

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE DES FRERES

MENTOURI – CONSTANTINE 1

جامعة 1  
منتوي قسنطينة

FACULTE DES SCIENCES DE  
LA TERRE, DE LA GEOGRAPHIE ET  
DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

N° d'ordre :37/AM/2019

Série :33/DS/2019

كلية علوم الأرض  
الجغرافيا والتهيئة العمرانية

**THESE**

**Pour l'obtention du diplôme de Doctorat es Sciences**

**Option : Aménagement du territoire**

**(Aménagement des milieux physiques)**

**Le Thème**



**Présenté par**

***Mme : RAMOUL Sihem***

***Sous la direction du : BENZAZZOUZ Mohamed Tahar***

**Soutenu publiquement le 14 février 2019 devant le Jury composé de :**

<b>Président</b>	NEMOUCHI Abdelmalek	Professeur	université frères Mentouri-Constantine 1
<b>Rapporteur</b>	BENZAZZOUZ Mohamed Tahar	Professeur	université frères Mentouri-Constantine 1
<b>Examineur</b>	KHIARI Abdelkader	Professeur	université Larbi Ben M'hidi - Oum El Bouaghi
<b>Examineur</b>	BRAHMIA Khaled	Professeur	université Badji Mokhtar-Annaba
<b>Examineur</b>	CHABOUR Nabil	Professeur	université frères Mentouri-Constantine 1
<b>Examineur</b>	MOSTEFAOUI Tewfik	Professeur	CRSTRA -Biskra

**Année universitaire 2017-2018**

## **Remerciements**

*Ce travail n'aurait pas vu le jour sans l'aide de plusieurs personnes et organismes. C'est tout le plaisir pour moi de leur adresser mes vifs remerciements, à tous ceux qui, de près ou de loin, n'ont pas ménagé leurs efforts pour m'encourager, m'aider.*

*En Premier lieu : à Monsieur **le professeur Benazzouz .Med Tahar** qui a accepté de diriger notre travail, sa grande connaissance dans tous les domaines surtout la géomorphologie*

*J'exprime ma gratitude à tous les membres de jury qui ont bien accepté d'évaluer mon travail*

*Ma reconnaissance s'adresse également à mes collègues de département de science de la terre et univers à université de Batna2: Samai. F , Drifi.N, Haddad.L, Mahmahi.F, kararcha. H .....*

*Je remercie Monsieur **Aouachria .T** (département de physique université El Hadj lakhdar –Batna ) pour le soutien moral*

*Ma très chères amies : cimale.N, Mazhoude.L...à université d'OEB.*

*Je remercie les services techniques de la wilaya d'oum El Bouaghi : la direction d'agriculture, conservation des forêts (Aïn-M'lila), la direction hydraulique, les services technique des APC, DPAT, l'environnement ....*

*Je remercie Monsieur **Serradj.Aziz** à université de louis pasteur Strasbourg pour leur soutien matériel surtout dans le domaine de la télédétection spatiale, sans oublier **Monsieur Laaouane .Mohamed** de laboratoire d'analyse Géo – environnement et aménagement(LAGEA), université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fes-Maroc*

*Je ne saurais oublier l'immense soutien moral, les encouragements motivés par ma petite famille*

*Dédicace*

*A Mes très chers parents,*

*A mon époux **AZIZ** qui a partagé avec moi le bonheur et  
les difficultés durant mes recherches*

*A mes trois enfants : **Mouatez, Zaid , Maher***

*A mes frères et sœurs.*

*A ma grande famille*

*Je dédié ce travail*

# **Introduction Générale**

## Introduction

L'homme s'est tellement bien adapté à son milieu naturel qu'il a su profiter au maximum des ressources disponibles et qui a fini par les dépenses sans comptes. Le constat est là : La planète entière est malade. En effet, désormais, tous les milieux sont atteints par la dégradation, les écosystèmes sont détériorés, la désertification de pays entière et un appauvrissement de la ressource en eau s'est accentuée (Nicole.D et al 2009).

L'Environnement tire son origine du mot *environner* en C.1300 selon André. P et al (2010) qui est utilisé dans le sens de « circuit » de « contour » (Le Grand Rebert 1972). Il a plusieurs définitions :

- L'environnement au sens d'environnement naturel qui entoure l'homme est plus récent et s'est développé dans la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle (Ferry.L 1995)
- L'environnement est à différencier du mot nature qui désigne les relations complexes existant entre les êtres vivants formant la biocénose et le biotope. On parle de l'écosystème dans l'écologie (Comolet. A1991)
- Selon programme des Nations Unies pour l'Environnement, créé en 1972 (PNUE) définit l'environnement comme « l'ensemble des conditions naturelles, physiques, (chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques), susceptibles d'agir sur les organismes vivants et sur les activités humaines ». Ainsi, une première approche considère donc l'environnement comme étant constitué au sens large de tout ce qui entoure l'homme (Milbrath.I. W1997, André. P et al 2010).
- L'environnement dans la géographie détermine la relation entre les facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques associés à un territoire. La relation entre la nature – société dans une dimension temporelle et spatiale : c'est le milieu naturel ou le milieu physique (Tabeaud .M 2009).

Le milieu naturel du géographe est plus complet que l'écosystème de l'écologiste (Demangeot.j 2000, Veyret.Y 1998, Veyret.Yet al 2002), et étant ; des géographes nous étudions la dégradation du milieu naturel dans cette recherche. Cette notion d'environnement englobe aussi l'étude ; des impacts de l'homme et ces actions engagées dans l'objectif de les réduire.

## Qu'est-ce que la dégradation de l'environnement ?

En relation avec les définitions du terme « environnement » précédemment explicité, la « Dégradation de l'environnement » définie comme la dégradation des conditions naturelles qui constituent le milieu de vie (hommes, animaux, plantes) résultants des activités humaines (Clark.R 1986, Desroches A et el 2007, Saadi. S 2015)

## Evaluation environnementale

L'évaluation de la dégradation de l'environnement doit apprécier l'importance d'un événement et évaluer le risque qui menace le milieu de vie. (André. P 1993). Le processus systématique de cette évaluation consiste à évaluer et à documenter les possibilités, les capacités et les fonctions des ressources, des systèmes naturels et humains afin de faciliter la planification du développement durables et la prise de décision en général, ainsi qu'à prévoir et à gérer les effets négatifs et les conséquences des propositions d'aménagement particulières (Citet 2000, Dieye A.M 2002, André. P et al 2010,).

Cette évaluation est intéressante puisqu'elle nous permet l'identification des problèmes environnementaux en général d'une part et de déterminer la nature et le mode d'intervention d'autre part. Ces problèmes peuvent se traduire par des phénomènes jugés plus au moins graves, comme par exemple : la désertification, la pollution de l'eau, de l'air, du sol, du couvert végétal, des habitats ainsi que les risques naturels. Ces maux ont donné lieu à plusieurs discussions entre les nations unies, plus particulièrement, la conférence des nations unies de Stockholm 1972, qui a mis en place la Commissions mondiale sur l'environnement et le développement (1983), le sommet de la terre de Rio (1992), celui de Johannesburg (2002) et les négociations qui ont précédé la signature de plusieurs convections. (PNUE, Gendron .C et al 2000, André. P et al 2010).

Dans le souci de rationaliser les interventions humaines, toutes les déclarations qui ont pu émerger des rencontres et sommets internationaux insistent sur la protection de l'environnement et la prise en compte des questions environnementales lors de l'intervention humaines.

La préservation de l'environnement est un des trois piliers du développement durable (dimension économique, sociale et environnementale). (PNUD 1997, Revéret J.P 2002, Andre. P et al 2009).

L'Algérie, comme tous les pays du monde, est menacée par le fléau de la dégradation de l'environnement et est confrontée actuellement à de sérieux problèmes environnementaux telle que :

- La dégradation de différente l'écosystème.
- Les pollutions engendrées par les rejets d'eaux industrielles et domestiques non traitées (des rejets des eaux usées domestiques dont le volume annuel est estimé à 600 millions de m<sup>3</sup> (MATE 2002).
- L'érosion hydrique et éolienne : les surfaces menacées par la dégradation due à la désertification et à l'érosion hydrique sont estimées à 50 millions d'hectares elle représente plus de 20 %de la surface totale du pays qui est de l'ordre de 238 millions d'hectares. (Mostephaoui et al2013).
- Les risques naturels (surtout les inondations) touchent la majorité des villes algériennes.

En conséquence, l'état de l'environnement en Algérie est devenu, ces dernières années (surtout à partie de 1980) est très préoccupant à cause des conséquences de la dégradation qui sont susceptibles d'être catastrophiques et irréversibles. (Rapport national sur l'état et l'avenir de l'environnement(RNE) 2000, RNAE-DD 2002, ONS 012, Ramdane. A 2011)

L'espace Algérien est constitué de quatre types de reliefs : du littoral, des tells (tellien et saharien), des Hautes Plaines et du Sahara. Sur ce vaste territoire, notre étude se rapportera sur un échantillon des Hautes Plaines de l'Est Algérien qui connaissent aujourd'hui des problèmes environnementaux majeurs, qui englobe les formes de la dégradation de l'environnement en se localisant sur la région d'Oum El Bouaghi.

## 1. Etat de l'art

L'état de l'art concernant les travaux liant la problématique de la dégradation de l'environnement dans les Hautes Plaines d'Est Algérien, surtout celui de la région d'Oum El Bouaghi reste limité.

Plusieurs recherches ont été réalisées sur la zone, dans quelques disciplines dont on peut citer :

- La géologie est la seule à avoir mené un inventaire systématique. Parmi les travaux utiles pour l'étude des Hautes Plaines : Laffitte R1952, Despois. J 1952, Voûte.C 1967, Raoult.J .F1974, Vila. J. M 1986, Chadi1991. C.Benabbas 2006

Vila. J. M 1986 : La synthèse sur la chaîne alpine d'Algérie orientale, Chadi1991 a présenté une synthèse des données stratigraphiques et structurales et tectonique de la plate-forme constantinoise (les monts d'Aïn- M'lila). Une nouvelle approche pour l'étude structurale de la tectonique récente du Constantinois est proposée par C. Benabbas 2006

- Bien que la géomorphologie de l'Est Algérien est investie par de nombreux chercheurs tels que Tihay j.p 1972, Marre et Quinif 1981, Benazzouz M 1986, Quinif. Y 1975, et d'autres, l'investigation du domaine reste encore loin d'être complète. Benazzouz M 1986 était le seul géomorphologue qui a précisé les causes de l'endoréisme sur les Hautes Plaines à travers l'étude de la sebkha Tarf, qui s'avèrent liées à une aridification progressive du climat pendant le quaternaire récent. Cet assèchement climatique a abouti à la formation de sebkha qui se substitue à l'ancien réseau hydrographique exoréique. La morphodynamique de cette zone s'effectue sous la dépendance des actions éoliennes et se traduit par la construction des lunettes. Un autre aspect a été présenté par Quinif. Y 1975 et Marre 1981. Ils ont montré que Dj Guérioun et sidi Reghiss étaient les deux points les plus cumules dans la région des Hautes Plaines constantinoises. C'est un modèle qui a été très nettement marqué par le froid, deux périodes de creusement karstique (Moulouya et du Tensiftien), des niches de cryonivation et des glacis-cône à matériel grossier.

- L'étude climatique doit se référer aux travaux de Seltzer. P 1946, ou on trouve une carte pluviométrique de l'Algérie, dressée par Paul Seltzer, et complétée par des annuaires météorologiques.

-Le milieu physique, le climat, l'agriculture, l'aménagement rural et la transformation du milieu naturel dû à la dégradation du couvert végétal, ont été investigués par Côte. M 1977, qui a décrit le milieu naturel des Hautes Plaines de l'Est Algérien. Il affirme que l'homme est directement responsable de toutes les formes de la dégradation, par ses différentes interventions dans ce milieu à partir de l'époque Numidie, jusqu'à présent.

Après il a consacré d'autres ouvrages toujours sur l'Algérie oriental en 1988, et en 1996. (L'Algérie espace et société, en 1996 : L'Algérie ou espace retourné et en 1998 ; les régions bioclimatiques)

-Dans le domaine d'hydrologiques et hydrogéologiques Mebarki. À 1984, 2005, 2010 a présenté des études détaillées sur les ressources en eau et aménagement dans l'Est Algérien. Il a présenté l'apport hydrologique des cours d'eau (en 1984), le bilan d'écoulement avec une cartographie la protection des hydro-systèmes (en 2005) et enfin l'aménagement des eaux de surface par le biais de barrages –réservoirs (en 2010). Nous citerons aussi quelques études ponctuelles et récentes comme l'étude de GUIDOUM. À 2004, 2017 et Dalí N 2009.

GUIDOUM. À 2017 : il a recensé et présenté les aménagements et les techniques de mobilisation des eaux de surface dans la Seybouse-Aurès, leurs impacts, leurs efficacités et les contraintes auxquels ils sont confrontés.

Pour l'étude de la dégradation de l'environnement, la consultation des études qui ont été menées par des chercheurs nationaux restent intéressantes et utiles dont on peut citer :

- L'aménagement rural, et la salinisation des sols ont été étudiés par (Cherrad 1999, Gouaidia.L 2013, Bouhata.R 2007, 2015).

La dégradation du périmètre d'irrigation dans la région d'Aïn- M'lila à cause des statuts fonciers, et les stratégies paysannes (Cherrad 1999).

La plaine de Gadaine dans les Hautes Plaines Constantinoises est menacée par une dégradation environnementale par la salinisation des sols, et grâce à l'utilisation de la télédétection qui permet la réalisation d'une cartographie spatiale de la salinisation du sol dans la plaine (Bouhata.R 2007, 2015).

