	36
	Conclusion générale	39
	Références bibliographiques	

Résumé :

L'espace steppique est un ensemble géographique bien distinct par rapport aux autres régions du pays. Par sa situation intermédiaire entre la zone tellienne et le Sahara, cet espace est caractérisé par une contrainte naturelle majeure qui est celle de l'aridité. En conséquence, l'eau est un élément rare, précieux et sujet de convoitise entre plusieurs secteurs dont l'élevage (principale activité de la région), l'agriculture, sans oublier les besoins domestiques d'une population en constante augmentation. L'étude présente a pour objet d'essayer de développer un outil d'aide à la prise de décisions et à la simulation de la gestion des ressources d'eaux sous forme d'un système d'information géographique (SIG) dans la région pastorale de Sfissifa. Les résultats montrent que les ouvrages hydrauliques à usage pastoral sont surtout concentrés au centre de la commune de Sfissifa, dans une bande NW-SE, où la densité des points d'eau pastoraux diminuant vers le nord de la commune. Les besoins quotidiens en eau de bétail ont été évalués à 425943.32 m³/an. Le volume totale des ressources en eau est de 1,094,228.4 m³/an. Par ailleurs, du volume d'eau estimé, environ 946535 m³ (86.5 %) proviennent des eaux de surface et 147693 de m³. Par comparaison des besoins/ressources, dans la région d'étude, on remarque que la quantité d'eau est largement suffisante pour satisfaire les besoins du cheptel.

Mot-clés : Sfissifa, Eau, Pastorale, Steppique. SIG

تعد مساحة السهوب منطقة جغرافية مميزة جدًا مقارنة بالمناطق الأخرى في البلاد. من خلال موقعها الوسيط بين منطقة التل والصحراء ، تتميز هذه المساحة بقيد طبيعي رئيسي ، وهو الجفاف. ونتيجة لذلك ، تعتبر المياه عنصرًا نادرًا وقيمًا وموضوعًا للطمع بين عدة قطاعات بما في ذلك الثروة الحيوانية (النشاط الرئيسي في المنطقة) والزراعة ، ناهيك عن الاحتياجات المنزلية للسكان الذين يتزايدون باستمرار. الغرض من هذه الدراسة هو محاولة تطوير أداة للمساعدة باستخدام نظام محاكاة إدارة الموارد المائية في شكل نظام المعلومات الجغرافية في المنطقة الرعوية بالصفيفة وأظهرت النتائج أن منابع المائية للاستخدام الرعوي تتركز بشكل رئيسي في وسط بلدية الصفيفة ، في نطاق شمال غرب جنوب شرقي ، حيث تقل كثافة نقاط المياه الرعوية باتجاه شمال البلدية. وقدرت الاحتياجات المائية اليومية للماشية بنحو 425,943.32 متر مكعب / سنة. الحجم الإجمالي للموارد المائية هو 1,094,228.4 متر مكعب / سنة. علاوة على ذلك ، من حجم المياه المقدر ، يأتي حوالي 946,535 متر مكعب (86.5٪) من المياه السطحية و 147,693 متر مكعب من خلال مقارنة الاحتياجات / الموارد ، في منطقة الدراسة ، نلاحظ أن كمية المياه كافية إلى حد كبير لتلبية احتياجات الثروة الحيوانية.

كلمات مفتاحية: الصفيفة / الماء / الرعوي / السهوب / GIS /

ABSTRACT

The **steppe** space is a very distinct geographical area compared to other regions of the country. Through its intermediate location between the Tell zone and the Sahara, this space is characterized by a major natural constraint, which is that of aridity. As a result, water is a rare, precious element and a subject of covetousness between several sectors including livestock (the main activity in the region), agriculture, not to mention the domestic needs of a constantly growing population. The purpose of the present study is to try to develop a tool to help decision-making and the simulation of water resources management in the form of a geographic information system (GIS) in the pastoral region of Sfissifa.

The results show that the water points for pastoral use are mainly concentrated in the center of the municipality of Sfissifa, in a NW-SE band, where the density of pastoral water points decreases towards the north of the municipality. The daily water needs of livestock have been estimated at 425,943.32 m³ / year. The total volume of water resources is 1,094,228.4 m³ / year. Moreover, of the estimated water volume, approximately 946,535 m³ (86.5%) comes from surface water and 147,693 m³. By comparison of needs / resources, in the study region, we note that the quantity of water is largely sufficient to meet the needs of livestock.

Keywords: Sfissifa, Water, Pastoral, Steppique. GIS

Introduction Générale



Introduction

Ces dernières années, les ressources en eau sont sous fortes pressions. Les populations augmentent très rapidement et avec elles les besoins en eau des différents secteurs d'activités. Il faut avoir l'eau indispensable pour l'agriculture, l'industrie, la consommation domestique et pour l'élevage, etc. Ces différents secteurs doivent donc se partager une ressource qui est limitée et vulnérable.

Dans les vastes zones pastorales des hautes-plateaux en Algérie, caractérisées par un déficit chronique en eau suite au type du climat, les activités d'élevage sont extrêmement vulnérables aux variations des précipitations. La survie du cheptel y est intimement liée à la disponibilité en eau et en ressources fourragères. Dans la gestion des ressources en eau, les Systèmes d'Information Géographiques se présentent comme des technologies efficaces. Ayant un large domaine d'application, ils ont montré une grande efficacité dans la gestion des ressources en eau. Ils offrent des outils appropriés pour la combinaison de données spatiales ainsi que des modèles sur un même support graphiques. Ceci permettra une communication des informations entre les intervenants afin d'assurer une bonne coordination des activités. Le SIG se présente comme un outil d'aide à la gestion de l'activité pastorale et d'identification, de localisation et de prévention des risques de crise alimentaire.

Notre travail consiste à étudier l'apport SIG sur la gestion de l'eau pour le cheptel, au niveau de la commune de Sfisifa qui se situe dans le sud-ouest de la wilaya de Naama. Ce travail s'articule autour de quatre parties :

- La première partie définit le cadre de la zone d'étude et met en évidence les caractéristiques géographiques, géomorphologiques et climatiques de la région d'étude.
- Le second chapitre apporte un aperçu bibliographique sur les Systèmes d'Information Géographique.
- Le troisième chapitre quant à lui expose les données et la méthodologie utilisées pour le travail.
- Enfin, le quatrième et dernier chapitre aborde les résultats obtenus.

Chapitre 01

Présentation de la région

d'étude



I. Chapitre 01 présentation de la région d'étude :

La première partie est une présentation de la zone d'étude : localisation et présentation des caractéristiques physiques, et climatique. Cette partie est importante dans la mesure où elle inclue géographiquement les différents facteurs de gestion des ressources en eaux.

I.1. Situation géographique du secteur d'étude

La zone concernée par cette étude est la partie sud-ouest des hautes plaines oranaises. Elle se rattache administrativement à la wilaya de Naâma. Cette dernière est issue du dernier découpage administratif de 1984. Elle se compose de 07 daïras regroupant 12 communes. Elle est insérée entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas Saharien au sud ; elle s'étend sur une superficie de 29825 km² pour une population de 164894 habitants soit une densité en moyenne de 5.6hab/km²

La wilaya de Naâma est une Wilaya frontalière avec le royaume du Maroc (Figure 01), elle est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Tlemcen et Sidi Belabes ;
- A l'Est par la Wilaya d'El-Bayadh ;
- Au Sud par la Wilaya de Bechar ;
- A l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine.

Dans la Wilaya de Naâma, on distingue trois zones géographiques homogènes (BENSAID, 2007):

- Une zone steppique au Nord, constituée par une vaste plaine, et représente 75% du territoire de la wilaya
- Une zone montagneuse médiane localisée dans la région sud-ouest atteignant les 2000 mètres d'altitude et occupant 12 % du territoire de la wilaya.
- Une zone présaharienne au Sud qui s'étend sur une superficie de l'ordre de 14% de la superficie totale de la wilaya.

La wilaya de Naâma est une région à vocation pastorale et agro-pastorale qui dispose de ressources pastorales et hydriques souterraines assez importantes. Notre étude s'intéresse plus précisément à la commune de Sfisifa qui couvre une superficie de 2438.61 Km² ; et représente 08 % du territoire de la wilaya, son chef-lieu situé à une trentaine de kilomètres de la ville d'Ain Sefra, c'est zone répulsive en raison de son faible potentiel de développement lié à la

nature difficile du terrain et à sa situation géographique de zone frontalière avec le royaume du Maroc et de l'attrait d'Ain Sefra en tant que centre beaucoup plus important, elle est limitée :

- A l'Est par la commune d'Ain Sefra.
- Au Sud par la commune de DjenienBourezg.
- A l'Ouest par le Maroc
- Au Nord par la commune d'Ain Benkhelil.

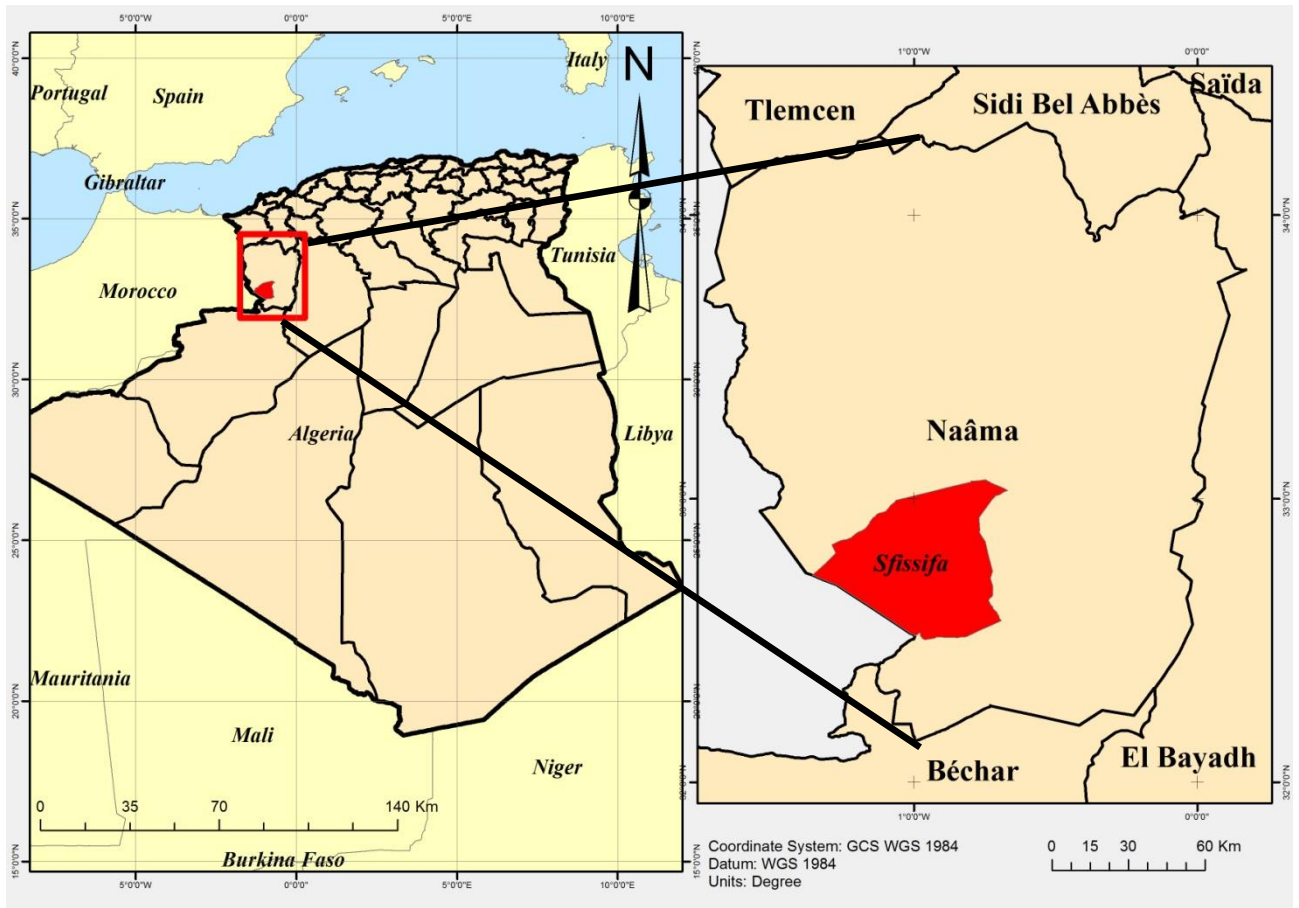


Figure 1: Carte de localisation de la région d'étude

I.2. Sol

Les sols steppiques sont squelettiques, pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur, ils se présentent sous forme de mosaïque allant des sols anciens aux sols récents peu évolués (DJEBAILI et al, 1983). On distingue principalement :

- Les sols minéraux bruts (lithosols et régosols) localisés sur les sommets des djebels.

- Les sols peu évolués regroupant les sols d'origines colluviale des glacis, alluviale des lits d'oueds et des dayas et éolienne des formations sableuses fixées.
- Les sols calcimagnésiques caractérisés par des rendzines sur les versants des djebels, les sols bruns calcaires à accumulations calcaires, très répandus, et les sols à encroûtement gypseux, plus rares.
- Les sols isohumiques représentés par les glacis d'érosion et les sols halomorphes qui occupent les chotts et les sabkhas. Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur du sol utile, la faible teneur en matière organique et en éléments biogènes et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. En effet, l'existence de bons sols est très limitée. Ces derniers sont destinés aux cultures et se localisent dans les dépressions, les lits d'Oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur situation permet une accumulation d'éléments fins et d'eau **(Bousmaha, 2012)**.

I.3 Reliefs

A grande échelle, la région d'Ain Sefra se caractérise par une géomorphologie très hétérogène. De puissants massifs montagneux sont présents notamment les monts des Ksour, de ceux-ci on peut distinguer :

- Djebel El Mekther (2062m) vers l'est ; Djebel Morghad (2136m) vers le Nord ouest. Aussi, des chainons de montagne de forme allongée correspondant essentiellement à de grandes masses gréseuses du jurassique supérieur, ils comprennent Djebel Aissa, dj. Tifkert, dj. Djara...
- Dans la zone de Nofikha, il apparaît trois structures essentielles : Dj. Bourdim, Dj. Roumadia, Dj. Djehaf.
- Dans un autre type de relief, la dépression d'El Mekhizen au Nord-est de Sfissifa, elle est presque entièrement fermée par Dj. Bouamoud, le cœur de cette cuvette est fortement empâté par les dépôts du quaternaire et ne présente aucun affleurement **(Bousmaha, 2012)**.

I.4. Geologie

La série stratigraphique de la région s'étale du Trias au Quaternaire récent avec une prédominance de formations appartenant aux formations Mésozoïques. D'après Kacemi (2014) la formation de Tiout appartenant au Crétacé inférieur est la plus importante avec une épaisseur de 1065m. Les formations Quaternaires sont peu épaisses mais recouvrent de grandes surfaces dans le bassin, elles sont connues par leurs fortes perméabilités, comme c'est le cas des oueds

qui ont laissé dans leurs rives d'importants dépôts alluvionnaires qui contiennent des nappes exploitées par de nombreux puits dans le cadre de la mise en valeur des terres. Les formations Quaternaires sont constituées par plusieurs types de dépôts :

- Les limons anciens : attribués au Plio-Quaternaire et Quaternaire ancien, constituent des alluvions connus par Galmier (1970) sous le terme de « formation Turfacée », ce sont des limons et de microconglomérats. D'après Douihasni (1970) à ces limons anciens sont rattachés des tufs et travertins localisés à proximité des sources souvent liés à des accidents.
- Les colluvions de piémonts constitués de cailloutis de pente cimentés par des carbonates, forment les brèches de pente
- Les colluvions anciennes, peu épaisses, sont localisées sur les étendues planes ou dans les dépressions de faible pente. Ce sont des formations argilo-sableuses et conglomératiques.
- Les alluvions récentes : elles jalonnent les lits des Oueds et sont constituées de sables.

I.5.Ressources Hydrique

La ressource hydrique, ou ressource en eau, comprend, au sens large, toutes les eaux accessibles comme ressources, c'est-à-dire utiles et disponibles pour l'être humain, les végétaux qu'il cultive, le bétail qu'il élève et les écosystèmes, à différents points du eau. Cette ressource est limitée en quantité et en qualité (surtout en zone sèche). Elle est indispensable à la vie et à la plupart des activités humaines, telles que l'agriculture, l'industrie et aux usages domestiques (alimentation en eau potable). Elle est vitale pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

Elle est localement menacée ou très dégradée par la pollution et l'eutrophisation. Il existe dans un nombre croissant de régions une surexploitation de la ressource ; les détournements ou prélèvements d'eau par pompage et pour l'irrigation sont tels qu'ils dépassent les seuils autorisant le renouvellement et l'autoépuration des masses d'eau superficielles ou des nappes phréatiques.

I.5.1 Ressources hydrique superficielles

Les eaux superficielles, également appelées les eaux de surface, sont constituées, par opposition aux eaux souterraines, de l'ensemble des masses d'eau courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées qui sont en contact direct avec l'atmosphère. Par conséquent, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol.

il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des lacs et des ruissellement. Ses matières en suspension sont variables selon la pluviométrie et la nature et relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. Tôt ou tard, éventuellement après avoir contribué à la vie physiologique de la flore ou de la faune, l'eau de surface s'évapore ou rejoint le cours lent des eaux souterraines.

En Algérie, Les eaux de surface sont concentrées dans les régions du Nord de pays et fournissent plus de 90% des ressources alors que les régions du Sud de l'Algérie, et vu les conditions climatiques qui règnent sur la plus grande partie de ces région arides et désertique, les ressources en eau superficielles ne représentent que moins de 08%. (PNE, 2018)

Les eaux superficielles mobilisées à travers la wilaya de Naâma sont estimées à 11 Millions de m³/an. (DRE, 2019). A la commune de Sfisifa, on dénombre un nombre important des oueds qui alimentent les ouvrages de captage des eaux superficielles. Les grands oueds que traverse la région de Sfisifa sont :

- Oued Allel : Qui traverse la zone du nord au sud .
- Oued Ouzeght : Quprend naissance dans la partie qui la partage entre le bassin de Djebel El-Oust et celui d'El Gouachiche.
- Oued Tala : Qui prend son départ de Djebel Hadjer pour rejoindre en aval près de la localité d' Ouzeght, l'oued Ouzeght
- Oued Rouis el Abiad : Qui prend lui aussi son départ de la ligne de partage entre Djebel El-Oust et celui de Gouachiche et rejoint de sa part Ouzeght.



Figure 02:Retenue collinaire « Nsannis, Sfisifa »(Cliché : Dourdour, 2019)



Figure 03 : Retenue collinaire « Ouzeght, Sfissifa » (Cliché : Bessas et Bourahla, 2020)

I.5.2 Ressources hydrique souterraines

Les eaux souterraines sont représentées par les nappes phréatiques à des profondeurs variables ; elles sont alimentées par les pluies hivernales et les infiltrations des oueds sauf les nappes fossiles qui ne se renouvellent plus. Les nappes les plus exploitées se situent à moins 50 m du fait de leur accessibilité et leur coût. Celles allant de moins 100 m à plus de 600 m de profondeur sont exploitées par des forages qui se multiplient ces dernières années. Divers moyens traditionnels et modernes sont utilisés pour accéder à ces ressources : captage des sources, puits à poulies motopompes, etc (**Derdour ,2019**)

L'Algérie compte un potentiel de ressources en eau souterraines renouvelables entre 0,8 Md m³ et 3 Mds m³/an selon les saisons, en majorité déjà mobilisées pour les besoins en eau potable et l'agriculture. Les ressources en eau souterraines non renouvelables se situent, au niveau de sud de pays. (PNE, 2019)

Le sous-sol de la wilaya renferme des grandes potentialités hydriques qui sont toutefois très peu exploitées. Les réserves hydriques souterraines sont localisées sur l'ensemble du territoire de la wilaya, notamment autour de :

- Chott El-Gherbi
- Chott Echergui,
- Le synclinal de Naâma,
- Les aquifères de la vallée de Ain-Sefra et Tiout.

Le bassin de la région d'étude renferme plusieurs aquifères d'importance inégale (DERDOUR, 2018) . Il s'agit :

- Des couches gréseuses du jurassique supérieur.
- L'aquifère du Néocomien.
- De l'épaisse série gréseuse de l'Albien.
- Des dépôts dunaires.
- Des alluvions quaternaires.

I.6 Facteurs Climatiques

I.6.1 Introduction

Les paramètres climatiques ont un rôle important pour comprendre la comporte météo hydrologique d'une région. Notre étude climatique sera effectuée à partir des données météorologiques consultées sur lieu à partir des registres d'enregistrement de la seule station météorologique de la région, celle d'Ain Sefra, et dont les caractéristiques sont représentées au tableau :

Tableau01 : Caractéristique de la station météorologique d'Ain Sefra UTM (m)

Station	Code	X	Y	Altitude (Z)
Ain Sefra	605600	724838,03	3626956,25	1058 m

I.6.2 Etude des précipitations :

Positionné dans la haute zone de l'Atlas Saharien, la commune de Sfisifa est Soumise aux influences de deux régimes entièrement opposés en matière de formation de précipitations. L'un atlantique dominant agit directement par des entrées de masses d'air assez humides, provoquant des fortes précipitations en saison d'hiver, l'autre continental saharien, marqué par la vaste étendue désertique, où la pluviométrie est moins intense, caractérisée par les effets orageux des saisons d'automne

I.6.3 L'irrégularité des précipitations

Une sècheresse pluviométrique a affecté la région d'étude ces dernières années. Les précipitations en générale étaient très irrégulières et elle varie entre 150mm à 450mm. Le nombre de jours secs peut atteindre 250 jours par an. Le calcul de l'évapotranspiration potentielle confirme ces résultats où elle est partout supérieure jusqu'au triple des précipitations qui croissent vers l'Atlas Saharien et atteignent le sextuple des précipitations au pied des Monts des Ksour, aux environs d'Ain Sefra (Raymond, 1978). Dans les Hauts Plateaux, les précipitations constituent, sur les plans physique et naturel, le premier facteur de contrainte. En

effet, le régime pluviométrique se caractérise par des précipitations annuelles très faibles, souvent à caractère orageux et présentant une grande variabilité inter mensuelle et inter annuelle. Leur hauteur diminue du Nord vers le Sud (**Bouarfa, 2019**).

Les observations des précipitations mensuelles enregistrées à la station de d'Ain Sefra sont mentionnées dans le tableau 02. La répartition mensuelle des précipitations de la région d'étude montre que :

- Le mois le plus pluvieux est celui d'Octobre, avec une valeur de 34.62mm.
- Le mois le plus sec est celui de Juillet avec une valeur de 5.00mm.
- Le nombre moyen de jours humide est de 55 jours par an.

Notons que la ville d'Ain Sefra en octobre 2008 a reçu exceptionnellement 249 mm, dans une seule journée, Ce qui témoigne de l'irrégularité du régime de précipitations et son caractère orageux.

Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles à station météorologique d'Ain Sefra(1985– 2016) (CRSTRA, 2020).

Mois	Précipitations en mm	Nombre des jours pluvieux
Janvier	15.96	02
Février	12.45	03
Mars	24.43	01
Avril	17.34	06
Mai	20.47	03
Juin	8.89	00
Juillet	5	06
Aout	11.52	06
Septembre	20.63	05
Octobre	34.62	11
Novembre	21.66	05
Décembre	8.13	04
Total	201.15	55

I.6.4. Gelée Blanche

Pour cette région qui se situe au pied de deux massifs montagneux ; le nombre de gelée blanche est de 64 jours en moyenne par année. La neige résiste plusieurs jours sur les sommets des montagnes.

I.6.5 Les Températures moyennes mensuelles.