L'irrigation par des eaux salines de la nappe phréatique va provoquer la salinisation des sols comme le cas de plaines de Meskiana dans la wilaya d'Oum El Bouaghi. (Gouaidia.L 2013)

La dégradation des zones humides qui a été étudié surtout par les écologistes (la biodiversité :) on cite : Houhamdi et al, 2008, 2009, Saheb2008, Samraoui, B 2006

Amarouayache M 2010. Houhamdi.et al 2008 : l'éco-complexe de zones humides des Hautes Plaines de l'Est algérien constituent des zones d'hivernage pour de nombreux oiseaux d'eau ( . Depuis 2001, le nombre des oiseaux d'eau est démunie à cause des *Flamants roses* *Phoenicopterus roseus*, les anatidés *Tadornes de Belon* *Tadorna tadorna*, canards souchets *Anas clypeata*, Canards pilets *Anas acuta* et canards siffleurs *Anas penelope*) l'assèchement précoce, d'aménagements hydrauliques en vue de favoriser une agriculture plus intensive.

Adad, M et al 2011 : qui a étudié la dégradation de l'environnement urbain à cause de la transformation sociale et urbaine des villes le cas de la ville d'Ain Fakroun.

Les études ont été menées tout récemment par plusieurs chercheurs au niveau national ou international qui ont tenté d'évaluer le changement de l'environnement à l'échelle temporelle et spatiale. Ils se sont intéressés aux effets de changement de l'occupation du sol sur l'environnement à l'aide des nouvelles techniques, telles que l'utilisation de la télédétection en vue de l'étude intégrée du milieu naturel et de sa dynamique, le système d'informations Géographiques (SIG) (Rigaux, P 1997), le système de positionnement global (GPS) et la géomatique<sup>2</sup> qui a permis d'arriver à certains résultats tels que :

La cartographie de la salinisation des sols dans les zones des chotts, élaborer une cartographie détaillée de la dynamique d'occupation du sol à différentes dates, repérer spatialement les zones les plus vulnérables aux pressions de la population, évaluer l'érosion hydrique, la dégradation du couvert végétal, l'étalement urbain...

Il est également nécessaire de signaler que la majorité des recherches actuelles sont réalisées à l'aide de ces techniques. Ci-après à titre d'exemple, une liste de quelques chercheurs nationale et internationale (Douaoui 2005, Bouhata R 2007, 2015, Bensaid et al 2007, El Garouni et al 2007, Samaali, 2010, Salah Eddine et al 2011, Mostephaoui et al 2013, Ramoul et al. 2014, .....).

---

<sup>2</sup>-La géomatique : une discipline ayant pour objet la gestion des données à référence spatiale par l'intégration des sciences et des techniques reliées à leurs acquisitions, leur stockage, leur traitement et leur diffusion (Bergeron, 1992)

-Samaali, 2010 : L'objectif principal de son étude est d'élaborer une cartographie détaillée de la dynamique d'occupation et d'utilisation du sol dans le delta de Mejerda grâce à l'utilisation de la télédétection.

-Ramoul. S et al 2014 : la cartographie de la sensibilité multifactorielle à l'érosion hydrique dans le bassin versant d'oued El Klab (Sigus) en basant sur la télédétection et le SIG

-El Garouni et al 2007 : Apport de la télédétection et du SIG pour le suivi spatio-temporel de l'occupation du sol et de l'érosion nette dans le bassin de l'Oued Tlata (Maroc).

Toutes les études réalisées sur la région d'Oum El Bouaghi sont localisées, ont été faites au moyen de différentes approches dont on peut citer : l'approche systémique, l'approche analytique, l'approche géomorphologique, et géologique, l'approche historique, l'approche hydrologique....

L'ensemble de ces travaux importants nous ont permis de mieux saisir la place de l'environnement physique dans la région d'Oum El Bouaghi et de pouvoir dégager un thème sensible autour de la dégradation avancée à travers la région.

Aussi nous avons privilégié une approche originale de l'évaluation de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi appuyée par l'analyse de la dynamique et l'évolution de l'environnement (milieu naturel) basée sur les investigations répétées sur le terrain en prenant des mesures et des levés. Notre recherche développera des applications des différentes techniques nouvelles, comme l'utilisation des images satellitaires (la télédétection), SRTM...) nous permettra d'actualiser l'état de l'environnement.

## 2- Situation géographique des Hautes Plaines de l'Est Algérien

Les Hautes Plaines de l'Est Algérien se présentent comme un long couloir tendu d'Ouest En Est, entre les deux alignements montagneux du tell au Nord et du mont de Hodna –Aurès-pays Nememcha au Sud qui couvre les wilayas suivantes : Tébessa, Oum El Bouaghi, Batna, khenchla, Setif et Bordj Bou Arriridj (ANAT 2007, 2014).

D'après (M. Côte 1981) les termes « Haute et plaine » désignent :

**Plaine** : elle n'est pas d'une platitude générale et sa topographie est toujours dominée mais jamais dominante (leur platitude est héritée du quaternaire c'est le dernier bastion villafranchien (Tihay 1972), la dénivellation est de plusieurs centaines de mètres par rapport aux petits massifs qui les parsèment de 800 – 900 mètres par rapport aux marges méridionales (Aurès).

**Haute** : elle l'est par son altitude absolue dont la moyenne est de 800 m, elle s'inscrit entre les courbes de niveau 700-1000 m. La courbe 1000 m suit avec une rigueur étonnante le pied des massifs méridionaux.

### 1.1. Localisation de la zone d'étude

Le terrain d'étude se situe au sud des Hautes Plaines constantinoises<sup>1</sup>, dont les limites administratives se trouvent dans la partie Ouest de la wilaya d'Oum El Bouaghi et dans la partie nord Est de la wilaya de Batna et Sud Est de la wilaya de Constantine (Figure 1).

Les limites hydrologiques de la zone d'étude appartiennent aux deux grands bassins versants : le bassin Kebir El Rhumel (BV10) et le bassin versant des haute plateaux constantinois (BV07).

Cette région s'étend sur une superficie totale d'environ 6041,86 km<sup>2</sup> soit 604186 hectares y compris 647,75 km<sup>2</sup> (64757 hectares) pour le complexe des chotts et de sebkha (Figure 1). Elle se situe approximativement dans les fourchettes des coordonnées Géographiques suivantes :

- Latitude : 35°33'00" Nord et 36°4'00" Nord
- Longitude : 6 °0" Est et 7° 17' 30" Est

---

<sup>1</sup>-Les Hautes Plaines Constantinoises : présenté du nord au sud : les Hautes Plaines Constantinoises, le pays des lacs salés et les massifs montagneux de l'Aurès et du Belzma ( Despois J 1952, Benazzouz.M 1986).

Ses limites topographiques sont constituées successivement par des Dj Guérioun (1729m) et Dj Fortass 1417m au centre.

-Au Sud, elles sont par Dj Fedjouj , Ank Djemel ,Oum Kchrid, Dj Guellif , Dj Tarf ,Dj Bou Arif ou on trouve les sabkhra et Garaet ( Gueliff, Annk Djemel , Tarf ,El Marhsel)

-A l'Ouest, la zone d'étude est limitée successivement par Dj Sidi Reghiss 1417m, les collines du chebket Es Sellaoua

-Au l'Est, la zone est limitée par Dj Nif Ennser, Dj Guelaat O<sup>ed</sup> Sellam, Dj Hamouda

La zone étudiée est couverte par les feuilles de la carte topographique à l'échelle 1/50000 Lambert (1960). Qui comprennent El khroub, Aïn- M'lila, Aïn- Fakroun, Aïn- Babouche, Ain yagout, Aïn-Kercha, conrobert, El Maadher, Lutaud et Gareat Et Tarf (Tableau 1)

On note aussi que les feuilles : Aïn- M'lila Ouest ; Aïn- M'lila Est, Aïn-Fakroun Est, Souk-Naâmane Est Souk-Naâmane ouest, Oum El Bouaghi Ouest portées par la carte topographique à l'échelle 1/50000 : projection UTM (1993) et celles concernant Constantine, Batne et khanchle de la carte topographique à l'échelle 1/200000

	El Khroub N°97	
Aïn- M'lila N °120	Aïn- Fakroun N°121	Aïn- Babouche N°122
Aïn-Yagout N°146	Aïn- Kercha N°147	Conrobert N°148 (Oum El Bouaghi)
El Maadhrer N°173	Lutaud N°174 (Boulhilet)	Gareat El Tarf N°176

Tableau 1 : Les cartes topographiques au 1/50000 couvrant la zone d'étude

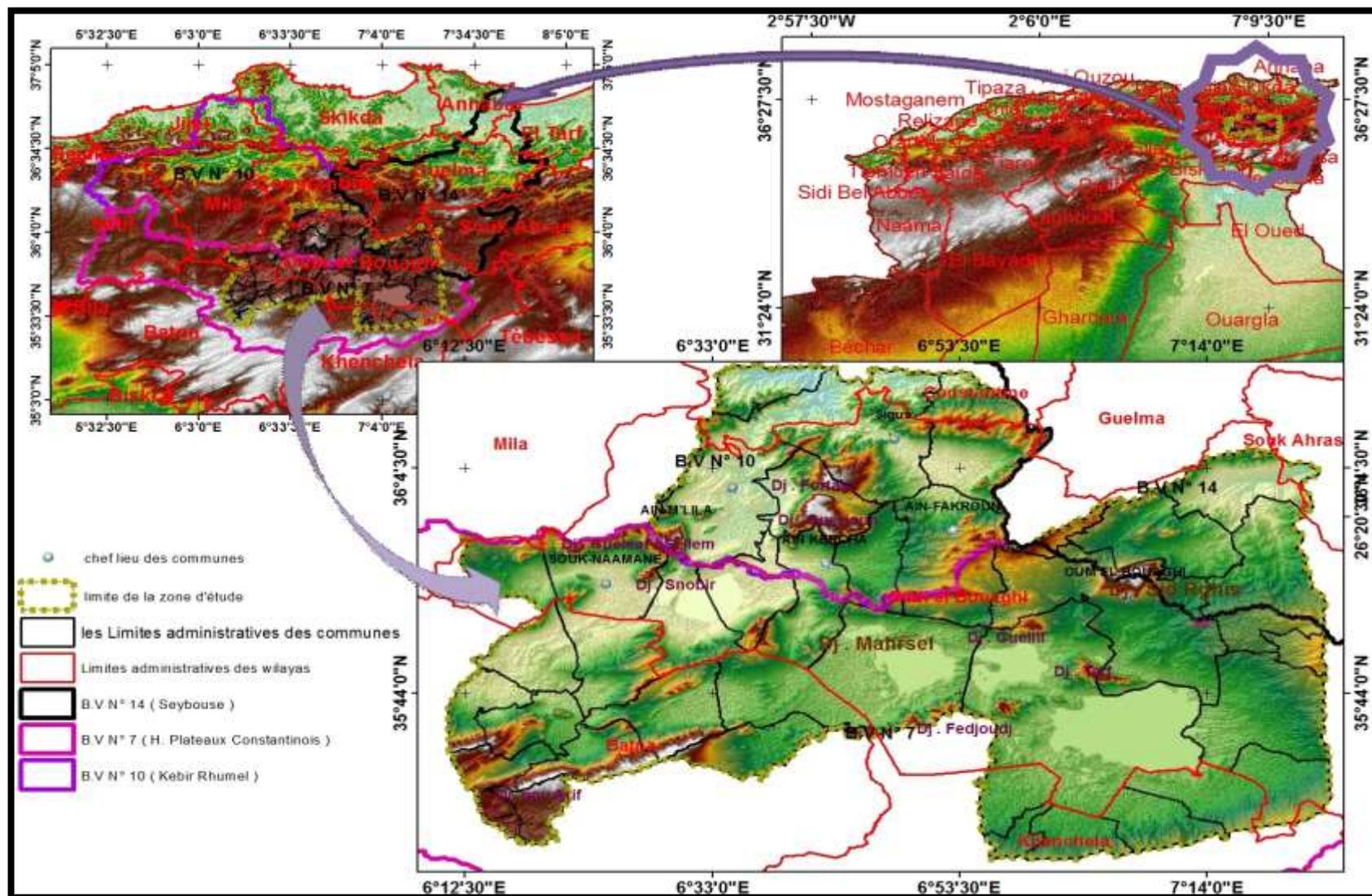


Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude

### **3- Problématique**

#### **3.1. Choix et motivation du sujet**

La région d'Oum El Bouaghi a fait l'objet de plusieurs études localisées, sans qu'il y ait une synthèse cartographique de la dégradation de l'environnement.

Les analyses de certains paramètres de la zone d'étude sont en majorité basées sur des approches anciennes.

Pour une mise en valeur optimale de l'espace, la connaissance précise du terrain, de sa dynamique est indispensable. Aujourd'hui, l'extension des méthodes d'analyses intégrées comme les systèmes d'informations géographiques (SIG) Rigaux, P 1997), et les avantages de la télédétection aérospatiale, nous permettent d'approfondir les études en accédant à une information multi-scalaire et multi-temporelle, jadis inaccessible, et de faire une cartographie numérisées détaillée, facilement gérable et mise à jour. (Samaali 2010)

L'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi a subi plusieurs contraintes de diverses origines qui posent des pressions de plus en plus fortes. En plus des agents naturels,

L'intervention de l'homme a fait subir à la zone d'étude des changements dans les caractères de l'espace et a provoqué de graves problèmes dont nous citons :

- ✓ **Le développement urbain** qui suivi par des impacts négatifs sur l'environnement (La pollution, l'inondation...), et dégradation du cadre de vie urbain, comme dans les villes d'Oum El Bouaghi, Sigus, Aïn- Kercha ...
- ✓ **Des aménagements** (infrastructures routières, aménagement hydraulique...), des interventions qui ne sont pas toujours adaptés au sein des zones à risques d'inondation comme sur les plaines de Sigus et d'Aïn-M'lila.