La variation des températures moyennes mensuelles représentés dans le Tableau 03, indiquent que :

- Les minima (T_m) : sont comprises entre 1.08°C en janvier et 20.93°C en Août.
- Les maxima (T_X) : sont comprises entre 13.63 °C en janvier et 37.90°C en Juillet.
- Les moyennes (T_M) : sont comprises entre 7.35 °C en janvier et 29.72 °C en Juillet.

La répartition de la température moyenne mensuelle permet de considérer le mois de Janvier comme le plus froid et le mois de Juillet comme le plus chaud de l'année

Tableau 03 : les températures moyennes mensuelles de la station de Ain Sefra (ONM, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dèc
m (°C)	1.08	2.35	5.94	8.93	13.45	18.39	21.54	20.93	16.84	11.46	5.38	2.24
M(°C)	13.63	16.07	19.49	22.93	27.87	33.76	37.90	36.87	31.63	25.51	18.50	14.30
T moy(°C)	7.35	9.21	12.72	15.93	20.66	26.08	29.72	28.90	24.24	18.49	11.94	8.27

I.6.6 Synthèse Climatique

Du fait que les éléments climatiques n'agissant jamais indépendamment les uns des autres. Les nombreux utilisateurs, notamment les écologues et les climatologues, ont cherchés à présenter le climat par des formules intégrant ses principales variables, les formules les plus utilisées combinent les précipitations et la température :

- Le domaine climatique ou le type de climat suivant la méthode d'Emberger et/ou le calcul de l'indice d'aridité.
- Les périodes sèches et humides au cours de l'année grâce au diagramme pluviothermique de Gaussen.

I.6.6.1 .Indice climatique d'Emberger

La localisation de la zone d'étude sur le climagramme d'Emberger est possible grâce au calcul du quotient pluviométrique (Q2) et de la valeur de la température minimale du mois le plus froid. L'exploitation des données climatiques sur une période relativement étalée, les quotients pluviométriques calculés positionne le point de la station météorologique d'Ain Sefra dans l'étage bioclimatique aride inférieur à hiver frais (Bousmaha, 2012).

Q₂ est calculé de la manière suivante :

$$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : précipitation moyenne annuelle 201.15 (mm)

M : moyenne des maxima de température en (°K) du mois le plus chaud (M=37.9+273=310.9)

m : moyenne des minima de température en (°K) du mois le plus froid (m=1.08 +273=274.08)

Q₂= quotient pluviothermique d'Emberger.

$$Q_2 = 18$$

En rapportant cette valeur sur le diagramme d'Emberger qui comporte en ordonnées les valeurs de Q₂ et en abscisses la moyenne des minima du mois le plus froid (°C). Nous constatons que la région présente un climat saharien avec un hiver frais (Figure 04).

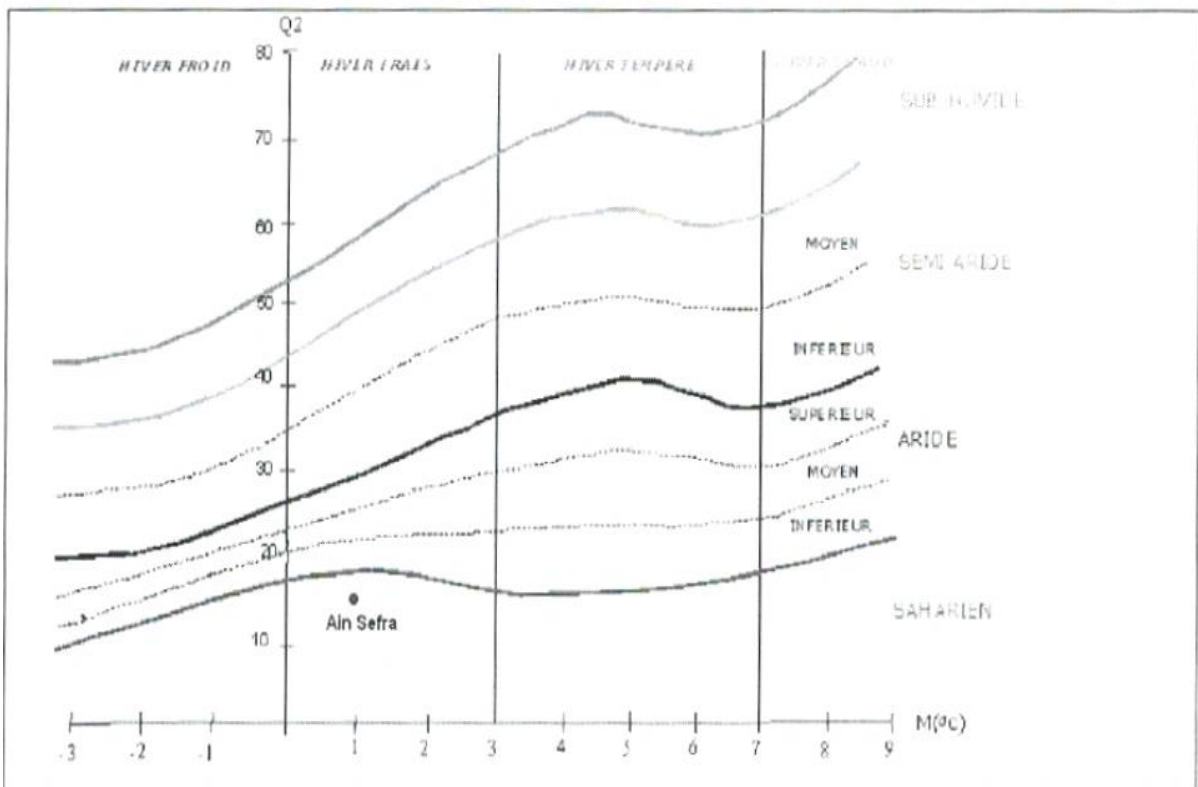


Figure 04 :Climagramme d'Emberger

I.6.6.2. Indice Climatique d'aridité de Stewart

Cet indice est donné par la relation

$$Q_2 = \frac{3.43p}{M + m}$$

Avec:

P : précipitation moyenne annuelle (mm) : 201.15mm

M : moyenne des maximas de température du mois le plus chaud en °C : 37.90

m : moyenne des minima de température du mois le plus froid en °C : 1.08

Pour:

- $10 < Q_2 < 50$ climat semi-aride
- $2 < Q_2 < 10$ climat désertique
- $Q_2 < 2$ climat insaturé

L'indice de Stewart (Q_2) calculé est de ($Q_2 = 17$), La valeur est comprise entre 10 et 50, donc cette valeur caractérise un climat semi-aride.

I.6.6.3. Indice d'aridité de De Martonne.

L'indice d'aridité de Martonne, noté I, cet indice permet de déterminer le degré d'aridité d'une région. Il est donné par la formule suivante :

$$I = \frac{P}{10 + T}$$

Avec : P : précipitations moyenne annuelles exprimées en (mm)

T : températures moyenne annuelles exprimées en °C

Pour :

- $20 < I < 30$: climat tempéré
- $10 < I < 20$: climat semi aride
- $7.5 < I < 10$: climat steppique
- $5 < I < 7.5$: climat désertique
- $I < 5$: climat hyper aride

L'indice I est égal à **7.18** montre que la région d'étude caractérisée par un régime climatique désertique, avec un écoulement temporaire.

I.6.7. Déficit d'écoulement

Le déficit d'écoulement est la différence entre la pluviométrie tombée sur un bassin versant et le total de la qualité d'eau écoulee, plusieurs méthodes ont été proposées pour le calcul du déficit.

I.6.7.1. Méthode de Verdeil

L'abaque de Verdeil (Figure 05) donne directement les valeurs du déficit d'écoulement (mm) en fonction de la précipitation moyenne annuelle. Pour la station d'Ain Sefra, le déficit d'écoulement est égal à 185 mm soit 92.50 % des précipitations.

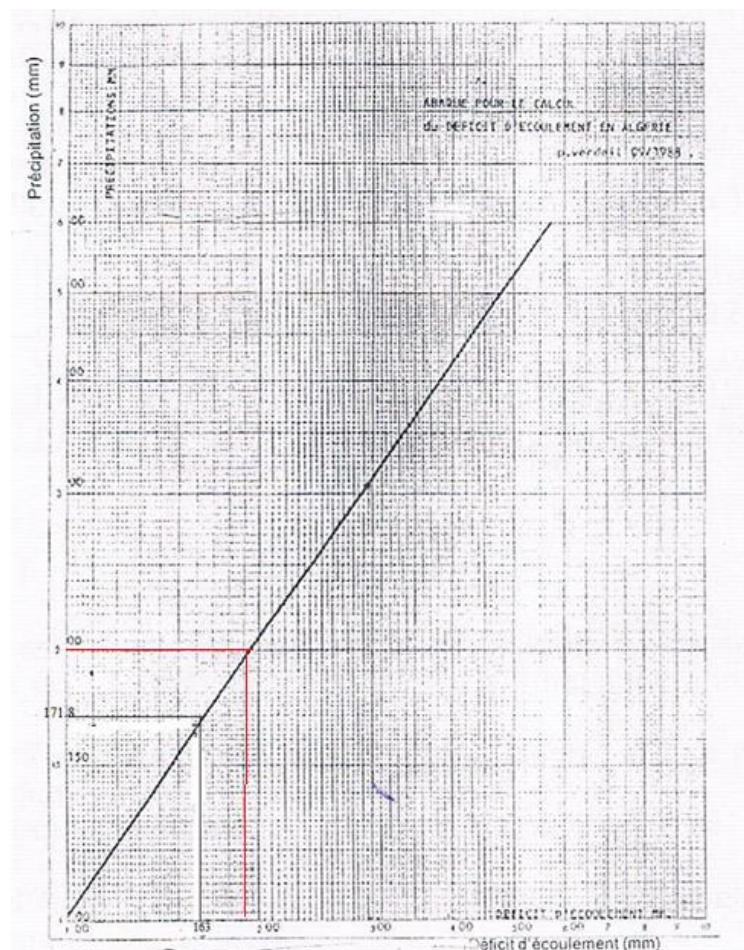


Figure 05 : Abaque de P. Verdeil(1988) calcul du déficit d'écoulement en Algérie

Chapitre 02

Systeme d'Information

Géographique (SIG)

Chapitre 02 : Système d'Information Géographiques

II.1 Introduction

Les Systèmes d'informations géographiques sont des techniques modernes et mondiales très répandue en raison de ses solutions scientifiques. Le SIG trouve ses meilleures applications en hydraulique notamment l'étude de gestion de l'eau ; il constitue une information essentielle dans la prise en décision et la planification

II.2 Historique

En 1884 dans le quartier de Soho à Londres, le docteur John Snow découvre les causes d'une épidémie de Choléra en superposant sur un même carte les foyers de la maladie et le lieu de puisage de l'eau. Cet exemple est souvent cité comme première application de l'analyse spatiale. Néanmoins l'informatisation des données géographiques commence réellement dans les années 60 en Afrique de l'Est où la multiplicité des cartes et la difficulté à hiérarchiser les informations rendent la localisation des meilleurs sites pour de nouvelles implantations forestières très difficile. Au cours des cinq dernières décennies, les SIG ont évolué d'un concept à une science. L'évolution phénoménale des SIG, d'un outil rudimentaire à une plateforme moderne et puissante pour comprendre et planifier notre monde, est marquée par plusieurs étapes clés Définition d'un système d'information géographique (SIG). **(ESRI, 2019)**.

En définit trois grandes périodes dans l'histoire des SIG :

- De la fin des années 50 au milieu des années 70 : Création des premières cartes informatiques.
- Du milieu des années 70 au début des années 80 : Diffusion des SIG dans les organismes d'état.
- A partir du début des années 80 : explosion du marché des logiciels, augmentation des applications et des fonctionnalités des SIG, mise en réseau.

IL existe aujourd'hui quelques grands éditeurs de logiciels SIG comme ESRI avec sagamme ArcGIS, QGIS, Google Earth Engine, Mapinfo, Star, Apic, Géoconcepte, Infographe, Ascodes(JSInfo),GIPS(IBM-AGELID), AnyGIS (Hitachi), Bentley Microstation...etc.(HIZEL; 201).