- ✓ **La dégradation du sol** par :
  - **L'érosion hydrique** : à cause de l'anthropisation des versants par l'occupation des sols dans les fonds des vallées comme c'est le cas du bassin versant d'oued El klab.
  - **La salinisation du sol** des périmètres irrigués de Fourchi dans la plaine d'Aïn-M'lila et dans les zones limitrophes du chott et sebkha (chott Tinsilt)
- ✓ **Une dynamique fluviale très active** dans la vallée d'oued El Klab, qui présente une menace sur la plaine et la ville de Sigus.
- ✓ **La surexploitation des nappes souterraine** : la plaine d'Ouled Sellem est classée comme une zone rouge (aucune autorisation délivrée pour la réalisation d'un puits ou d'un forage), les ressources souterraines ont nettement régressé en raison de la baisse du niveau piézométrique et de l'augmentation de la salinité. Les agriculteurs de la zone ont orienté leur vocation vers les cultures commerciales résistant à la salinité des sols tels que le tabac et la luzerne comme dans la plaine de Souk-Naâmane.
- ✓ **Variabilité de la surface des plans d'eau** : les zones humides (chott et sebkha), les zones de stagnation des eaux pluviales (apparition des lacs dans la plaine d'Aïn-M'lila).

### 3.2. Les objectifs

L'objectif principal de la présente étude est d'avoir une analyse détaillée de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi, espace jugé très sensible et à haut risque (la région d'Aïn-M'lila), en se basant sur les indicateurs et les processus d'évolution de la zone.

Cette étude suppose le recours à des outils de suivi bien adaptés, comme les systèmes d'informations géographiques, les données satellitaires disponibles dans le cadre de cette étude et le terrain.

Notre travail est axé sur :

- La détection des formes et des types de la dégradation de l'environnement dans la zone d'étude.

- Analyse de l'évolution de la dégradation de l'environnement à l'aide de la télédétection par une cartographie d'occupation du sol selon le traitement des images satellitaires à différentes dates. (Étude diachronique).
- À l'évaluation de cette dégradation dans, l'écosystème forestier, l'espace bâti ou l'étalement urbain et les plans d'eau.
- À l'étude de l'impact de cette dégradation (un bilan de la dégradation)

### **3.3. La méthodologie**

Pour étudier l'évaluation de la dégradation de l'environnement nous procédons comme suit :

-Une recherche et analyse bibliographique, sur les différents travaux réalisés sur la région des Hautes Plaines pour avoir une idée sur la zone d'étude, comment utiliser les nouvelles techniques (télédétection, SIG) dans cette recherche et se familiariser à la reconnaissance et l'investigation sur le terrain.

-La mise en forme d'une base de données à travers plusieurs documents (cartes topographiques et géologiques, photographies aériennes à différentes dates, images satellitaires, plans d'aménagements, études...).

-L'investigation sur terrain pour confirmer et/ou de compléter certains résultats obtenus (traitement des images satellitaire et les photos interprétations).

- Les documents obtenus aideront à cartographier et à évaluer la dégradation de l'environnement.

La dernière étape consiste à restituer les informations à travers des produits cartographiques tels que :

-Des cartes thématiques qui montrent la dynamique des phénomènes (dynamique fluviale, dégradation du couvert végétale, l'étalement urbain...).

### **3.4. Plan général du mémoire**

Pour atteindre ces objectifs, la recherche est scindée en quatre parties :

**-La première partie** est consacrée à présenter la région des Hautes Plaines de l'Est Algérien

, la problématique environnementale dans cette région, et l'étude du cadre naturel de la région d'Oum El Bouaghi par l'analyse des caractéristiques physiques qui jouent un rôle très

important dans la dégradation du milieu et sa dynamique, le cadre socio-économique et les actions anthropiques.

**-La deuxième partie** : cette partie consacrée à présenter les formes et les types de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi. On étudié la dégradation

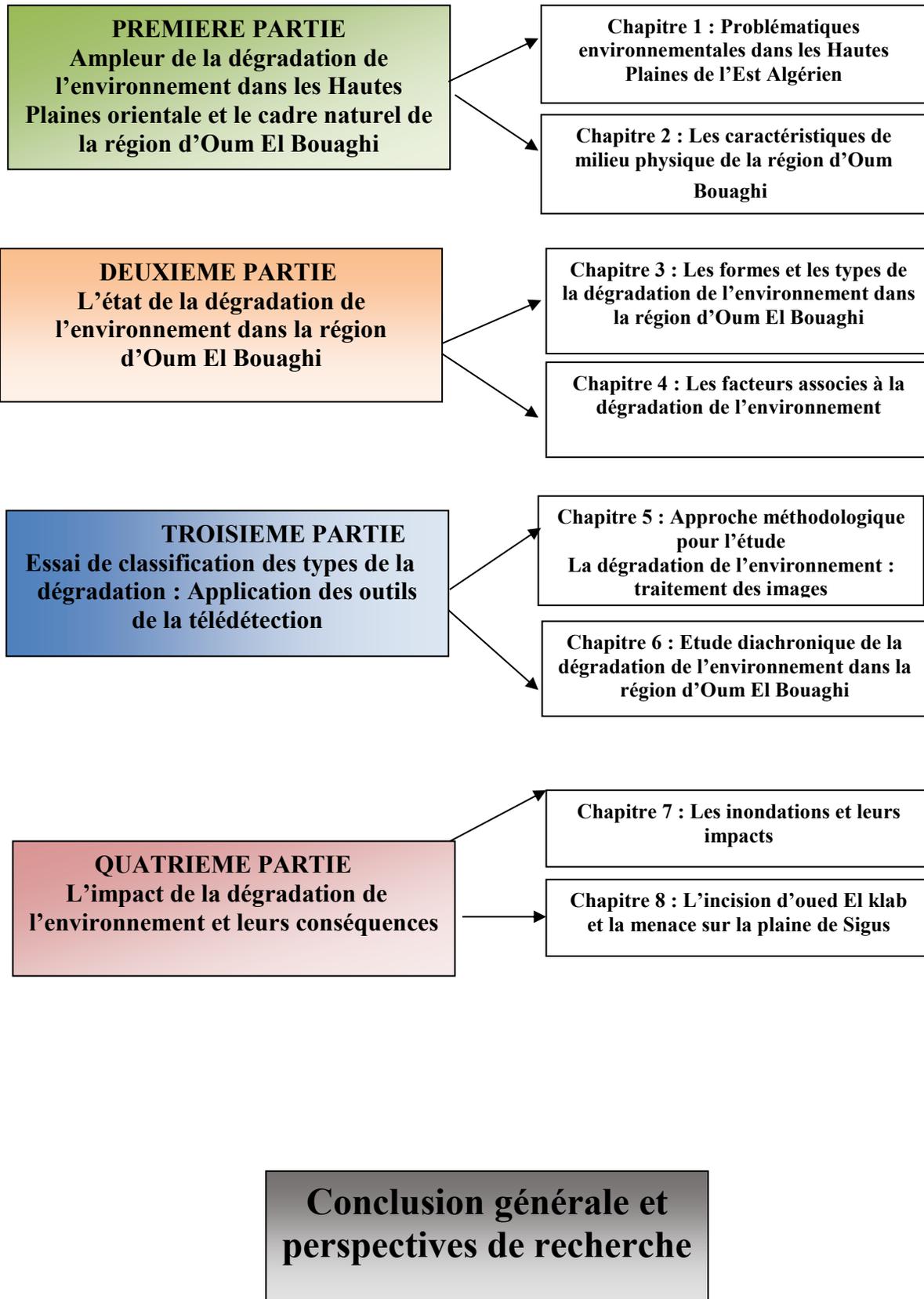
du couvert forestier, la dégradation du sol par l'érosion hydrique dans le bassin versant d'oued el Klab et la salinisation dans le périmètre d'irrigation de Fourchi, la surexploitation des nappes souterraines dans la plaine d'Oueld Sellem et à la fin la perturbation de l'écosystème des zones humides. Après ont ajouté quelques facteurs associés à ce changement (comme les facteurs historique, politique, institutionnels et socio-économique).

**-La troisième partie** est réservée à l'utilisation de la télédétection par le biais de traitements des images satellitaires pour une analyse d'occupation des sols entre deux dates 1985 et 2014. Ainsi, nous étudierons un suivi diachronique et la détection du changement dans l'écosystème forestier, l'espace bâti ou l'étalement urbain, variabilité des plans d'eau.

**-La quatrième partie** : est consacrée aux impacts de cette dégradation telle que :

-Phénomène d'inondation : dans les villes d'Aïn-Kercha et Sigus, Oum El Bouaghi et la plaine d'Aïn-M'lila.

-L'incision d'oued El klab et sa menace sur la plaine de Sigus et enfin nous avons terminés par des réflexions. Une conclusion générale et des perspectives sont présentées à la fin de ce travail. Le schéma préconisé pour la structuration de la présente thèse est fourni ci-après :



## **PREMIERE PARTIE**

# **AMPLEUR DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES HAUTES PLAINES ORIENTALES ET LE CADRE NATUREL DE LA REGION D'OUM EL BOUAGHI**

**CHAPITRE 1**

**PROBLEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES**  
**DANS LES HAUTES PLAINES DE L'EST**  
**ALGERIEN**

## **Introduction**

La protection de l'environnement est devenue, de toute évidence, un enjeu et même une nécessité planétaire, car le développement socio-économique n'a pas toujours tenu compte de l'impact sur l'environnement.

La nature et l'étendue des problèmes environnementaux dans la région des Hautes Plaines Est montrent clairement que la dégradation environnementale notamment en ce qui concerne le milieu naturel, (l'eau, sol, l'air...) a atteint un niveau de gravité qui risque de limiter les possibilités de gains de bien-être des générations futures.

La région est confrontée actuellement à de sérieux problèmes environnementaux. En effet, la dégradation de différents écosystèmes, les pollutions, l'érosion, la déforestation, la salinisation des sols, les risques naturels.....

C'est dans ce contexte que s'intègre ce chapitre qui a pour objectif de faire le point sur la problématique environnementale dans la région.

### **I. Les Hautes Plaines de l'Est Algérien**

Les Hautes Plaines constituent un long couloir, fermé de tous les côtés, car le Tell et l'Atlas Saharien constituent une barrière. Ces limites sont très nettes sur le flanc sud, où le contact avec l'ensemble des Monts du Hodna- Aurés-Pays Nememcha se fait toujours par une rupture marquée. Elles sont souvent plus floues sur le flanc nord, où l'on passe progressivement des cuvettes quaternaires à de grands versants argileux, puis à des hauteurs en terrains très divers et pas toujours très élevés. (Figure 2). D'après Côte. M 1981, cette belle unité géographique qui s'individualise nettement comme un ensemble homogène sur le plan topographique, agricole et humain.

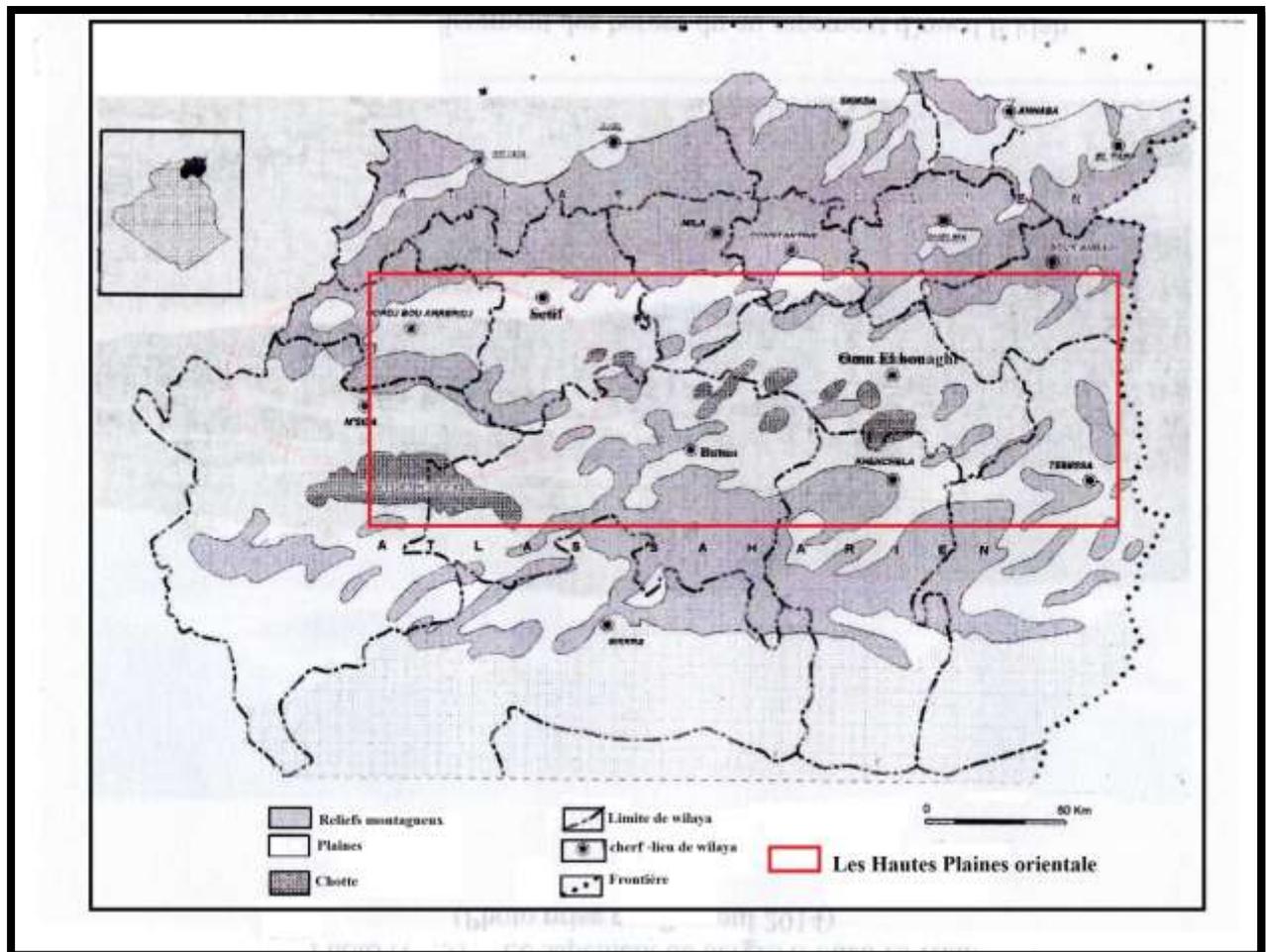


Figure 2 : Les Limites topographiques des Hautes Plaines de l'Est Algérien  
(source :Côte. M 1981)

### I.1. Le milieu physique : la topographie, la géologie, le climat, l'hydrologie, sol, et végétation

Les Hautes Plaines sont traversées en écharpe par de petits chaînons calcaires de style atlasique, allongés SW-NE et WE, avec des versants dissymétriques. C'est à eux qu'est dû le paysage cloisonné, et la juxtaposition de petites plaines d'érosion et remblaiement qui ont une structure en cuvette, avec en son centre une sebkha (Côte .M 1996, Despois. J 1952).