Les SIG permettent aux utilisateurs de créer leurs propres couches de cartes afin de résoudre des problèmes concrets.

Les SIG ont également évolué pour devenir un moyen de partage de données et de collaboration, inspirant une vision qui devient aujourd'hui une réalité, une base de données SIG qui couvre pratiquement tous les sujets. Aujourd'hui, des centaines de milliers d'organisations partagent leur travail et créent des millions de cartes chaque jour pour raconter des histoires et révéler des modèles, des tendances et des relations sur tous les sujets (LAURENT, 1992).

II.3 Présentation :

Un système d'Information Géographique est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent, sous un interface numérique (Figure 06)

Les SIG offrent toutes les possibilités des bases de données (telles que requêtes et analyses statistiques) et ce, au travers d'une visualisation unique et d'analyse géographique propres aux cartes. Ces capacités spécifiques font du SIG un outil unique, accessible à un public très large et s'adressant à une très grande variété d'applications. Les enjeux majeurs auxquels nous avons à faire face aujourd'hui (environnement, démographie, santé publique...) ont tous un lien étroit avec la géographie.

De nombreux autres domaines tels que la recherche et le développement de nouveaux marchés, l'étude d'impact d'une construction, l'organisation du territoire, la gestion de réseaux, le suivi en temps réel de véhicules, la protection civile... sont aussi directement concernés par la puissance des SIG pour créer des cartes, pour intégrer tout type d'information, pour mieux visualiser les différents scénarios, pour mieux présenter les idées et pour mieux appréhender l'étendue des solutions possibles.

Les SIG sont utilisés par tous ; collectivités territoriales, secteur public, entreprise, écoles, administrations, états utilisent les Systèmes d'Informations Géographique (SIG). La création de cartes et l'analyse géographique ne sont pas des procédés nouveaux, mais les SIG procurent une plus grande vitesse et proposent des outils sans cesse innovant dans l'analyse, la compréhension et la résolution des problèmes.

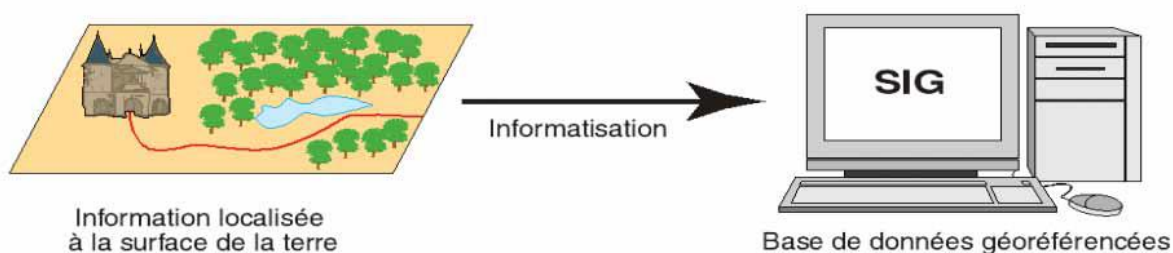


Figure 06 : Fonctionnement de base d'un SIG

II.4 Composants d'un SIG

Un Système d'Information Géographique (SIG) possède cinq (04) composantes majeures : le matériel, les données, les utilisateurs, les logiciels.

II.4.1 Matériel

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

II.4.2 Données

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données. Elles peuvent être de trois types

- Les données géographiques, une forme et des paramètres d'affichage (couleur, épaisseur du trait...).
- Les données attributaires, qui caractérisent (nom d'une route, nombre d'habitants dans un immeuble).
- Les métadonnées, décrivent directement la ressource « les données sur les données », comme par exemple la date d'acquisition, le nom du propriétaire, etc..

II.4.3 Utilisateurs

Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

II.4.4 Logiciels

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Pour notre étude on a opté pour le logiciel Arc Gis. Qui est un logiciel très puissant avec une interface simple à utiliser

II.4.4.1 Présentation du logiciel ArcGIS.

ArcGIS est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des informations géographiques. En tant que principale plateforme de développement et d'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG) au monde, ArcGIS est utilisé par des personnes du monde entier pour mettre les connaissances géographiques au service du gouvernement, des entreprises, de la science, de l'éducation et des médias. ArcGIS permet la publication des informations géographiques afin qu'elles puissent être accessibles et utilisables par quiconque. Le système est disponible partout au moyen de navigateurs Web, d'appareils mobiles tels que des smartphones et d'ordinateurs de bureau.

II.4.4.2 Présentation de l'ARC-CATALOG

Permet de gérer les données (création, structuration) ; les consulter et les documenter (création des métadonnées). C'est dans le catalogue que sont définies toutes les connexions aux données nécessaires ces connexions peuvent appeler des dossiers sur disque, des bases de données en réseau ou des serveurs internet ArcIMS. ArcCatalog propose plusieurs méthodes d'affichage du contenu des données et permet d'explorer rapidement le contenu des différents jeux de données présents

Une vue « géographie » permet d'examiner les données géographiques d'une source particulière plus en détail en s'aidant d'outils de zoom et de déplacement. Des outils spécifiques à la 3D.

Une vue « Table » permet de visualiser les attributs d'une source de données géographique ou le contenu d'une table quelconque d'une base des données.

ArcCatalog permet enfin de consulter les métadonnées associées à une source de données.

II.4.4.3 Présentation de l'Arc-Map

C'est l'application principale. Elle permet de visualiser les données, de les saisir et les mettre à jour d'effectuer des analyses et de cartographie et mettre en pages ces données géographiques.

Dans ArcMap, les informations géographiques s'affichent sous la forme de couches. Chaque couche représentant un type particulier d'entités. Une couche ne contient pas de données mais renvoie à une source de données telle qu'une classe d'entité un fichier de forme. Mode de mise en page.

Une couche possède diverses propriétés qui définissent la façon dont les données géographiques sont dessinées sur la carte :

- Source des données, sous forme de chemin relatif ou absolu.
- Plage d'échelle éventuelle utilisée pour afficher la couche.
- Filtre sur les données affichées via une requête SQL.
- Symbologie utilisées pour afficher les données.
- Définition de relations ou jointures avec d'autres données.

II.4.4.4 Présentation de l'ARC-TOOLBOX

C'est une interface graphique des commandes « ARC » (Figure 07). Elle permet d'effectuer des opérations de calculs, de conversion, de croisements...via un assistant. Ce module est disponible sous ArcCatalog et sous ArcMap en l'activant à l'aide de l'icône dans la barre des tâches (ESRI, 2019).

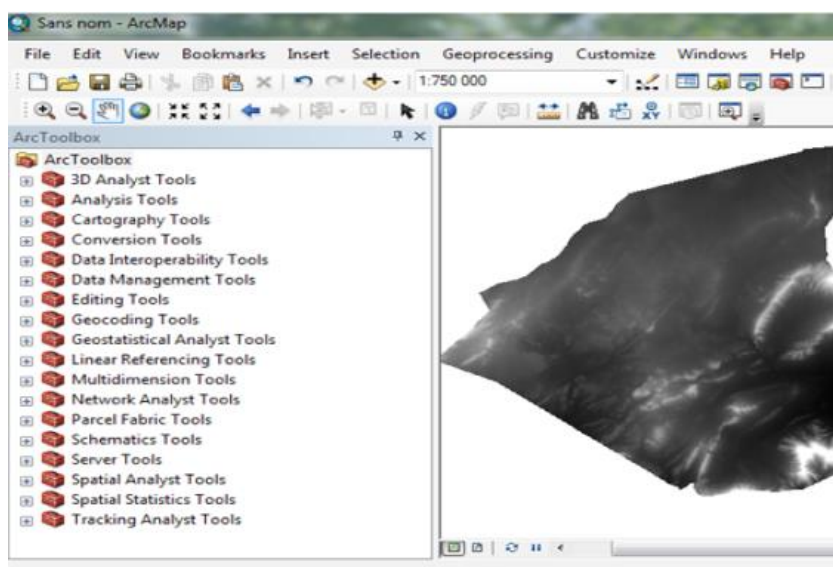


Figure 07 : Interface (ArcMap, ArcCatalog)

II.5 Les principales fonctions des SIG

II.5.1 Saisie

Avant d'utiliser des données papier dans un Système d'Information Géographique (SIG), il est nécessaire de les convertir dans un format informatique. Cette étape essentielle depuis le papier vers l'ordinateur s'appelle digitalisation. Les SIG modernes sont capables d'automatiser complètement ces tâches pour des projets importants en utilisant la technologie des scanners. D'autres projets moins importants peuvent se contenter d'une phase de digitalisation manuelle (table à digitaliser). Aujourd'hui de nombreuses données géographiques sont disponibles dans des formats standards lisibles par les SIG. Ces données sont disponibles auprès de producteurs de données et peuvent être directement intégrées à un SIG.

II.5.2 Manipulations

Les sources d'informations (comme celles décrites précédemment) peuvent être d'origines très diverses. Il est donc nécessaire de les harmoniser afin de pouvoir les exploiter conjointement (c'est le cas des échelles, du niveau de détail, des conventions de représentation...) Les SIG intègrent de nombreux outils permettant de manipuler toutes les données pour les rendre cohérentes et ne garder que celles qui sont essentielles au projet. Ces manipulations peuvent, suivant les cas n'être que temporaires afin de se coordonner au moment de l'affichage ou bien être permanentes pour assurer alors une cohérence définitive des différentes sources de données.

II.5.3 Gestion

Si pour les petits projets il est envisageable de stocker les informations géographiques comme de simples fichiers, il en est tout autrement quand le volume de données grandit et que le nombre d'utilisateurs de ces mêmes informations devient important. Dans ce cas il est essentiel d'utiliser un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données) pour faciliter le stockage, l'organisation et la gestion des données. Un SGBD n'est autre qu'un outil de gestion de la base de données. Il existe de nombreux types de SGBD, mais en Système d'Information Géographique, le plus utilisé est le SGBDR (Système de Gestion de Bases de Données Relationnel). Les données y sont représentées sous la forme de tables utilisant certains champs comme lien. Cette approche qui peut paraître simpliste offre une souplesse et une flexibilité sans équivalent permettant aux SIG de s'adapter à tous les cas de figure (**ESRI, 2020**).

II.5.4 Analyse spatiale

L'intégration de données au travers des différentes couches d'information permet d'effectuer une analyse spatiale rigoureuse. Cette analyse par croisement d'informations, si elle peut s'effectuer visuellement (à l'identique de calques superposés les uns aux autres) nécessite souvent le croisement avec des informations alphanumériques. Croiser la nature d'un sol, sa déclivité, la végétation présente avec les propriétaires et les taxes payées est un exemple d'analyse sophistiquée que permet l'usage d'un SIG.

II.5.5. Visualisation

Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser des cartes et des graphes. Une carte vaut mieux qu'un long discours. La carte est en effet un formidable outil de synthèse et de présentation de l'information. Les SIG offrent à la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression permettant d'accroître de façon significative son rôle pédagogique. Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais facilement intégrer des rapports, des vues 3D ; des images photographiques et toutes sortes d'éléments multimédia.

Au lieu d'utiliser des cartes en deux dimensions, les logiciels SIG permettent de développer des vues en trois dimensions qu'on utilise par la suite dans des applications avancées, telles que la réalité virtuelle (**Bachi, 2011**).

II.6 Acquisition des données

La reprise de documents cartographique existants sur support papier en vue de les introduire dans un SIG ; pouvait recourir à des techniques différentes

II.6.1 Mode vecteur

Ce mode répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte possible ; pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale ; on décompose le territoire en couche thématiques (reliefs, routes, bâtiments ...) structurées dans des bases de données numériques.

II.6.2 Mode raster

Le mode trame ou raster est également appelé modèle matriciel. Contrairement au mode vecteur qui ne décrit que les contours ; le mode raster décrit la totalité de la surface cartographique point par point. Il est utilisé principalement dans le système à balayage (scanners, capteurs en télédétection).