La liaison entre les montagnes et les plaines se fait par des glacis fortement encroûtés portant des sols fertiles, quoique souvent minces (Côte. M 1981, Durand J.H. 1958).

Sur le plan structural, la large plate-forme des Hautes Plaines correspondant à un bâti structura rigide, soumis à une tectonique cassante. Les massifs calcaires isolés, émergeant en horsts, sont les affleurements de la nappe néritique constantinoise (J.M Villa 1980).

Les plaines de remblaiement Plio-Quaternaire correspondent à des dépressions tectoniques ou « Graben », certaines d'entre elles sont fermées par des verrous triasiques favorisant l'endoréisme avec la formation de lacs salés (sebkhas) (J.M Villa 1980, Mebarki A 2009).

La région des Hautes Plaines d'Est, à l'image de l'ensemble des Hautes Plaines algérienne, se caractérise par une rudesse du climat. Les plaines sont glaciales en hiver, surchauffées en été (Seltzer. P 1946, M.Côte 1998).Le climat est de type semi-aride qui se traduit par d'importants écarts de températures et par une pluviométrie insuffisante entre 250 à 400 mm (les isohyètes de 100 à 400 mm) et très grande irrégularité spatiotemporelle (M.Côte 1981,1998).

La faiblesse des précipitations et le réseau hydrographique dans la région sont à l'origine du déficit chronique de la ressource en eau qu'elle soit superficielle ou souterraine. (Mebarki. A 2010).

La topographie se conjugue avec l'aridité pour entrave le drainage. Au Nord existe un drainage exoréique de petites cours d'eau serpentés dans les Hautes Plaines avant de se lancer dans la traversée du Tell. Mais le centre et le sud sont le domaine du drainage endoréique, vers les sebkhas.

## **- Les ressources en eaux superficielles**

### **a.la partie Nord**

Les ressources en eaux superficielles sont limitées et difficiles à exploiter en raison du régime hydrologique des cours d'eau et de la topographie des bassins versants. Les ressources hydriques disponibles et mobilisables dans la région sont réparties à travers cinq régions hydrographiques :

- ✓ La Medjerdah
- ✓ Le Kebir El Rhumel
- ✓ La Seybouse
- ✓ Les Hauts Plateaux Constantinois
- ✓ Chott Hodna

La superficie totale des régions hydrographiques en Algérie est de 393 745 km<sup>2</sup> soit 16,5% de la superficie totale du pays (ONS 2012). Les surfaces des bassins versants des Hautes Plaines Est sont présentées dans le Tableau 2

Les bassins versants	Surface Km <sup>2</sup>	Apport Hm <sup>3</sup> /an Période humide	Apport Hm <sup>3</sup> /an Période sèche	Taux de réduction %	Type d'écoulement
Kebir El Rhumel	8815	910	700	23	Exoréique
Medjerdah	7785	240	220	8	
Seybouse	6475	450	359	20	
Les Hauts Plateaux Constantinois	9578	135	105	22	Endoréique (chotts, sebkhas)

Source : ONS 2012 d'après MRS

Tableau 2: Les potentialités des ressources en eaux superficielles

Cette zone semi-aride caractérisée par défi hydraulique, d'après MEBARKI. A 2010. Le bilan hydrologique moyen annuel de l'Algérie du Nord fait ressortir l'importance du déficit D'écoulement (part des pluies perdue par évapotranspiration réelle) qui atteint 87,4 % alors que 12,6 % seulement des précipitations profitent à l'écoulement. Le coefficient d'écoulement varie considérablement à travers les bassins versants :

Il passe de 7,8 à 16,2% (Hauts Plateaux Constantinois, Medjerdah), et 16,2 à 20,8% (Seybouse Kebir El Rhumel), (Figure 3). Les volumes d'apport liquide des cours d'eau varient dans de grandes proportions (Figure 4).

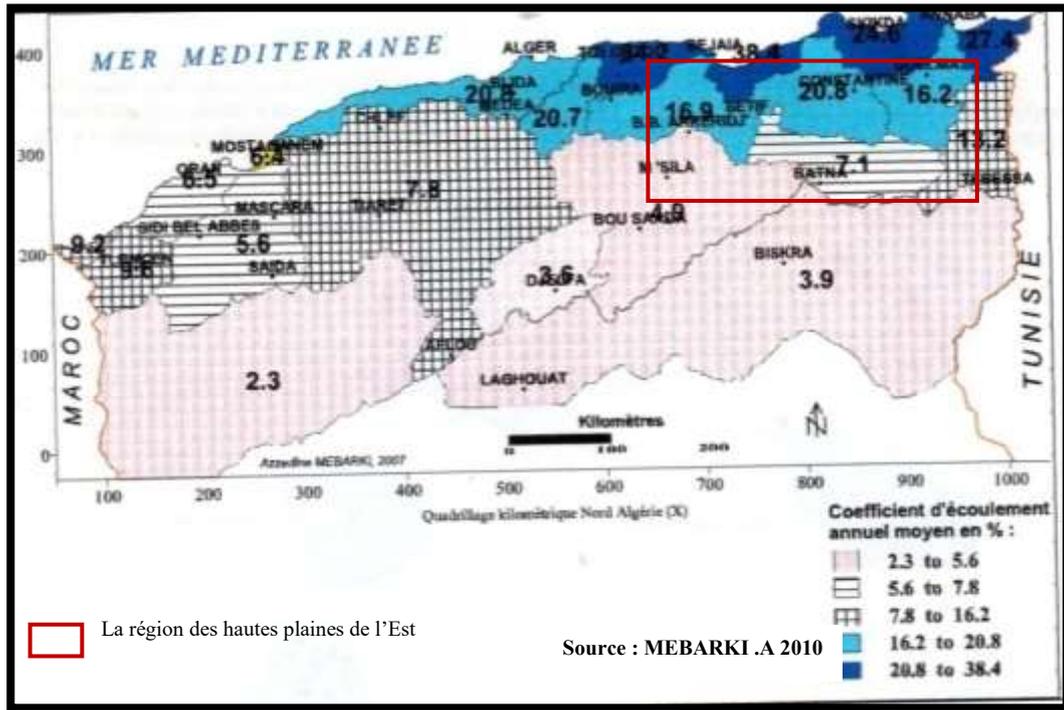


Figure 3: Coefficient d'écoulement des bassins versants de l'Algérie du Nord (période 1965/66-1994/95)

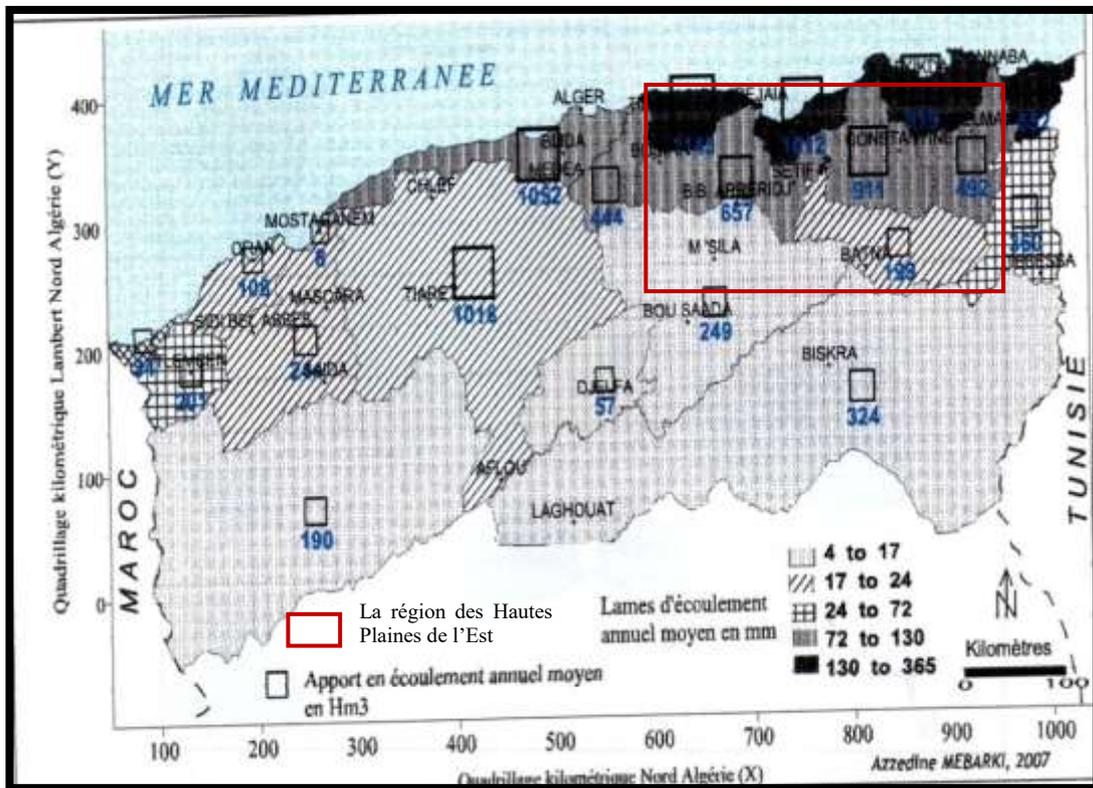


Figure 4: Apport hydrologique (en hm<sup>3</sup>/an) des bassins de l'Algérie du Nord 1965/66- 1994/95) (MEBARKI. A 2007)

**b. La partie Sud : les marques de l'endoréisme : les sebkhas**

Ce milieu caractéristique des bassins fermés, la zone comprend le bassin des Hauts Plateaux, la partie Est du bassin du chott Hodna et la partie Nord-Est du bassin Chott Melrhir (ANRH).

Le mot **sebkha** est issu de l'arabe, désigne au Sahara, selon R. Coque et al 1962 : sebkha est assimilée à un lac salé (la mer morte est même citée en exemple) avant d'être correctement définie comme une cuvette (plus exactement un fond plat de cuvette) à inondation temporaire, sans végétation. Quant au terme de chott, il représente seulement l'auréole plus ou moins large de steppe halophile qui entoure la sebkha, exploitée comme pâturage à chameaux.

Les sebkhas sont d'origine tectonique et climatique (R. Coque et al 1962, comme la plupart de celle du Maghreb). Les plus connus sont les sebkhas qui jalonnent d'ouest en est le centre des hautes plaines. Cet ensemble de dépressions occupées par les chotts, sebkhas forme un alignement en chapelet ou l'ensemble des oueds du piémont nord de l'Atlas Saharien Converge. Les sebkhas sont alimentées par des eaux de ruissellement qui sont souvent chargées en sel par suite de leur passage dans certains terrain (marnes miocène de Timgad, massif triasique de la chebka). Le fort évaporation sur ces Hautes Plaines fait le reste (l'empreinte de sebkhas).

**-L'origine des Sebkhas dans l'Est Algérien**

La constitution des dépressions salées est liée à l'histoire géologique des Hautes Plaines algériennes. Elle est marquée par un substratum sédimentaire hérité des transgressions marines du Secondaire et du Tertiaire, aurait connu vers la fin de l'oligocène une phase d'orogénèse extrêmement active, coïncidant avec les plissements alpins qui a entraîné la surrection de l'Atlas Saharien (Dresch 1954).

Cependant à la fin du Tertiaire, une phase d'érosion aboutit au façonnement des formes jurassiennes et au comblement des dépressions par des dépôts continentaux, aussi bien dans l'Atlas que le long piémont saharien et également vers le nord dans les Hautes Plaines

Au Villafranchien (limite Tertiaire/ Quaternaire) résulte un ensemble homogène avec une allure de vaste plaine, qui va constituer le cadre des processus morphologiques du quaternaire. Ce dernier voit le remaniement des unités géologiques en place à travers l'action combinée des mouvements tectoniques (soulèvement, subsidence, plissement et du climat (érosion, dépôt).

A la fin du villafranchienne est précédé par la formation d'une vaste croûte calcaire résistante à l'érosion, fossilisant ainsi la surface villafranchienne. Cette surface encroûtée correspond à la haute surface Moulouyenne ou villafranchienne Supérieure.