Ces deux modes sont complémentaires, le raster est mieux adapté à certains types d'applications (télédétection) et apporte une réponse économique à certains besoins. L'exploitant d'un réseau pourrait par exemple se contenter de scanner des fonds de plans en les conservant au format raster et en numérisant par-dessus son réseau en mode vecteur. Le vecteur correspond à l'ensemble des besoins courants en gestion de données localisées (ESRI, 2020).

II.7. Objectifs des SIG

Les SIG se caractérisent par les objectifs suivants

- Capacité de traitement de grosses quantités hétérogènes de points géo localisés
- La possibilité de tri et d'accès à des données en fonction de leur existence, position attributs parmi un grand nombre d'objets géo localisés par l'intermédiaire de requêtes
- La capacité d'interactivité de ces requêtes
- La flexibilité : concevoir l'accès concurrent de plusieurs utilisateurs sur des mêmes données et à des niveaux différents.
- La capacité du système à tenir compte des requêtes et règles antérieures pour le traitement de données ultérieures (**Guerine, 2019**).

II.8. Quelques domaines d'application des SIG.

Les SIG sont utilisés pour gérer et étudier une gamme diversifiée de phénomènes :

- **Ressources naturelles:** protection des zones humides, études d'impact environnemental, évaluation du potentiel panoramique, gestion des produits dangereux, modélisation des eaux souterraines et dépistage des contaminants, études des habitats fauniques et des migrations, recherche du potentiel minier, etc.
- **Gestion des ressources en eau :** La gestion rationnelle des ressources hydriques (souterraines, superficiels), AEP, assainissement etc..
- **Études urbaines :** localisation à partir des adresses civiques, planification des transports, développement de plan d'évacuation, sélection de sites, planification et distribution des flux de véhicules, localisation des accidents, sélection d'itinéraires, etc.
- **Administration municipale :** gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière, gestion de la qualité des eaux, entretien des infrastructures, études d'impact environnemental, schémas d'aménagement, etc.

- **Gestion des installations et des réseaux** : localisation des câbles et tuyaux souterrains, rééquilibrage des réseaux électriques, planification et entretien des installations, localisation des dépenses énergétiques, etc.
- **Affaires** : études de marchés, planification des développements et localisation des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances du marché, etc.
- **Santé** : épidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution des services sociaux-sanitaires, plans d'urgence, etc.
- Protection de l'environnement : étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc.

Chapitre 03

Matériels et Méthodes

Chapitre 03 : Matériels et Méthodes

Le développement de l'élevage ne peut être obtenu que par la réalisation d'ouvrages d'hydraulique, accompagnée de la protection et de l'utilisation rationnelle des pâturages ainsi mis à la disposition du bétail. L'hydraulique pastorale apparaît donc comme un facteur de développement d'une importance considérable, à la condition formelle d'associer à une politique de points d'eau, qui seule est capable de promouvoir les conditions de vie des pasteurs **(Derdour, 2019)**.

La méthodologie de notre étude s'appuyant sur la collecte, le traitement et l'analyse spatiale et temporelle des diverses données, tend à développer un support pertinent pour l'étude et la gestion des ressources en eau dans le milieu pastorale de la commune de Sfissifa.

III.1 Collecte de données

L'acquisition des données constitue l'étape primordiale dans la réalisation d'un SIG. Ces données sont recueillies à partir d'un inventaire systématique des points de la zone d'étude. Les données sont collectées aussi à partir dont la sortie effectué le 02 mars 2020.

Il s'agit d'un relevé des différentes caractéristiques du point d'eau (Sources, forages, puits, retenues collinaires). Cet inventaire est complété par une récolte de données supplémentaires auprès de plusieurs organismes (Hautes Commissariat de développement de la Steppe (HCDS), la direction des ressources en eau (DRE), la direction des services Agricole (DSA) et la Direction de Planification et Suivi de Budget de la wilaya de Naàma (DPSB).

III.2 Logiciel Utilisé

Après avoir collecté toutes les données nécessaires pour le projet, vient la phase de développement de l'application sur une plate-forme informatique adaptée. Les systèmes d'information géographique (logiciel d'analyse spatiale) utilisé est l'ArcGis10.7.

L'ArcGIS est l'un des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) les plus utilisés. Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales. Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres. **(Soudani, 2006)**.

Arc Map montre, questionne, édite, créé ou analyse des données, sous forme de tables ou de cartes. ArcMap facilite la disposition des cartes lors de la mise en page pour l'impression l'intégration dans d'autres documents et l'édition documents électroniques. Dans notre étude on a utilisé logiciel Arcmap10.3 **(ESRI, 2019)**.

III.3 Les composantes thématiques de la Géodatabase :

Une base de données spatiale est une base de données optimisée pour stocker et interroger des données reliées à des objets références géographiquement, y compris des points, les lignes et des polygones. Les différents paramètres utilisés sont rapportés dans le tableau 04. Dans le cadre de notre étude, le système de référence utilisé pour l'expression des données géographiquement est WGS84 UTM Zone 30.

Tableau 04 : Inventaire des données et mode d'acquisition

Paramètres	Topologie	Mode d'acquisition	Origine
Les points d'eaux	Point	Vecteur	HCDS
Nombre des cheptels	Point	Vecteur	DSA
MNT	/	Raster	ASTER GDEM
Limites administratives	Shapefile	Vecteur	DIVA GIS

III.4. La bases de données.

III.4.1. Les Ressources en eau souterraines.

Les nappes souterraines qui sont alimentées généralement par les pluies hivernales et parfois par infiltration à partir des lits des oueds sont exploitées par des moyens traditionnels (puits à poulies, à godets, à balancier, sources etc) qui sont aujourd'hui largement remplacés par des motopompes et de moyens modernes (forages à pompes émergés, énergie solaire, éolienne).

Les ouvrages hydrauliques permettant de capter les eaux souterraines (points d'eau) pour l'abreuvement de cheptel dans la région d'étude sont les forages, les puits pastoraux et les sources. Dans la majorité des cas le captage des nappes d'eau souterraines nécessite la réalisation de forage.

III.4.1.1. Les puits pastoraux

Ce sont des ouvrages qui ne dépassent qu'exceptionnellement une vingtaine de mètres de profondeur. Les puits pastoraux sont destinés à l'abreuvement des éleveurs et de cheptels. Ce type d'ouvrage apparaît comme étant le point d'eau captant les eaux souterraines, le plus utilisé par les éleveurs. Dans la région d'étude on dénombre 17 puits pastoraux. Les résultats de l'inventaire des puits pastoraux sont reportés dans le Tableau 05.

Tableau 05 : Inventaire des puits pastoraux de la commune de Sfissifa (2020)

N°	Points d'eau	X(m)	Y(m)
1	OUED ELLE	675955	3621814
2	OUED MUISSET	676574	3621197
3	OUED BELLE 2	659019	3625029
4	SABA 1	675705	3620576
5	SABA 2	674993	3620701
6	SABA 3	674649	3620614
7	OULED CHAIB 01	677352	3629168
8	OUED CHAIB 02	673251	3629175
9	KAREB 1	677709	3621829
10	KARB 02	676010	3609828
11	LOKFI 01	689542	3627093
12	LOKFI 02	695867	3628331
13	AARICH BETMA	688684	3635609
14	GUELID	701812	3599180
15	LAARICH	689422	3634128
16	GUETAY	662899	3627282
17	ROGASSA	694926	3628005

III.4.1.2. Les forages pastoraux

Les forages pastoraux sont des ouvrages permettant de capter l'eau d'une nappe souterraine profonde. Ce sont eux qui offrent les meilleurs débits, mais ils présentent parfois des problèmes d'entretien. La répartition des puits est illustrée au tableau 06. Un total de 13 forages pastoraux exploités a été inventorié lors des différentes enquêtes de terrain. En outre, l'usage de ces forages est souvent double : l'approvisionnement en eau des populations, d'une part, et l'abreuvement du cheptel et du bétail, d'autre part. Les débits des forages varient entre 0.1 m³/s et 15 m³/s. Sur cette base, un forage pastoral a une capacité théorique de 540 m³/j.

Tableau 06 : Inventaire des forages pastoraux de la commune de Sfisifa(2020)

N°	Points d'eau	X(m)	Y(m)
1	FEYDH CHADLI	687644	3631753
2	HAOUD HAREDJ	694172	3643406
3	MEKHISEN	701883	3627062
4	BEN YAKHOU	701549	3609978
5	LOKFI	690128	3627631
6	DIR HAIRACH	703793	3620739
7	FORTASSA	66305	3634847
8	HADJADJ	683161	3638479
9	SEGAA	700464	3613090
10	DAYET OURAGH	676110	3631544
11	SEHB NEMOURA	674477	3638019
12	HAOUDH LAADEM	674583	3627259
13	DRAA HIRECH	704872	3631974

III.4.1.3. Les Sources

Une source est à la fois le phénomène et le lieu d'apparition et d'écoulement d'une eau souterraine à la surface du sol, à l'origine en général d'un cours d'eau de surface. Le nombre des sources est largement diminué à cause de la sécheresse, plusieurs sources sont asséchées. Dans la région d'étude on dénombre maintenant que 06 sources, qui sont représenté dans le tableau 07.

Tableau07 : Inventaire des sources au niveau de la commune de Sfisifa (2020)

N°	Points d'eau	X(m)	Y(m)
1	BOUMBATA	701923	3626445
2	RASE EL AOUED	698524	3624798
3	NSANISSE	667997	3638574
4	OULED CHADLI	699557	3623564
5	NESSANISSE	667997	3638574
6	CHAABA	699916	3623337

III.4.2. Les ressources en eau superficielles :

Les eaux de surface sont collectées dans les bas-fonds (Retenues collinaires). Mais ces eaux ne durent pas longtemps à cause de la forte évaporation. Les oueds sont caractérisés par un écoulement temporaire et endoréique. Ils sont secs une grande partie de l'année (6 à 10mois) et soumis en hiver et parfois en été à des crues irrégulières survenant après une averse brutale. D'ailleurs à Ouzeght il existe une grande retenue collinaire considérée comme un petit barrage qui dure 3 mois dans l'année. Cette retenue souffre du phénomène de l'envasement.

III.4.2.1. Inventaire des Retenue collinaires.

Les retenues collinaires sont des ouvrages de stockage de l'eau qui sont remplies par les eaux de surface, les eaux de ruissellement. Un total de 18 retenues collinaires a été inventorié lors des différentes enquêtes de terrain. L'inventaire des retenues collinaire est illustré au tableau 08.

Tableau08 : Inventaire des retenues collinaires au niveau de la commune de Sfissifa (2020)

N°	Points d'eau	X(m)	Y(m)
1	LOURIK	705238	3614241
2	FORTASSA	679931	3637492
3	OUREGH	690877	3629378
4	CHOABET BOUCHENAF	701648	3624913
5	SIDI MAAMEUR	697272	3620520
6	DALAA HAMRA	704303	3615082
7	HART BRAHIM	680874	3630569
8	ROUISSAT	667952	3630383
9	DJEBEL OUAST	663512	3630226
10	BAB LAHMAR	670341	3627796
11	SEGAA	697060	3631193
12	BENI GUIL	680507	3622343
13	FORTASSA	671500	3639815
14	LOGUEFI	688789	3622216
15	ROUIS EL DJIR	684863	3626104
16	OUED ZABOUDJ	707691	3632677
17	OULAKAK	673178	3619452

18	TALA	676693	3632433
----	------	--------	---------

III.4.3. Inventaire des éleveurs et du cheptels.

La zone d'étude comporte un nombre plus au moins élevé d'éleveur par rapport aux autres communes de la Wilaya. Les éleveurs de la région utilisent tous les moyens (camions, citernes mobiles campement en altitude et anneaux de parcours, etc.), pour maintenir et développer cette activité (**Bouhafs, 2015**). D'après les données de la direction des services agricoles de Naâma, le nombre des éleveurs est de 919, ce qui représente 13.72% du nombre totale des éleveurs de la Wilaya.

III.4.3 .1 Inventaire du cheptels

La sédentarisation des nomades, le développement de diverses activités et les moyens mis en œuvre par l'état pour la dynamisation des régions steppiques, n'ont pas fait disparaître l'activité pastorale et plus particulièrement l'élevage ovin dans la zone qui présentent une grande diversité du cheptel (**Bouhafs, 2015**). D'après le tableau 10 qui présente l'inventaire des cheptels à travers la wilaya de Naâma. Le cheptel ovin représente 91.41 % de l'effectif total du cheptel de la wilaya. La commune de Sfisifa compte un total de 155313 de cheptel. Le nombre des ovins représentent 91.86% de l'effectif total du cheptel de la région d'étude.

Tableau 09 : Inventaire du cheptels à travers la wilaya de Naâma (**DSA ,2020**).

Communes	Ovin	Bovin	Caprin
Naâma	86,932	3,852	5,030
Mecheria	39,235	2,332	2,430
Ain-Sefra	67,315	2,957	4,005
Tiout	60,249	895	3,581
Sfisifa	142674	3073	9066
Moghrar	24,037	273	2,429
Asla	81,865	1,260	4,795
Djenien-Bourezg	14,254	98	1,655
Ain-Ben-Khelil	169,187	6,039	9,629
Mekmen-Ben-Amar	139,966	6,134	7,993
Kasdir	178,425	3,983	5,780
El-Biodh	141,690	6,487	8,052
Total	1,100,00	37,500	61,000
%	91.41	3.12	5.07

III.4.4. Les besoins en eau pastorale

L'évaluation des besoins en eau est basée sur les effectifs actuels du cheptel au niveau de la commune de Sfisifa. Les besoins en eau d'un organisme animal sont déterminés par la nécessité de compenser en permanence les pertes de toutes natures. Une estimation précise des besoins en eau des animaux domestiques est plus difficile que celle des besoins énergétiques car ils varient dans des limites considérables suivant les conditions d'environnement.

On propose les normes suivantes pour le bétail des zones arides.

- **Ovin** : consomment 7 litres d'eau par jour
- **Bovin** : consomment 30 à 40 litres d'eau par jour
- **Caprin** : consomment 5 litres d'eau par jour

Chapitre 04

Résultats et Discussion

Chapitre 04 : Résultats et Discussion.

IV.I. Paramètres morphologiques.

IV.1.1 L'altitude

Elles sont obtenues directement à partir du modèle numérique du terrain à l'aide de l'ARC GIS après une digitalisation de la région d'étude (Figure 08). L'altitude maximale représente le point le plus élevé de la région tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, situé généralement à l'exutoire. Ces deux données deviennent surtout importantes lors du développement de certaines relations faisant intervenir des variables climatologiques telles que la température, la précipitation et le couvert neigeux. Elles déterminent l'amplitude altimétrique de la région d'étude et interviennent aux côtés le calcul de la pente. Pour notre région d'étude,

- L'altitude maximale est de 2108 m
- L'altitude minimale est de 1125.5 m

IV.1.2 Les pentes

La pente du terrain est un paramètre important à prendre en compte pour la modélisation de la répartition spatiale de population. Les zones accidentées sont moins propices à l'agropastoralisme (axé difficile pour le cheptel) et à la construction des maisons. La variable pente est une donnée endogène qui est dérivée directement à partir du modèle numérique du terrain (MNT). D'après la figure 09, on distingue 05 classes de pentes :

- Classe 01 : Pente faible comprise entre : 0.01% et 2.77 %.
- Classe 02 : Pente relativement faible comprise entre 2.77% et 6.99%.
- Classe 03 : Pente moyennement forte comprise entre 6.99 % et 12.81 %.
- Classe 04 : Pente relativement forte comprise entre 12.82 % - 20.38 %
- Classe 05 : Pente forte comprise entre 20.39 % - 37.1 %

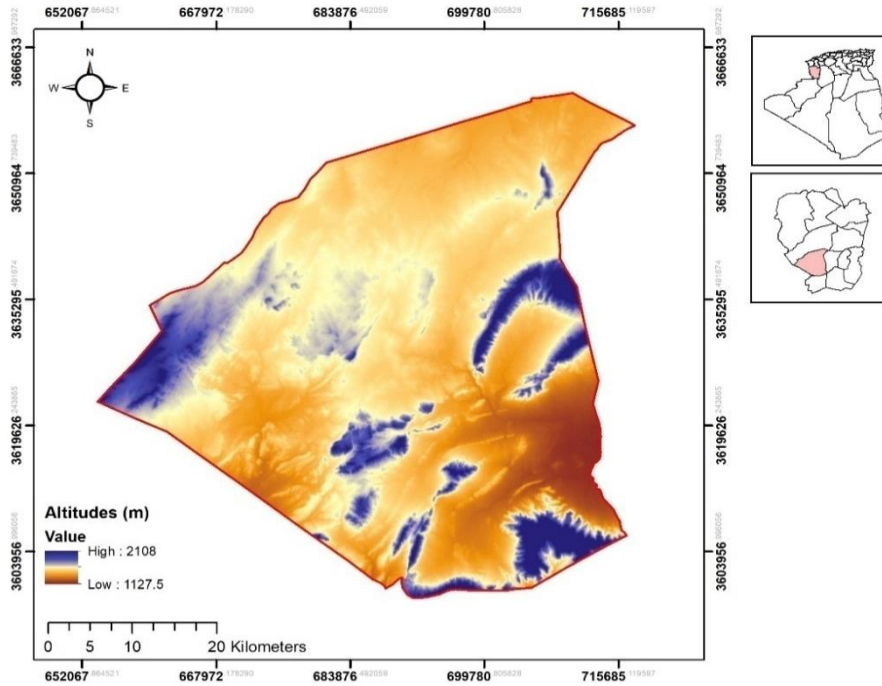


Figure 08 : Carte des altitudes de la région d'étude

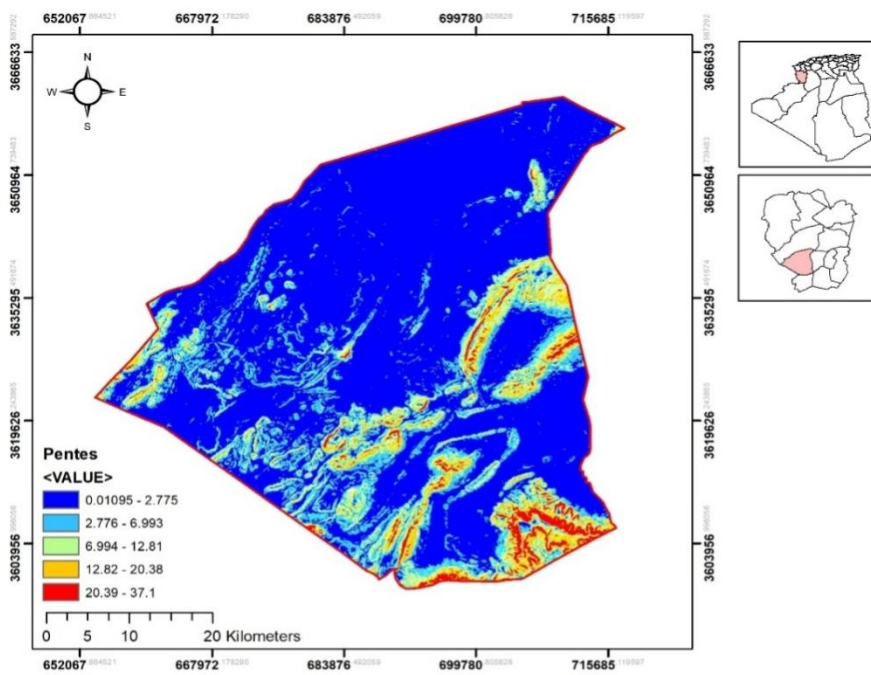


Figure 09 : Carte des pentes de la région d'étude

IV.1.3 Réseau Hydrographique

Le réseau hydrographique est l'un des composants les plus importants du bassin. Le réseau hydrographique peut prendre une multitude de formes. La différenciation du réseau hydrographique d'un bassin est due à quatre facteurs principaux qui sont : La géologie, le climat, la pente du terrain et la présence humaine. D'après la figure 10 qui représente le réseau hydrographique de la région d'étude, on remarque le réseau est moyennement dense ce qui favorisent la circulation des eaux superficielles dans les moins humides.

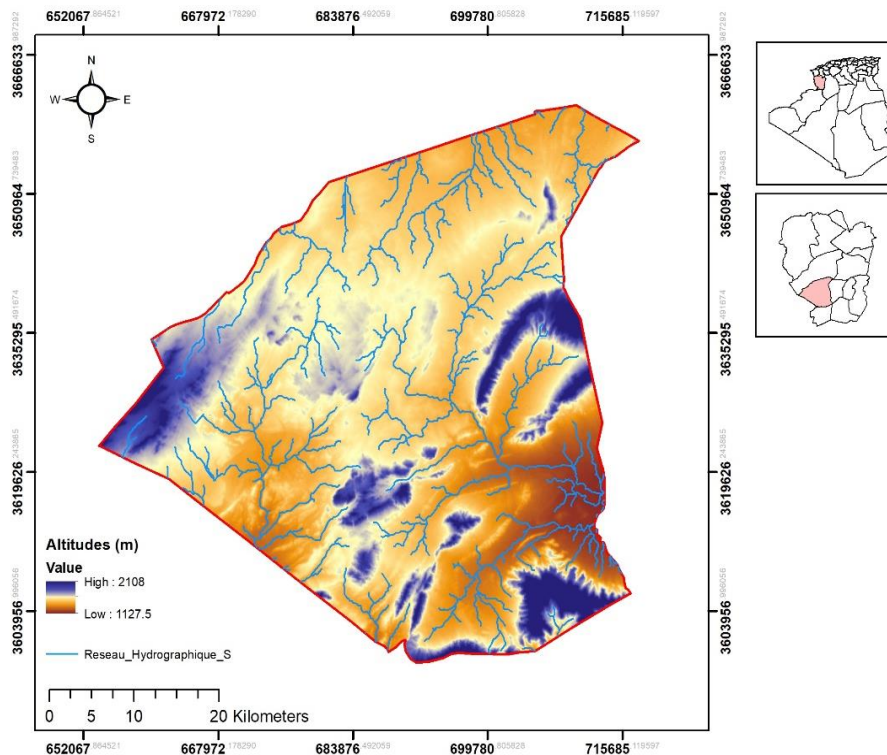


Figure 10 : Carte du réseau hydrographique de la région d'étude

IV.2. Répartition des points d'eau.

IV.2.1. Répartition des puits pastoraux

Dans la région d'étude on dénombre 17 puits pastoraux, destinés à l'abreuvement des éleveurs et de cheptels. D'après la figure 11 qui présente la répartition des puits pastoraux dans la commune de Sfissifa, on remarque que les puits sont concentrés dans la partie centrale.