Le soulèvement de l'ensemble de l'Atlas Saharien, à la période post- villafranchienne, met à la position dorsale par rapport au compartiment saharien, resté stable, et aux plaines, restées coincées entre les deux Atlas. Des pressions considérables vont soumettre la haute surface Moulouyenne à des phénomènes de plissements et de dislocation d'où résulteront des cassures Qui vont favoriser la formation de fosses subsidence (Pouget, 1980, Benazzouz.M 1986, Demnati .F 2012)

Les Hautes Plaines comprennent une quinzaine de lacs salés (Houhamdi et al, 2008,2009) on site :( Figure 5)

- ✓ La Sebkha Tarf à l'Est, juste au Nord de la ville de Khenchela.
- ✓ Chott de Timerganine
- ✓ Les Sebkhas ; Guellif et Ank Djemel au Boulhilet à l'Ouest de la ville d'Oum El Bouagui.
- ✓ Chott Tinsilt et sebkha El Zammoul au Sud d'Aïn- M'lila.
- ✓ La sebkha Djendli au Nord de Batna.
- ✓ Chott Gadaine à l'Est d'Ain Yagout.
- ✓ La Sebkha Bazer au Sud d'El Eulma, Chott El Beida, chott el Frain, sebkha el Hamiet à l'Est d'Ain El Hadjar.
- ✓ Ougla touila (Garaet Boucif)
- ✓ Chott Melah, Chott Zehar
- ✓ Garaet Ouled M'barek

Sur le plan écologique depuis le 2 février 2004 quelque lacs salé de la zone ont été classées comme des zones humides<sup>3</sup> (convention de Ramsar), il s'agit de : sebkha El Hamiet, sebkha Bazer, chott El Beïda, Garaet Annk Djemel, Garaet Guellif , chott Tinsilt , Garaet Tarf (DGF 2004).

<sup>3</sup>-La convention de Ramsar 1971 : Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, ou l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6 mètres. Les zones humides regroupent une grande variété naturelle : chotts, sebkhas, lacs et marais (eau douce, saumâtre ou salée), oueds, Gueltas, oasis et barrage.

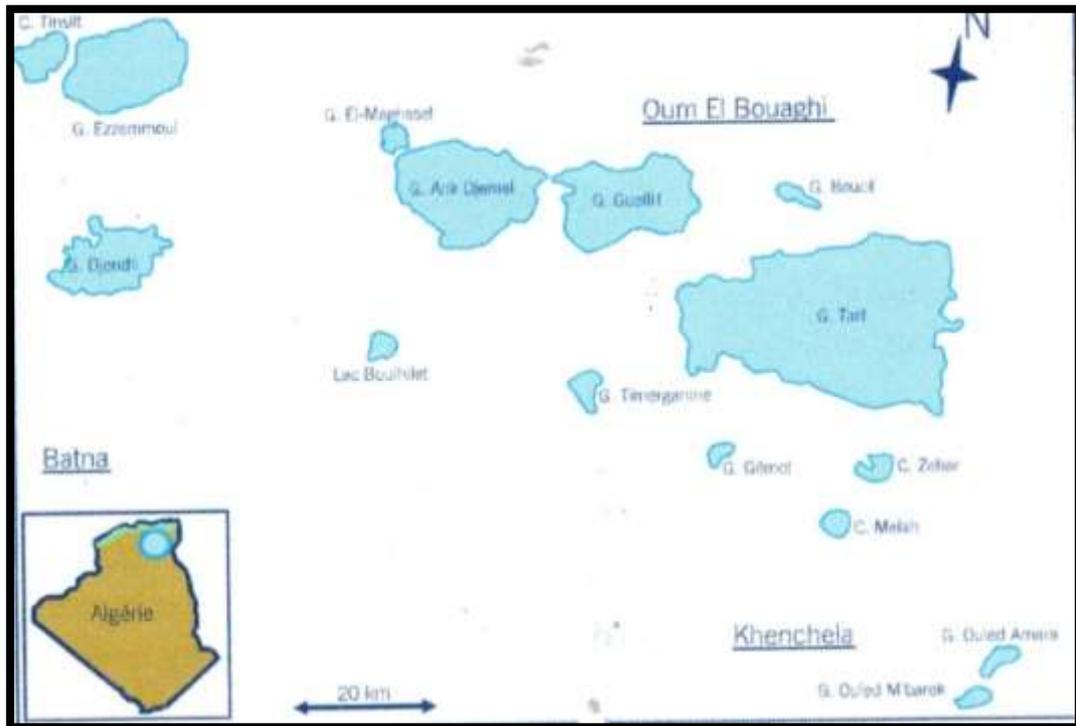


Figure 5 : Les zones humides dans les Hautes Plaines de l'Est de l'Algérie  
(Source : Houhamdi et al 2008)

Dans ces larges steppiques où la pluviométrie ne permettait que des cultures céréalières extensives l'on a fait appel à l'exploitation active des nappes superficielles ou peu profondes situées au centre des plaines (Mebarki, A 2009)

La structure compartimentée en bassins juxtaposés fait que les aquifères profonds et abondants sont rares (quelques nappes Mio-Pliocènes dans le sud Est des Hautes Plaines). Par contre, elle favorise la formation de petites nappes phréatiques, de capacité limitée, mais facilement accessibles. (MRE 2006).

Le volume des ressources souterraines de l'ensemble des Hautes Plaines de l'Est est  $763 \text{ Mm}^3/\text{an}$ , Les volumes exploitables sont estimés à  $232 \text{ Mm}^3/\text{an}$  (MRE 2006) mais la majorité des nappes présentent un taux d'exploitation qui est de 90% car les conditions d'exploitation (débit garanti d'exploitation) ne sont pas connus avec précision faute d'études hydrogéologiques complètes (Bilan, modélisation) et la multiplication importante de forages illicites destinés principalement à l'irrigation locale.

**-Les sols et couvert végétal**

Les sols des Hautes Plaines de l'Est sont des sols gris, ou beiges, minces et peu diversifiés. On distingue : (Halitim.1988)

-Les sols bruns forestiers, profonds à profils plus différenciés, riches en humus, constituent un meilleur support agricole.

-Les sols salés avec leur végétation halophile prédominant autour des sebkhas.

-Les sols à accumulation calcaire dominant sur les piémonts : sous forme d'un encroûtement homogène, croûte ou carapace dont l'épaisseur varie de quelque décimètre à plus d'un mètre.

Les terres sont réparties entre les différents types d'espaces suivants : (Benchetrit .M 1956, Halitim.1988, M. Côte 1986, ANAT 2007,2014)

**-Les Hautes Plaines Sétifiennes** : qui offrent de grandes potentialités agronomiques pour l'intensification en sec et en irrigué.

**-Les Hautes Plaines constantinoises** : qui présentent de faibles potentialités agricoles. Les contraintes du sol et du climat limitent l'intensification agricole. C'est un espace à vocation mixte : semi intensification céréalière et parcours.

**-La plaine de Barika** : présente des potentialités agronomiques indéniables. L'intensification agricole en irrigué est possible moyennant l'apport en eau d'irrigation.

**- Les espaces agricoles de semi-intensification** : situés dans les vallées fluviales ne peuvent faire l'objet de grands aménagements hydro agricoles.

**-Les espaces d'agriculture de montagne**, essentiellement arboricole, l'agriculture de montagne occupe une place importante dans ces milieux.

**-Les espaces de parcours et d'agro-pastoralisme** : ces grandes étendues steppiques présentent d'importantes contraintes à l'agriculture. Ces espaces sont utilisés comme parcours en hiver et au printemps avec des transhumances vers les Hautes Plaines en été.

Cependant ces sols ne sont pas épais et présentent une certaine fragilité à l'érosion fluviale et éolienne.

### - Le couvert végétal : les forêts

La région des Hautes Plaines de l'Est, a une superficie forestière estimée à 882 663 hectares soit un taux de couverture dépassant les 16%. (ANAT 2007, 2014)

Les forêts sont localisées autant, sur les montagnes et collines telliennes de Bordj Bou Arreridj et Sétif, les plaines intérieures de Sétif et Oum El Bouaghi, que sur les massifs des Aurès, des Nememcha et de Tébessa. (Tableau 3)

Les Wilayas	Superficies forestière (Ha)
Sétif	101 706
Bordj Bou Arreridj	75 881
Khenchela	142 653
Batna	314 565
Oum El Bouaghi	76 858
Tebessa	171 000
TOTAL	882 663

Source : ANAT2007,2014

Tableau 3 : Superficies forestières dans la région des Hautes Plaines de l'Est Algérie

Sur l'ensemble des Hautes Plaines, les massifs sont dénudés, il faut aller jusqu'aux Aurès pour retrouver de véritable forêt compactes

Les principales essences forestières existantes dans les massifs montagneux de la région sont :

- ✓ Pin d'Alep : vieille futaie de reboisement.
- ✓ Chêne liège et Chêne vert : Maquis dégradé.
- ✓ Cèdre : vieille futaie.
- ✓ Genévrier oxycèdre et Genévrier phoenecie : Maquis dégradé.
- ✓ Cyprès vert : Reboisement dégradé

Plus au Sud, le couvert végétal de la steppe est constitué principalement de :

- ✓ *Stippa tenaeissima*
- ✓ *Artemisia herba alba*

- ✓ *Anabasis arteulata*
- ✓ *Artemisia campestris* <sup>3/4</sup> *Globularia alypum*
- ✓ *Noaea mucronata*
- ✓ *Peganum, Harmala, lygeum spartum*

### - L'espace agricole : des plaines monocultures céréalières

La nudité des paysages en est le trait le plus frappant. Les plaines portent uniformes des cultures céréalières plus rémunératrice sur toutes les Hautes Plaines, la partie sud est riche de ses ilots irrigués. D'ouest en Est, la décroissance de l'intensivité agricole est régulière (Côte. M1981)

Les céréales régent sur Hautes Plaines varient entre le blé dur et le blé tendre dominant dans le Nord, l'orge dans le sud. La bordure nord de Sétif à sédrata, port des rendements (8 à 15 qx/ha) dans le centre et le sud le rendement est faible de 4 à 5 qx/ha. (Benniou.R2008)

### - Un espace humanisé

La région des Hautes Plaines a été organisée par un maillage de colonisation, de villages socialistes. Les centres importants se sont développés sur les franges Nord et sud. Au Nord on citera : Sétif, Bordj-Bou-Arréridj, Au Sud : Batna, khanchela, Tebessa et au centre Aïn-M'lila, Aïn- Beida et Oum El Bouaghi (Côte .M 1981)

La population de la région des Hautes Plaines a sensiblement augmenté depuis 1977. D'après RGPH 1977 et de 2008 la population est passé de 2.310.900 habitants à 4.953.638 habitants, correspondant à 14 % de la population totale du pays et 54 % de l'ensemble des Hautes Plaines.

La distribution des populations dans la région est remarquable, des différenciations régionales s'organisent : l'ouest est plus peuplé que l'est, la frange nord plus que le centre et le sud.

La ville de Sétif est la capitale de la partie ouest et Batna la capitale de la partie sud.

Les spécificités du milieu nature des Hautes Plaines d'Est (topographie, géologie, climat, hydrologie, sol.), la croissance démographique, l'urbanisation qui ont exercé des pressions dommageables sur l'environnement dans la région par la transformation du milieu.

## **II. État de l'environnement dans les Hautes Plaines d'Est : un bilan alarmant**

Le " Rapport National sur l'État et l'Avenir de l'Environnement (RNE 2000), qui a servi de base à l'élaboration du Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD 2002), le rapport de ANAT "schéma régional d'aménagement de territoire" (région programme haute plateaux Est 2007,2014), le rapport de l'office national des statistiques (ONS 2012), ANRH 2009 et ABH 2009 et les différents travaux des chercheurs (Benazzouz .M 1986, Côte. M 1981, 1986,1988, Bouhata.R 2015, Houhamdi.M et al 2008,2009, Mebarki 2005,2010 et autres, sur la zone dressées un bilan alarmant sur l'environnement dans la région de Hautes Plaines de l'Est Algérien.

Le recensement des problèmes a fait apparaître :

### **II.1. Les ressources hydriques : des ressources en eaux limitées et de qualité médiocre**

L'Algérie se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources en eau selon le seuil de rareté fixé par le programme des Nations-Unies pour le développement ou celui de la banque mondiale à 1000 m<sup>3</sup>/habitant/an (PNUD, 2009). Ce seuil est basé sur l'ensemble des besoins en eau pour l'agriculture, les villes et l'industrie ainsi que pour le maintien des écosystèmes d'eau douce (GUIDOUM. A 2017)

Les ressources en eau de l'Algérie sont limitées. Elles sont évaluées à 19,2 milliards de m<sup>3</sup>, dont 12,4 milliards de m<sup>3</sup> d'eau de surface 1,9 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux souterraines du Nord et 4,9 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux souterraines exploitables dans le Sud. (MATE 2002).

L'Algérie disposait en 1962 de 1500 m<sup>3</sup> d'eau /habitant/an, avant de tomber à 720 m<sup>3</sup> en 1990, 680 m<sup>3</sup> en 1995 et 630 m<sup>3</sup> en 1998. La disponibilité en eau théorique par habitant et par an est estimée actuellement à 500 m<sup>3</sup> et ne sera que de 430 m<sup>3</sup> en 2020 d'après des projections Faites par l'UN, il faudrait disposer entre 15 et 20 milliards de m<sup>3</sup>/an, pour parvenir à une sécurité alimentaire satisfaisante à la fin de la prochaine décennie, tout en sachant que les potentialités du pays ne sont que de 17 milliards de m<sup>3</sup>/an et que la mobilisation actuelle n'est que de 5 à 6 milliards de m<sup>3</sup>/an. Ce volume d'eau mobilisable est en diminution à cause de plusieurs facteurs naturels ou anthropiques (GUIDOUM. A 2017).

Dans les Hautes Plaines Constantinoises, la faiblesse des précipitations et le réseau hydrographique sont à l'origine du déficit chronique des ressources en eau superficielles ou souterraines. Le constat sur la situation est : (MRE 2006)

-Un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles : la croissance démographique et le développement économique et social de la région.

-La pollution des nappes et des ressources superficielles : les rejets domestiques, industriels et agricoles. Les eaux usées domestiques, le volume annuel rejetées est estimé à 300 millions de m<sup>3</sup>(ANRH 2009 et ABH 2009)

D'après les rapports et les cartes de qualité des eaux publiées par ANRH 2009 et ABH 2009, montrent que des tronçons importants de cours d'eau sont aujourd'hui pollués. (Les bassins de Kebir El Rhumel et Haut Plateaux Constantinois). (Figure 6)

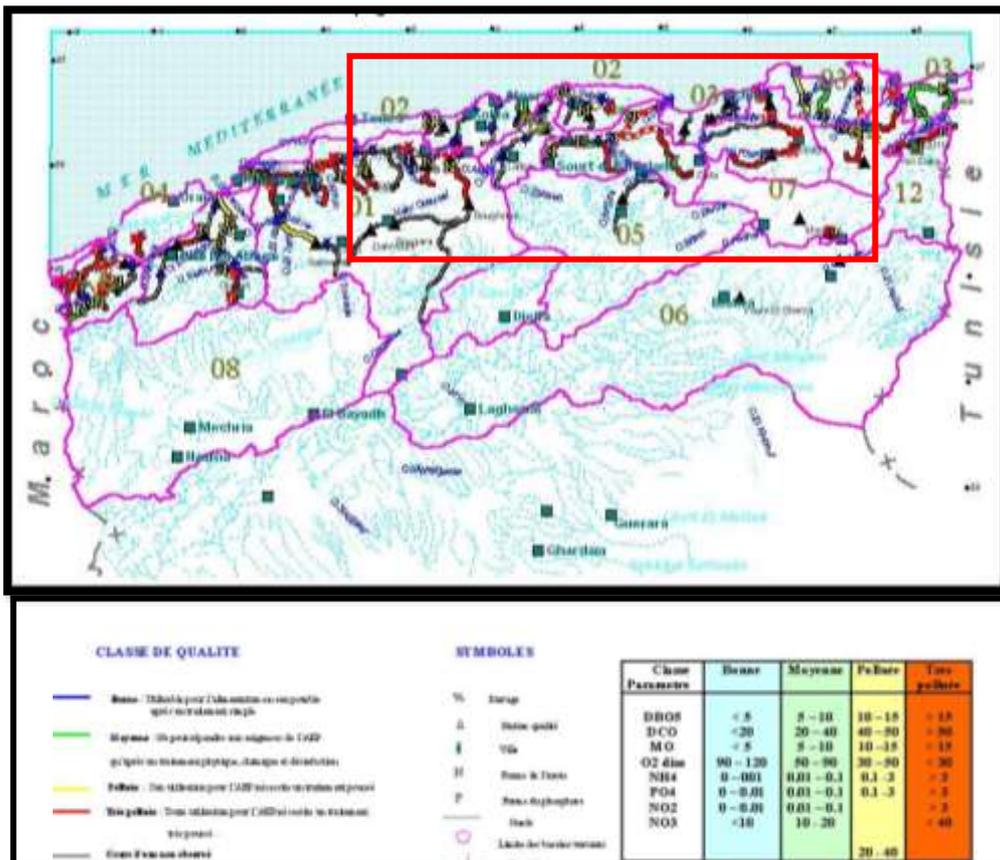


Figure 6 : La qualité des eaux superficielles en 2009 (Source : ABH 2009)

## II.2. La dégradation du sol

La dégradation de sol est liée aux facteurs naturels (le régime pluviométrique, relief, la nature des formations géologiques et la couverture végétale), l'intensité de l'érosion est conditionnée par les facteurs anthropiques (les techniques de production, le surpâturage, la gestion des bassins versants, Le statut foncier.

Dans la région des Hautes Plaines Constantinoises, les sols sont menacés surtout par :

- L'érosion hydrique (l'oued el Gueiss, Chemora, Reboa,Fesdis)
- L'érosions éolienne (les zones des sebkhas et chotts)
- La salinisation des sols à la zone des plaines agricoles.

### A. L'érosion hydrique

Les problèmes d'érosion sont fréquents en Hautes Plaines, mais l'importance relative des différents processus varie d'une région écologique à une autre (Roose 1999). L'érosion des sols affecte les systèmes naturels, cultivés ou pâturés.

Selon des études faites, le taux d'érosion spécifique se situe entre 2000 et 4000 t /km<sup>2</sup> plaçant l'Algérie parmi les pays dont les terrains sont les plus érodibles du monde (Demmak.F1982).

L'érosion provoque une perte en terre estimée entre 10 à 16 t/ha/an, soit environ 30 à 50 fois plus qu'en Europe (INSID2009), L'érosion ravinant a déplacé 90 à 300 t/ha/an en fonction du volume des pluies de la vitesse d'altération des versants (8 à 17 mm/an), de la pente et de la couverture de la surface du sol. (Roose 1999).

D'après Mostephaoui et al.2013, les surfaces menacées par la dégradation en Algérie due à la désertification et à l'érosion hydrique sont estimées à 50 millions d'hectares elle représente plus de 20 % de la surface totale du pays qui est de l'ordre de 238 millions d'hectares. Les surfaces menacées sont réparties en 14 millions d'hectares de zones montagneuses au Nord (touchées par l'érosion hydrique), 32 millions d'hectares en zones steppiques (menacées par la désertification) et 4,1 millions d'hectares de forêts soumises aux menaces induites par les effets des changements climatiques.

L'intensité de l'érosion dans les Hautes Plaines Constantinoises dont les sols sont fragilisés par le faible couvert végétal, la vallée de Foug El Gueiss ou l'intensité de l'érosion atteindre la 157 tonnes /km<sup>2</sup>/an (Tatar .et al 2012), dans la vallée d'oued El Chemorah, la dégradation spécifique annuelle atteindrent la : 583 tonnes/km<sup>2</sup>/an pour la période (1985-1994) et 713 tonnes /km<sup>2</sup>/an pour la période (1994-2000) (Guidoum.A 2004).

## B. L'érosion éolienne

L'érosion éolienne concerne principalement les zones arides et semi-arides. Plus de 7 millions d'hectares en zones steppiques sont directement menacés par la désertification. (MATE 2000), ce chiffre a augmenté en 32 millions d'hectares (Mostephaoui et al 2013), mais ces chiffres ne sont pas appuyés sur indicateurs sur le terrain.

### -La salinisation des sols

Les zones arides et semi-arides constituent les espaces géographiques privilégiés de salinisation des sols. Ce phénomène touche principalement les plaines agricoles irriguées où certains sols, totalement stérilisés, ont atteint des niveaux de dégradation irréversibles.

L'irrigation incontrôlée à cause de la sécheresse et la non disponibilité des eaux superficielles ainsi que la forte demande en eau résultant des activités agricoles, ont obligé les agriculteurs à utiliser les eaux souterraines comme source unique d'irrigation. Ces dernières sont de qualité médiocre et leur utilisation peut avoir des conséquences néfastes sur la qualité des sols comme le cas dans la plaine de Meskiana,(Gouaidia l.et al 2013), la plaine de Gadaine(Bouhata.R2015) et la plaine d'Aïn- M'lila (DAS .OEB 2014).

## II.3. La dégradation du couvert forestier

La dégradation du couvert forestier s'est manifestée loin dans le passé, à partir de l'époque berbère, romaine, coloniale jusqu'à l'heure actuelle (M.Côte 1981). La présence du chêne vert (*Quercus Ilex*), genévrier de Phénicie (*Juniperus*), sur les massifs calcaires et des oléastres, témoins d'un couvert forestier anciennement plus dense. (Marre.A 1981)

D'après La figure 7 qui montre la dégradation du couvert végétal dans les Hautes Plaines à différentes périodes, le défrichement des forêts et la surexploitation des plaines a provoqué le recul du milieu naturel vers l'amont.

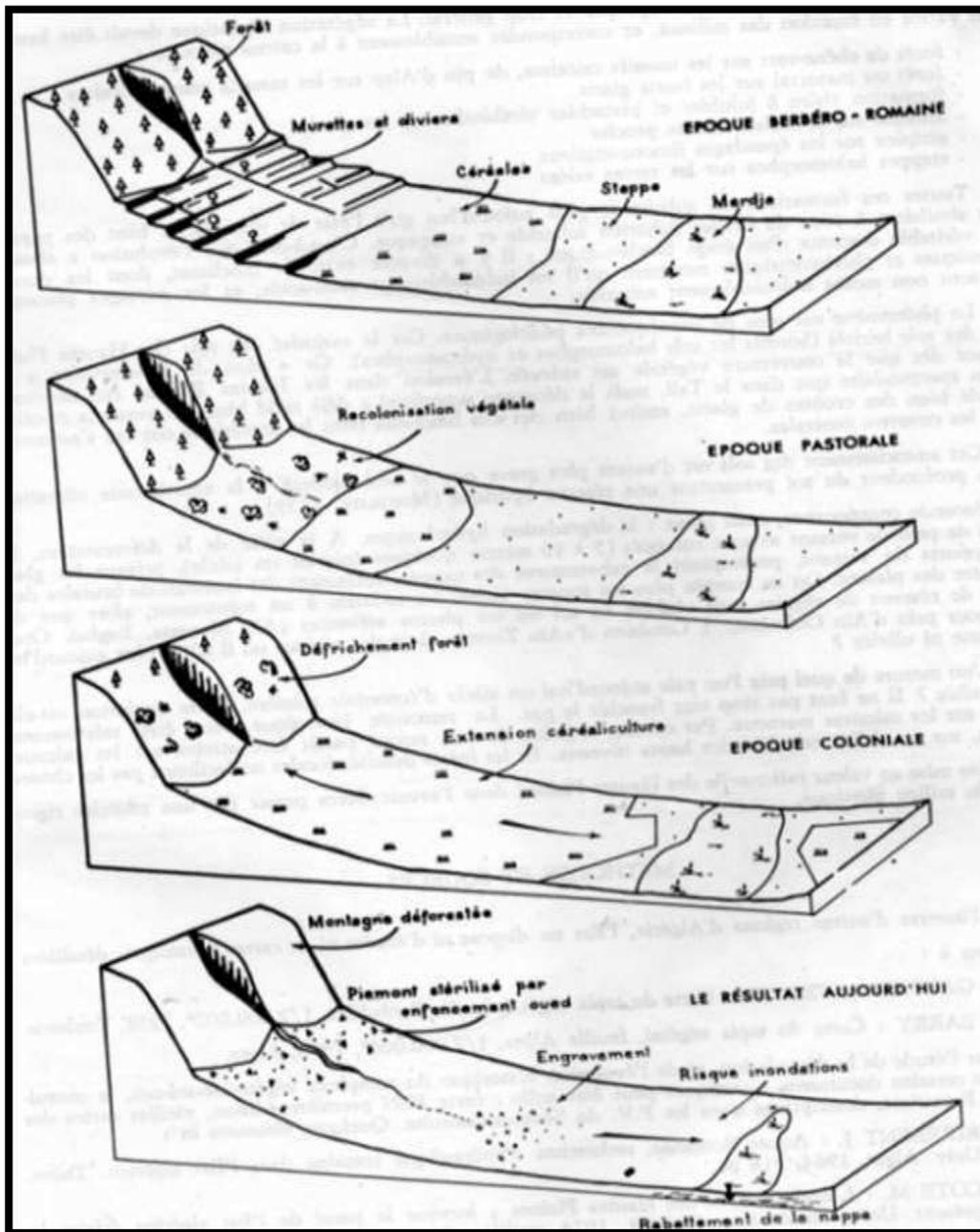


Figure 7: Les atteintes au milieu naturel dans les Hautes Plaines de l'Est Algérien (M. Côte 1981)

Dans la région des Hautes Plaines Constantinoises qui caractérisé par un climat continental défini par un étage bioclimatique semi-aride frais, marque durement la végétation (dominance de la céréaliculture) de cette région seuls quelques lambeaux de forêts à Chêne

verts et Pin d'Alep, sont localisés sur les massifs calcaires et marno-calcaires (la forêt de Harracta, sidi Reghiss, Fortass, Bou Arif, (Figure 8) .

Un maigre matorral à base de chêne vert couvre les hauts glacis. (Côte.M 1974, Mebarki, 2005, GUIDOUM. A 2017).

Actuellement la forêt est remplacée par des broussailles et des reboisements qui présentent des signes de dégradation plus ou moins récents.

Malgré un effort important de reboisement au cours des deux dernières décennies, l'occurrence des feux de forêts, la pression forte des populations limitrophes des forêts, l'apparition de chenilles processionnaires, particulièrement résistantes aux traitements chimiques, font que la surface forestière n'a pas changé en étendue. Ce qui constitue en soi un grand handicap pour la conservation des sols, la lutte contre l'érosion et la désertification, la protection des barrages et le développement des ressources en matière de sylviculture.

Dans le pays des Garaet, situé au cœur des Hautes Plaines constantinoises est occupé d'armoïse sur les glacis, d'Atriplex sur les épandages limono-argileux, et de steppes halomorphes sur terres salées. Les nappes d'Alfa à armoïse et Atriplex (zone de parcours), occupe les Hautes Plaines méridionales du constantinois et la région de Nememcha (Côte, et al 1974, BNEDER. GUIDOUM. A 2017).