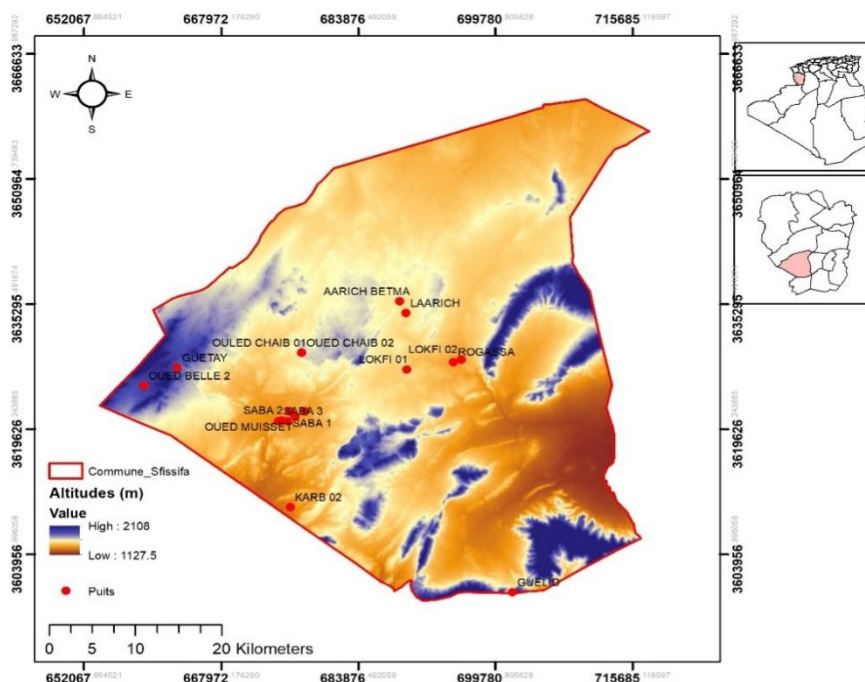


Figure 11 : Localisation des puits pastoraux au niveau de la commune de Sfissifa

IV.2.2. Répartition des forages pastoraux

D'après la figure 12 on remarque que de 13 forages pastoraux sont localisés généralement dans la partie centrale de la commune. L'usage de ces forages est souvent double : l'approvisionnement en eau des populations, d'une part, et l'abreuvement du cheptel et du bétail, d'autre part.

IV.2.3. Répartition des sources

Dans la région d'étude, seulement que 06 sources aménagés, sont utilisés par les éleveurs pour l'abreuvement de cheptel. La répartition géographique des sources est présentée dans la figure 13.

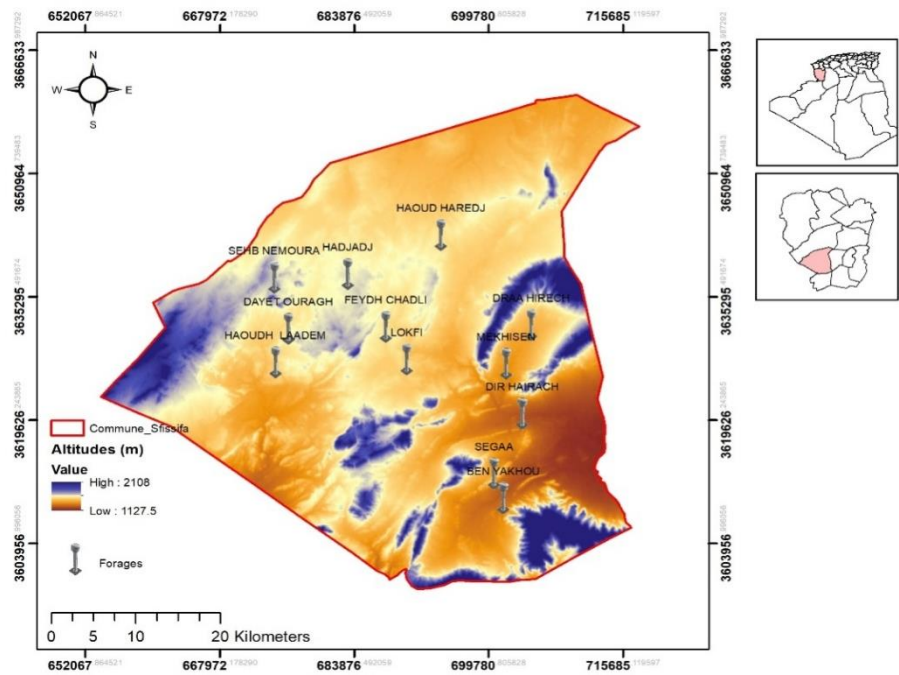


Figure 12 : Localisation des forages pastoraux au niveau de la commune de Sfissifa

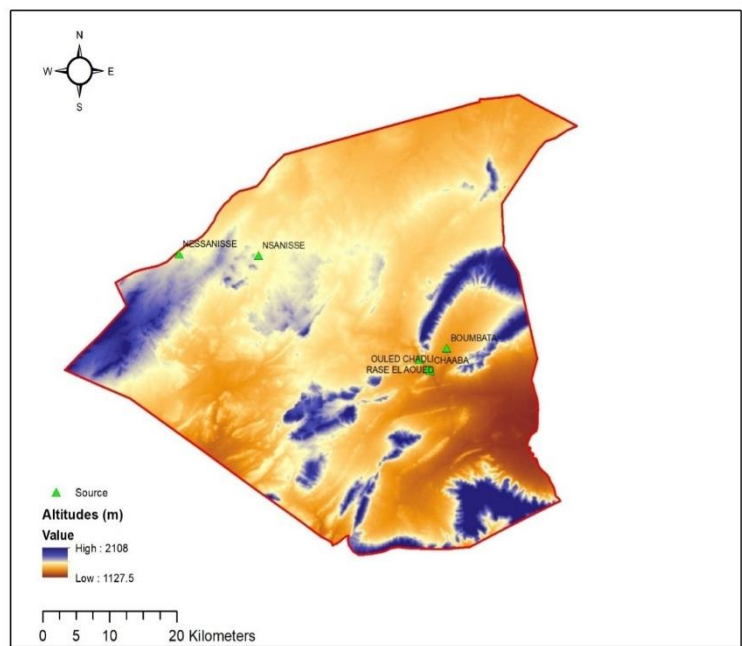


Figure 13 : Localisation des sources au niveau de la commune de Sfissifa

IV.2.4. Répartition des retenues collinaires.

Les eaux de surface, constituent un capital remarquablement variable dans le temps et dans l'espace. Après de longs mois de saison sèche, il survient un écoulement plus ou moins bref et localisé qui peut se montrer, selon les années, insignifiant ou représenter des crues violentes au caractère aussi dévastateur que momentané.

Une bonne connaissance de cette ressource et de ses fluctuations est un préalable indispensable à une gestion efficace de cette richesse. Les conditions climatiques qui règnent sur la plus grande partie de la région rendent les ressources renouvelables en eau superficielles non seulement irrégulières dans le temps, mais aussi non conservées dans l'espace. Selon la figure 14 qui présente la répartition géographique des retenues collinaires au niveau de la commune de Sfissifa, On remarque qu'elles sont regroupées généralement dans la partie Ouest et Sud-Est.

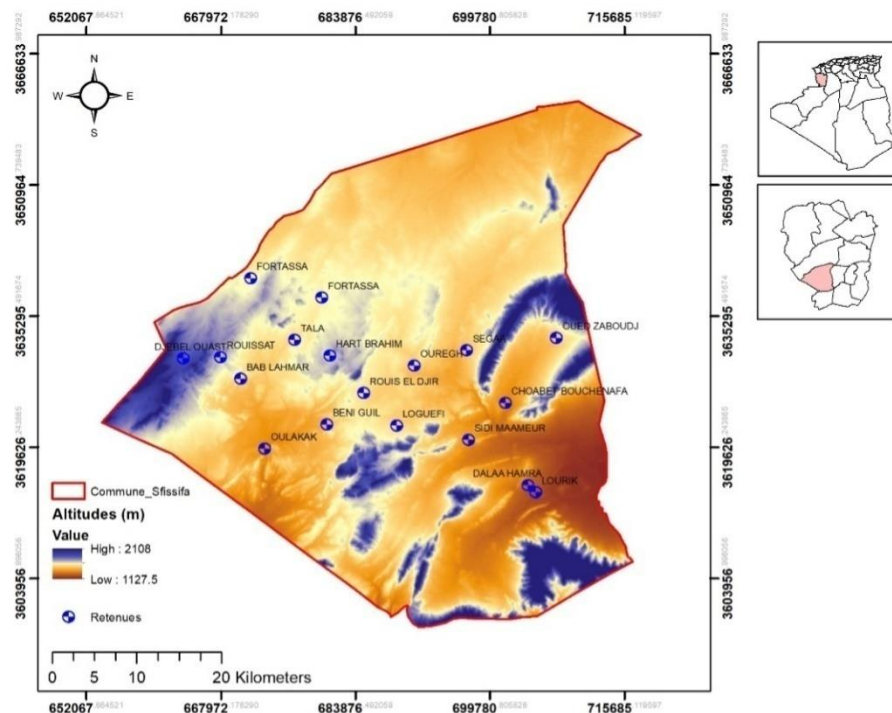


Figure 14 : Localisation des retenues collinaires au niveau de la commune de Sfissifa

IV.3. La variable proximité d'une ressource en eau

Partout dans le monde, comme dans la steppe Oranaise où les conditions naturelles sont rudes, la présence de l'eau présente une substance fondamentale pour le maintien de la population. Elle est aussi une composante de grande importance pour toute action de développement agropastoral et la régularisation des mouvements de la population et sa répartition dans l'espace. De plus, c'est de l'accessibilité des points d'eaux que dépend en grande partie l'intensité de l'exploitation du pâturage.

La wilaya de Naâma renferme de grandes potentialités hydriques. Toutefois, ces potentialités sont très peu exploitées et leur volume de stockage demeure inconnu. Jusqu'à présent il n'y a aucune étude hydrogéologique pour dresser un bilan exact, afin de savoir les limites de réserve d'eau souterraine pour tirer un réel profit et dégager une stratégie appropriée pour sa protection.

D'après la figure 15 qui présente la carte thématique finale des distances (en Km) par rapport aux ressources en eaux au niveau de la commune de Sfisifa. On remarque que :

- Les zones très proches des ressources en eau (Distance < 02km), occupant 480.5 km² soit 19.7 % de la superficie de la région d'étude.
- Les zones proches des ressources en eau (02km<Distance <04km), occupant 1100.46 km² soit 45.12 % de la superficie de la région d'étude.
- Les zones lointaine des ressources en eau (04km<Distance <10km), occupant 482.76 km² soit 19.79 % de la superficie de la région d'étude.
- Les zones très loin des ressources en eau (Distance >10km), occupant 357.9 km² soit 15.46 % de la superficie de la région d'étude.

D'après cette classification, on remarque que la région d'étude représente une bonne répartition des positions des ressources en eau, cependant la région du nord de la commune reste pauvre en point de vue ressources en eau.

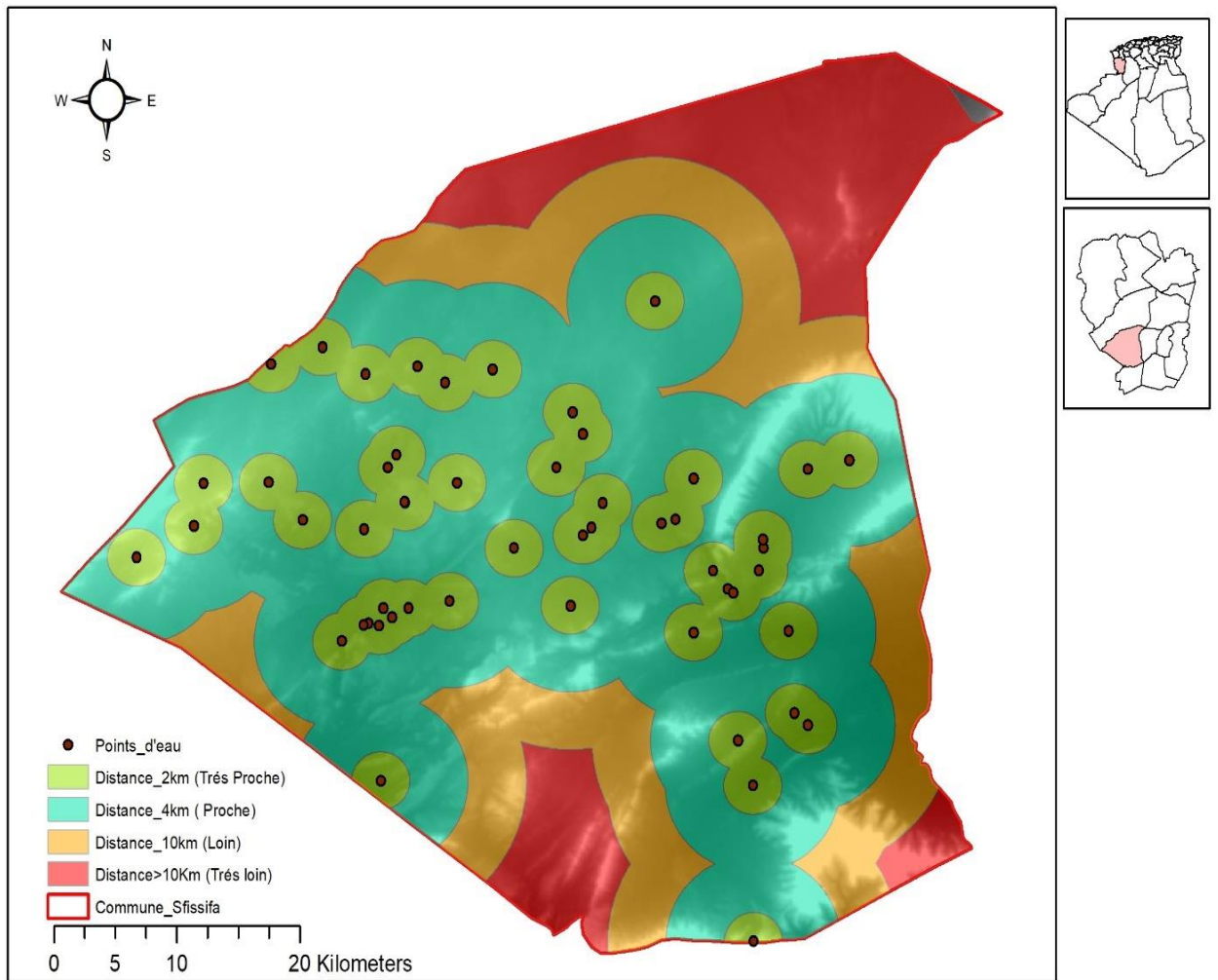


Figure 15 Carte des zones topons des distances (en Km) par rapport aux ressources en eaux au niveau de la commune de Sfisifa

IV.4 Estimations des besoins en eaux du cheptel

L'évaluation des besoins en eau est basée sur les effectifs actuels du cheptel au niveau de la commune de Sfissifa. Les besoins quotidiens en eau de bétail varient de manière importante selon les espèces animale. Les résultats des besoins en eau de cheptels dans la commune de Sfissifa son représenté dans le tableau 10

Tableau 12 : Estimation des besoins en eaux du cheptel au niveau de la commune de Sfissifa

Espèces Animale	Nombre des têtes	Quantité d'eau requise (litres/jour)	Consommation d'eau (m³/année)
Bovins	3073	40	44865.8
Ovins	142674	07	364532.07
Caprins	9066	05	16545.45
Totale	154813	52	425943.32

Estimation des quantités théorique de l'eau au niveau de la commune de Sfissifa.

On a calculé la quantité d'eau sur la base des quantités fourni par les forages, les puits pastoraux, sources et retenue collinaires :

- Les débits de forages dans la région d'étude varient entre 0.1 et 12 l/s, ce qui constitue un potentiel de 41035.8 m³/an d'eau pour l'ensemble des forages inventoriés. Toutefois, il est clair que l'utilisation de ces forages varie en fonction des saisons. En outre, dans la pratique, l'utilisation quotidienne de ces puits se situe, à moins de situation exceptionnelle, sur une base de 10 heures plutôt que sur une base de 24 heures.
- Les capacités volumétriques des sources et des puits pastoraux, sont estimés à 28382.4 m³ et 53611 m³ respectivement.
- La capacité volumétrique des retenues collinaires au niveau de la commune de Sfissifa varie de 5000 m³ à 100 000 m³. Il est à noter que ce type d'ouvrage ne garantit pas en tout le temps l'accès à l'eau de bétail, car il est fonction de la pluviométrie annuelle sur une zone étudiée. Il participe plutôt à l'accompagnement de la transhumance en année normale de pluviométrie en assurant, quelque mois par an, de l'eau au bétail dans des secteurs difficiles au plan hydrogéologique. Le potentiel global des retenues au niveau de la commune de Sfissifa est de 946535 m³. Selon notre enquête sur terrain, on

remarque que les éleveurs abreuvent leurs troupeaux à des retenues collinaires durant des laps de temps variant de 3 à 6 mois par années. Mais ces réserves d'eau sont si variables d'une à l'autre.

Le volume totale des ressources en eau est de 1,094,228.4 m³/an. Par ailleurs, du volume d'eau estimé, environ 946535 m³ (86.5 %) proviennent des eaux de surface et 147693 de m³. Par comparaison des besoins/ressources, dans la région d'étude, on remarque que la quantité d'eau est largement suffisante par rapport aux besoins et la quantité globale d'eau mobilisés (Figure 16).

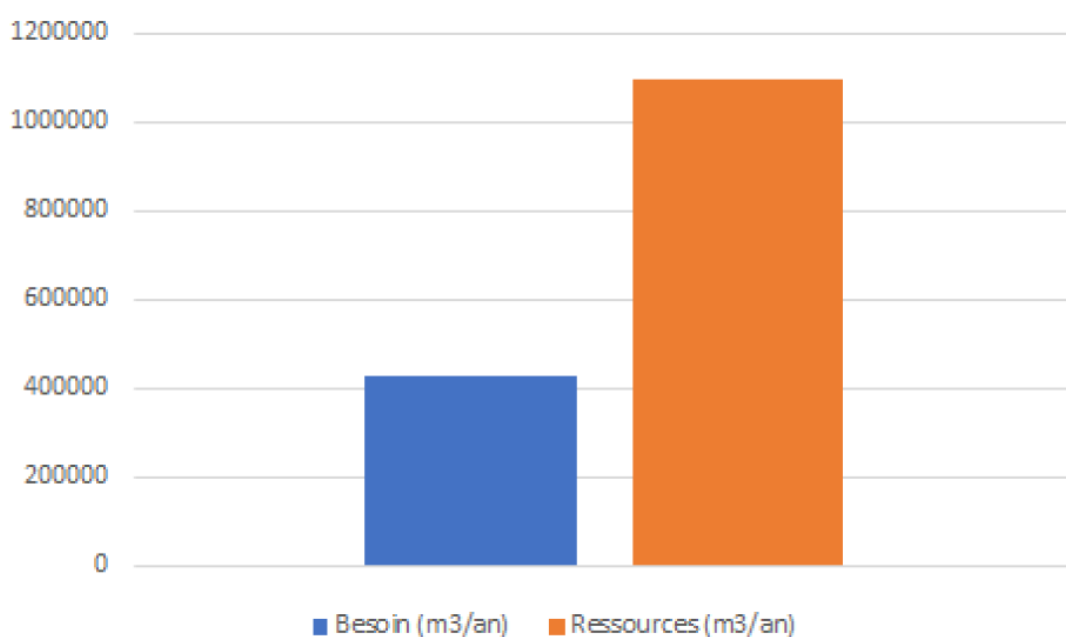


Figure 16 : Estimation Besoin/Ressources en eau dans la commune de Sfissifa

Conclusion Générale



Conclusion.

Au terme de cette étude, un total de 55 points d'eau (16 puits, 18 retenues collinaires et 13 forages) exploités a été inventorié lors des différentes enquêtes de terrain au niveau de la commune de Sfisifa.

D'après cette classification, on remarque que la région d'étude représente une bonne répartition des positions des ressources en eau, cependant on remarque que les ouvrages hydrauliques à usage pastoral sont surtout concentrés au centre de la commune de Sfisifa, dans une bande NW-SE. La densité des points d'eau pastoraux diminuant vers le nord de la commune.

Les besoins quotidiens en eau du bétail ont été évalués à 425943.32 m³/an. Le volume totale des ressources en eau est de 1, 094,228.4 m³/an. Par ailleurs, du volume d'eau estimé, environ 946535 m³ (86.5 %) proviennent des eaux de surface et 147693 de m³. Par comparaison des besoins/ressources, dans la région d'étude, on remarque que la quantité d'eau est largement suffisante par rapport aux besoins et la quantité globale d'eau mobilisés (Figure 16).

Au terme de cette étude sur l'apport des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour l'étude et la gestion des ressources en eau dans le milieu pastorale de la commune de Sfisifa, il y a lieu de relever plusieurs points fondamentaux :

- Le développement d'un Système d'Information Géographique (SIG) adapté à la gestion des ressources en eau nécessite l'intégration d'un ensemble de techniques propres à des domaines aussi divers que la géologie, la climatologie, l'hydrologie et l'hydrogéologie. Chacune de ces sciences apporte des éléments particuliers pour la compréhension des phénomènes étudiés tel que le fonctionnement des aquifères.
- Ce Système d'Informations engendre en particulier des besoins en termes d'acquisition, de conservation et de mise à jour des données dont la qualité scientifique ne supporte pas d'être dégradée.
- Les données sont rassemblées, manipulées et traitées sous ArcGis 10.7. L'utilisation de ce logiciel fut un succès et a permis une grande convivialité tant au niveau de la conception, qu'ensuite au niveau de l'utilisation de l'application.

- Le gain en temps et en efficacité pour cette étude est certain. Les données désormais regroupées, leur accès est simplifié avec notamment la possibilité d'effectuer des tris sur ces dernières au moyen des requêtes et d'utiliser ces résultats directement dans les 40 calculs statistiques et la représentation cartographique. Tout est intégré en un seul système qui regroupe toutes les fonctionnalités auparavant dispersées. Ceci évite entre autre, les erreurs de transcription de données d'un programme à l'autre, mais surtout permet une visualisation conjointe des données et des résultats venant de sources multiples.

Recommandations

Les principales actions à entreprendre par les collectivités locales sont :

- La répartition des ouvrages de l'hydraulique pastorale selon les besoins en eau du cheptel
- Favoriser l'exploitation des parcours en installant un maillage pour un point d'eau chaque les 6 km.
- Actualisation des effectifs du cheptel et des inventaires des itinéraires de déplacement.
- Un inventaire poussé des aires pastorales dans la région

Références bibliographiques :

- **Bachi M., (2011)** : Problématique du risque inondation en milieu urbain ; cas de l'agglomération de Sidi Bel Abbès. Thèse de Magister en Hydraulique Université Aboubakr BELKAÏD – Tlemcen, 128p.
- **Bouhafs S., (2015)** : Diagnostique agronomique sur les cultures de cas de la zone de Dzira (Ain Sefra). Master académique, Sciences Agronomiques. Université de Tlemcen
- **Bensaid A., (2007)** : SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une aride. Le cas de la wilaya de Naâma (Algérie).
- **Bousmaha T., (2012)** : Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alfatière dans la mise en défens de Nofikha. (Naâma). Magister en Foresterie, Université de Tlemcen
- **Derdour A., (2019)** : Cours de l'hydraulique pastorale et la Gestion de l'eau. Pour la promotion Masters agro-pastoral. Centre universitaire de Naâma.
- **Derdour A., (2018)** : Modélisation Hydrologique pour la protection de la ville d'Ain Sefra contre les inondations
- **Djebauli S., (1984)** : Steppe Algérienne, Phytosociologie et écologie. Ed. OPU. Alger. P159.
- **DSA, (2020)** : Direction de service agricole de Naâma .Fichier pdf.
- **Galmier., (1970)** : Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Atlas Saharien, Algérie). Thèse Doctorat d'état. Fasc. Sc. De Paris. 320 p.
- **Guerine L., (2019)** : Cours géomatique et système d'information géographique(SIG) Pour la promotion Masters agro-pastoral. Centre universitaire de Naâma.
- **HCDS, (2019)** : Hautes Commissariat de développement de la Steppe. Fichier pdf,excel.
- **Kacemi A., (2014)** : Evolution litho structurale des Monts des ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection.
- **Laurent F., (1992)** : Méthodologie d'étude de la vulnérabilité d'une prise d'eau de surface - traitement par un SIG - application au bassin versant du Vizézy (Loire). Mémoire de DEA, Université de Saint-Etienne.
- **PNE, (2018)** : Plan National de l'eau, ministère des ressources en eau Algérie
- **Site officiel d'ESRI** : éditeur de la suite Arc GIS <http://www.esri.com/>