La dégradation avancée des parcours steppiques constitue, actuellement, une réalité préoccupante dans la région des hautes plaines. Elle est concomitante à une extension de labours illicites, au surpâturage et au phénomène de sédentarisation des tribus pasteurs-nomades (Mebarki, 2005). Ces effets négatifs, aggravés par de longues périodes de sécheresse, ont provoqué de graves phénomènes érosifs (GUIDOUM. A 2017)

#### **II.4. La dégradation des zones humides**

Les zones humides d'intérieures connu une multitude d'activités et d'usage déterminent des enjeux forts qui dépendront de la ressource en eau. Par ailleurs des menaces très intenses pèsent sur ces milieux. Ces milieux présentent des enjeux socioéconomiques, tels que L'agriculture, l'élevage et la production du sel pour la population locale et nationale (Demnati .F2012).

Les zones humides dans la région des Hautes Plaines Constantinoises sont menacées par :



Figure 8: Couvert forestier dans les Hautes Plaines Constantinoises

- a. Forêt Dj bou Arif: Image sat. Google earth du 11/03/2017, 35° 39' 10.47"N, 6° 26' 28.00"E ,  
 b. Forêt de Dj Sidi Reghiss : Image sat. Google earth du 31/01/2017, 35° 53' 45.84"N, 7° 06' 46.30"E,  
 c. Forêt de Harracta: Image sat. Google earth du 24/3/2017, 35° 47' 47.61"N, 7° 29' 12.30"E

- ✓ Une surexploitation des eaux souterraines, ce qui a provoqué une perturbation dans les nappes souterraines comme le cas de la région du chott Tinsilt (Oum El Bouaghi) (Demnati.F2012 Houhamdi.et al 2008, DHW. OEB 2014)
- ✓ Ce pompage intensif et sans arrêt ce qui entraîne un assèchement et rend la zone non favorable à la vie pour les oiseaux migrateurs ce qui risque de déclasser certaines zones. D'après Houhamdi.et al 2008, l'éco-complexe de zones humides des Hautes Plaines de l'Est algérien constituent des zones d'hivernage pour de nombreux oiseaux d'eau en particulier les *Flamants roses Phoenicopterus roseus* (7.000-16.000) et les anatidés (5.000-22.000 *Tadornes de Belon Tadorna tadorna*, 7.000-21.000 *Canards souchets Anas*

*clypeata*, 2.600-17.000 *Canards pilets* *Anas acuta*, 8.000-24.000 *Canards siffleurs* *Anas penelope*.

Depuis 2001, les effectifs s'effondrent, principalement en raison de l'assèchement précoce et à la mise en eau très tardive de ces zones humides à la suite d'aménagements hydrauliques en vue de favoriser une agriculture plus intensive. La chasse illégale est également un problème. En 2001-2002, les grues cendrées et de nombreux autres oiseaux d'eau estimée à 5.600 grues, En 2006-2007 à peine 227 individus.

- ✓ Les rejets des eaux usées des centres urbains dans ces zones constituent un énorme danger pour l'écosystème qui empoisonnent toute forme de vie. (DE.OEB 2014)
- ✓ Des aménagements fonciers qui sont à l'origine des premiers déséquilibres.
- ✓ La salinisation des sols autour du chott (Bouhata. R 2015)

## II.5. Impact du développement humain

L'urbanisation accélérée, la croissance démographique, la densité de population et les changements de modes de consommation ont engendré une dégradation constante du cadre de vie (pollutions des ressources en eaux, pollutions de l'air, déchets solides, etc.), et exposent l'environnement à des risques de pollution permanente tout en portant atteinte à la salubrité et la santé publique.

### -Les problèmes de santé liés à la pollution de l'eau

Les maladies à transmission hydrique (MTH) restent un problème de santé publique en Algérie. L'insuffisance des ressources en eau, la non-conformité des réseaux d'AEP et d'assainissement, l'utilisation de procédés techniques non adaptés, le phénomène de cross-connexion et l'habitat précaire expliquent la persistance des MTH.

La région des Hautes Plaines de l'Est algérien enregistre des taux élevés des MTH pendant la période (1992-1998), surtout la maladie de choléra, cette zone enregistre un pourcentage de 85% de l'ensemble des cas de Choléra enregistrés en Algérie. (MATE 2002)

D'après les rapports d'INSP et MSP 2010 une baisse sensible enregistrée ces dernières années pour ces maladies. La fièvre typhoïde est passée de 2805 cas en l'an 2000 à 637 cas en 2007. Exception en l'an 2002 ou le nombre des cas a été 3213 (Figure 9)

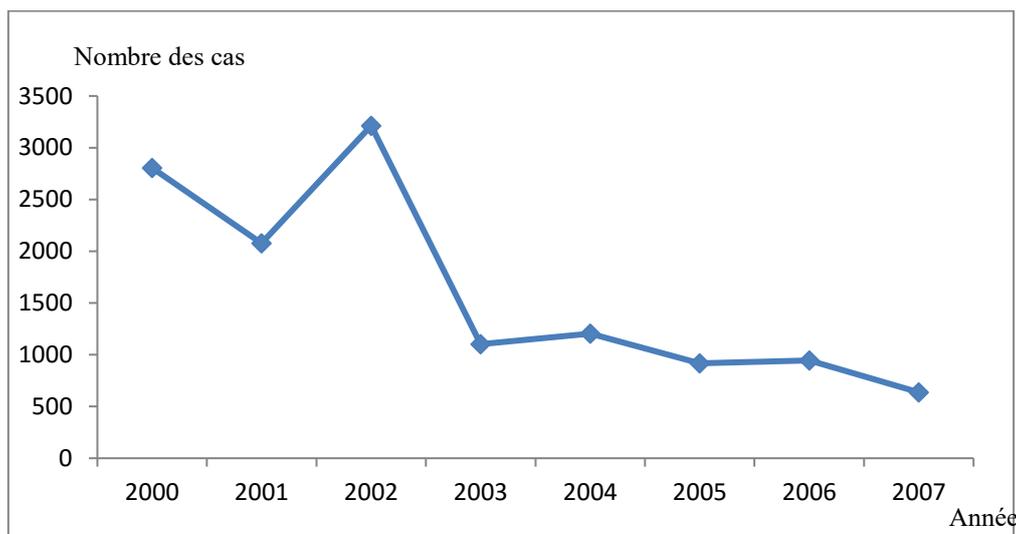


Figure 9: Evolution de la situation épidémiologique de la Fièvre typhoïde 2000- 2007

### Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons fait le point sur certains aspects liés à la problématique environnementale dans la région des Hautes Plaines de l'Est Algérien.

Les spécificités du milieu naturel et du climat de la région, la croissance démographique, l'urbanisation et les politiques de développement ont exercé des pressions dommageables sur l'environnement.

Dans ce contexte, nous avons constaté que la région des Hautes Plaines connaît aujourd'hui des problèmes environnementaux majeurs. Ces problèmes ont des impacts négatifs directs sur l'activité et l'efficacité économique, sur la santé et la qualité de vie de la population, sur la productivité et la durabilité du patrimoine naturel de la région.

L'état de l'environnement dans la région des Hautes Plaines exprime le bilan suivant :

- Les ressources en eaux superficielles et souterraines sont limitées et difficiles à exploiter et sont polluées.
- Les sols : sont fragiles et limités, les terres sont en constante dégradation par l'érosion hydrique et éolienne
- La couverture forestière : elles sont remplacées par des broussailles et des reboisements qui présentent des signes de dégradation plus ou moins récents.

- Les zones humides : des menaces très intenses pèsent sur ces milieux, le pompage intensif, les rejets d'eau urbaine et industrielle, des aménagements fonciers. Toutes ces interventions sont l'origine des premiers déséquilibres.
- L'urbanisation accélérée, la croissance démographique, la densité de population et les changements de modes de consommation ont engendré une dégradation constante du cadre de vie (pollutions des ressources en eaux, etc.), en exposant l'environnement à des risques de pollution permanente tout en portant atteinte à la salubrité et la santé publique.

Sur ce vaste territoire, notre choix se porte sur la région d'Oum El Bouaghi qui recèle tous ces formes de la dégradation que nous allons analyser.



CHAPITRE 2  
LES CARACTERISTIQUES DU  
MILIEU PHYSIQUE  
DE LA REGION D'OUM EL BOUAGHI

## Introduction

Le second chapitre est une présentation générale de la zone d'étude, du milieu naturel (Topographie, géologie, géomorphologie, climat et aspect humain.).

### I. Le morcellement du relief : Quatre unités de relief bien distinctes

La zone d'étude est une transition entre plusieurs unités topographiques (Figures 10, 11)

#### I.1. Les Montagnes

Recouverte près de 5,13 % de la surface totale (304,30km<sup>2</sup>), alignée selon quelque direction privilégiée (en rapport avec les principaux plissements) (les Figures 10, 11,13) Au Sud : NE au SO (Dj Tarbent , Azem ,Toumbait , Guentas ) au centre et au Nord du NNE au SSO (Dj Fortass 1417m, Dj Nif Ennser1540 m , Dj Guérioun , Dj Hanout , Marhsel Dj Oueladsellem) au sud –Est de l'ENE à L'OSO ( Fedjouj , Ank Djemel ,Oum Kchrid, Dj Guellif Dj Sidi Reghiss , Dj Tarf). Les deux sommets les plus élevés sont Dj Guérioun (1729 m) et Dj Sidi Reghiss (1635 m).

##### 1.1.1. Les montagnes de la région d'Aïn-M'lila

Se divisent en plusieurs petits massifs nettement séparés les uns des autres, Vers le Sud, le djebel Tarbent s'élève à 1136 m et domine la plaine d'Oued Zouia située À 800 m d'altitude ; au Nord le puissant massif du djebel Guérioun domine toute la région (1729 m) et le sommet de son versant occidental constitue une véritable corniche haute de plus de 200 m ; tandis que les Dj Fortass, et Nif Ennser, se caractérisent par leur dissymétrie (Figure 12, la coupe NE –SW), deux types de versant s'opposent le plus souvent :

Les uns assez réguliers, de pente moyenne sont entièrement taillés dans la roche en place, et ils correspondent à d'anciennes surfaces d'érosion en roche dure ou à des surfaces Structurales que ravinent maintenant l'action très intermittente de petits oueds (pente Est du Guérioun , Nord du Fortass , Ouest du Nif Ennser) des autres ( qui correspondent à des crêts , des escarpement du faille ) s'opposent à un sommet abrupt taillé en pleine roche ; une partie Inférieure un peu plus douce, généralement composée de débris grossiers et de ravin et de petit oued (pente Ouest du Guérioun , Est du Nif Ennser )

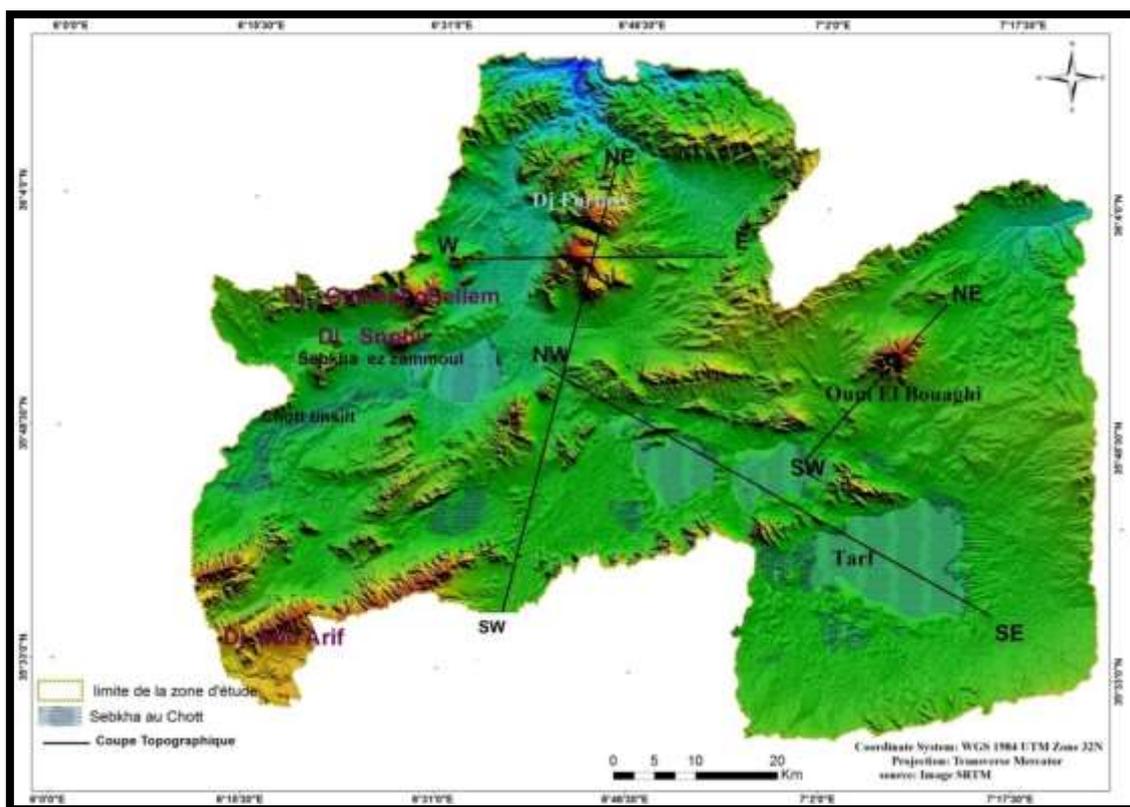


Figure 10: Vue en 3D de la zone d'étude et les coupes topographiques

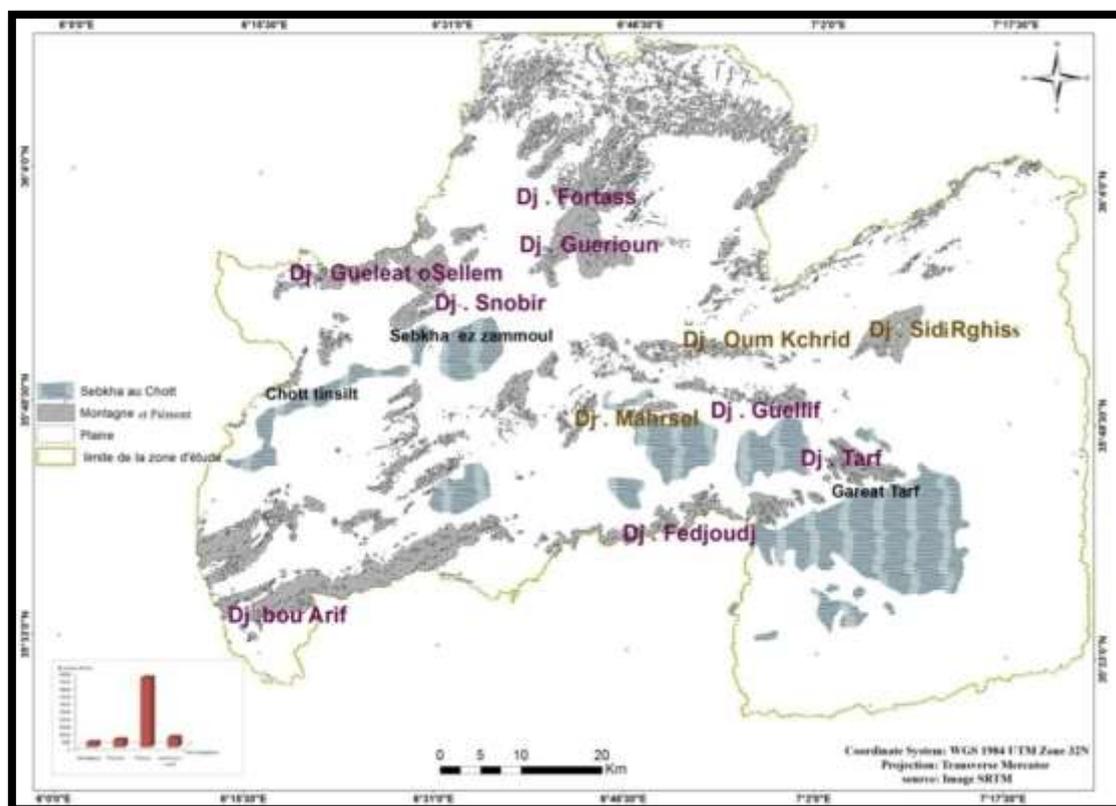


Figure 11 : Les unités topographiques dans la région d'Oum El Bouaghi

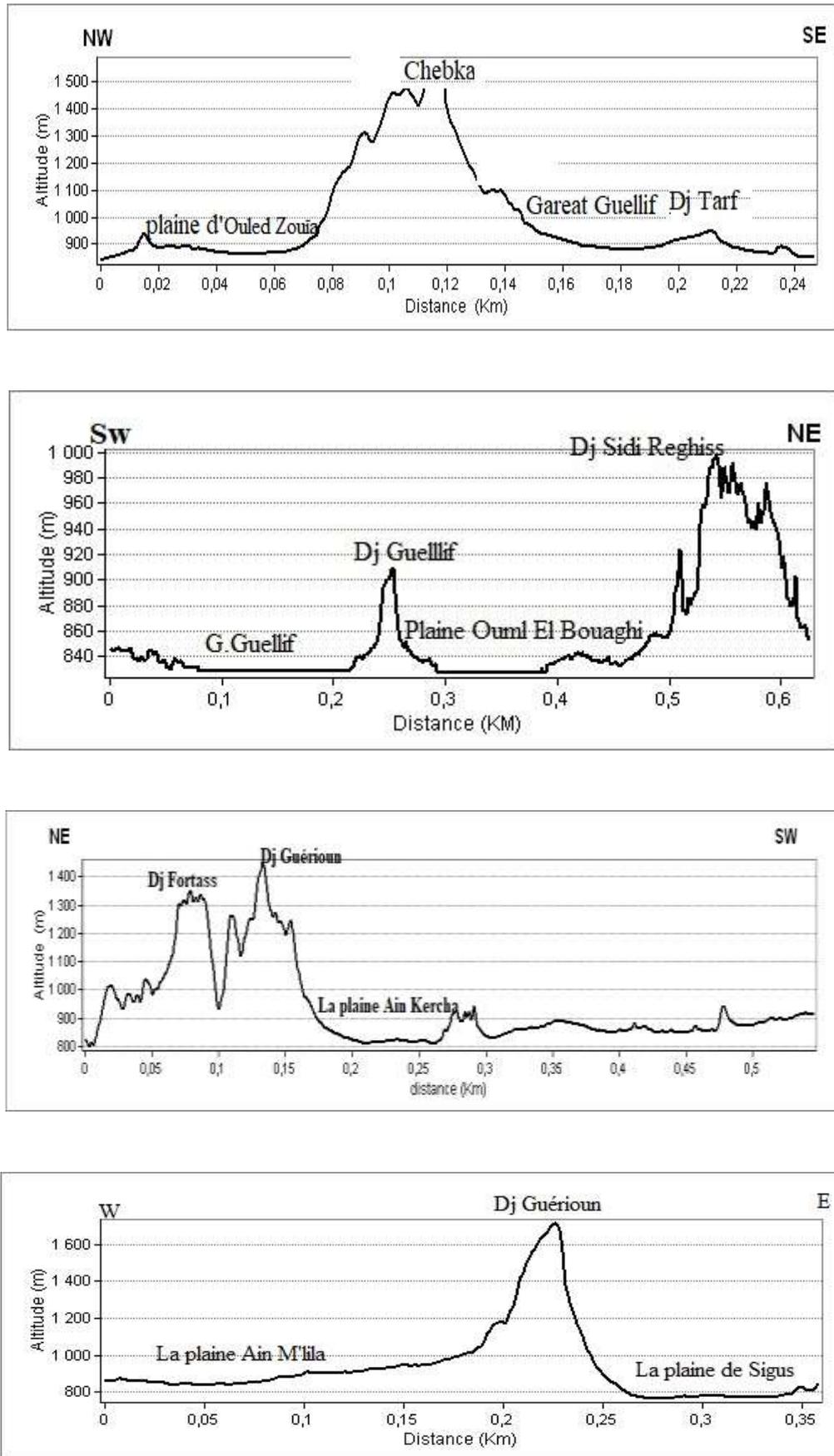


Figure 12: Des coupes topographiques dans la région d'Oum El Bouaghi

### 1.1.2. Les chainons de la Chebka des Sellaoua

La Chebka des Sellaoua s'étend au Sud d'Aïn-Kercha un peu au-dessus de 1000 m d'altitude, sont un dédale incohérent de croupes molles aux pentes convexes développées dans des argiles miocène et qu'entourent des reliefs plus vigoureux dégagés dans des calcaires du trias ou du crétacé (Voûte 1967) (Dj Oum Kchrid, Dj Hanoute Shrir, et Hanout Kebir, Chebka), aux contreforts des chaines telliennes. Ces reliefs vigoureux forment un contraste saisissant avec l'étendue des plaines voisines (Figure 12 : la coupe NW,SE)

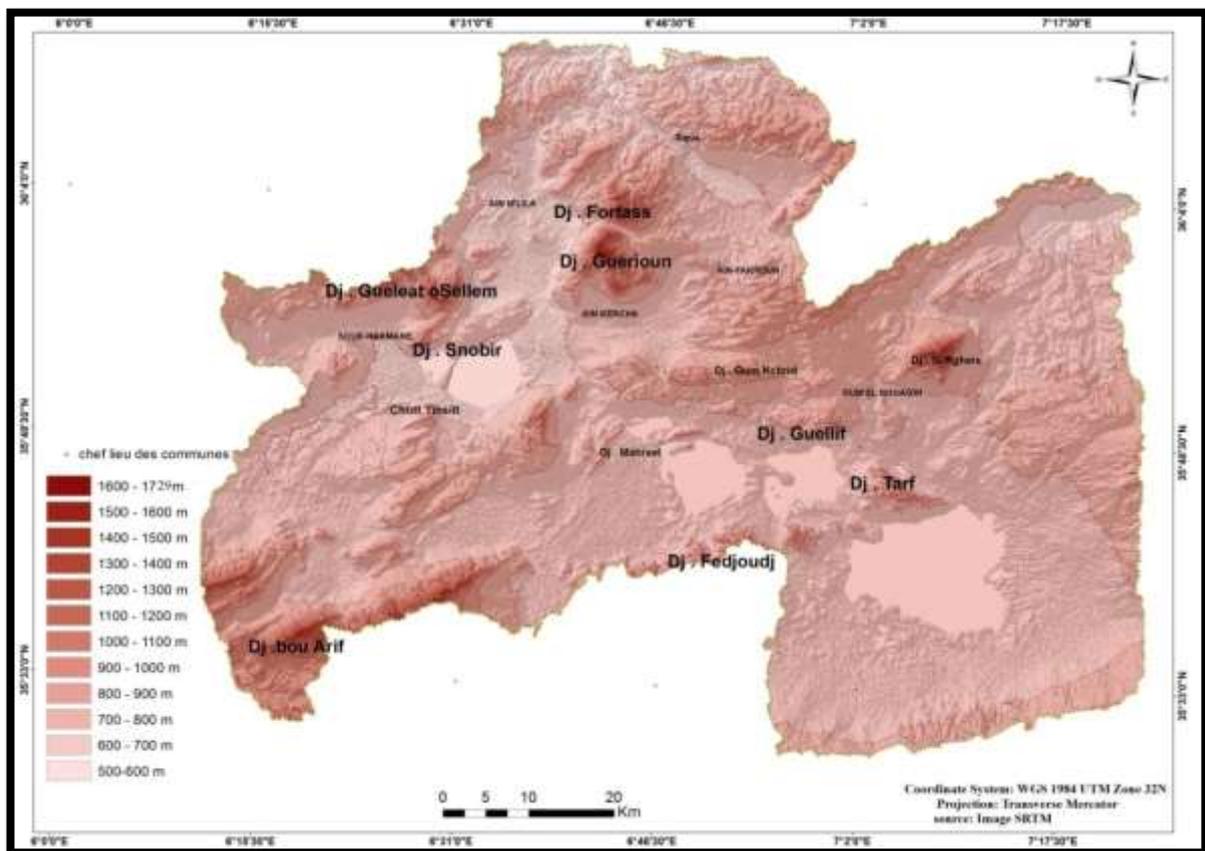


Figure 13: L'hypsométrie de la région d'Oum El Bouaghi

### 1.1.3. Les montagnes de la région d'Oum El Bouaghi

-**Dj Sidi Reghiss** : 1635 m le deuxième sommet dans la région après Dj Guérioun se présente comme une immense coupole surgissant de la plaine d'Oum El Bouaghi (Voûte 1967), avec des versants dissymétrique (Figure 12 coupe SE-NE).

## **I.2. Les piémonts**

Les montagnes reliées aux plaines par les piémonts unité topographique très important, à des altitudes moyennes qui varient entre 1200-1400 m et une pente entre 12-25%, avec une surface estimée à 496,02 Km<sup>2</sup> (7, 76 %). Cette zone est souvent agricole ou zone de pâturage.

## **I.3. Les plaines**

Les plaines occupent la partie centrale de la zone d'étude par 76,03% de la surface (4593,79 Km<sup>2</sup>) avec une altitude entre 750- 900 m (Figures 11,13) et pente 0- 3,5 % jusque 12,5% (Figure 14), il s'agit des plaines limitées par des chaines montagneuses au nord on cite: les plaines d'Aïn-M'lila, Fourchi, Ouled Hamla, d'Aïn-Fakroun, d'Aïn-Kercha, Sigus, Souk-Naâmane Bir El chouhada et Oum El Bouaghi. Les plaines d'ouest sont plus vastes et ouvertes que les plaines d'Est.

### **I.3.1. La plaine d'Aïn-M'lila**

La plaine d'Aïn-M'lila semble à une cuvette synclinale (plaines de subsidence) limitée par Dj Nif Ennser et kef Errkene (Figure 15) en position médiane, les massifs du Guérioun et du Fortass en position orientale, et les massifs d'Ouled Sellem en position occidentale. Elle rassemble les plaine : d'Ouled Hamla, Fourchi, Ouled Gacem, Ouled Zouïa.

La partie Nord de la plaine est assuré par un drainage exoréique (oued El Fezguia vers oued El Guerah (oued Mellah), mais la partie méridionale marque par écoulement endoréique vers sebkha El Zammoul et chott Tinsilt, dans la partie intermédiaire, le drainage se désorganise, Les ravins disparaissent, les eaux s'infiltrent et alimentent de profondeur (nappe souterraine), où quelques ravins dans la partie aval de la plaine parvient jusqu'aux les créations des lacs. Leur altitude moyenne est 750 m.

La plaine d'Aïn- M'lila communique au Sud par une vaste plaine c'est La plaine d'Aïn-Kercha. (Figures 16,17). La zone est limitée du sud par des collines très allongées et assez basses (Chebka Sellaou). Son altitude dépasse 1100 m, et avec ses formes molles, recouvertes par la carapace calcaire du quaternaire, se montrent profondément découpées par un enchevêtrement de ravin d'où elle tire son nom de Chebka. Les chainons de la Chebka des

Sellaoua constituent une barrière oblique à travers la région reliant presque le Dj Oum kchrid aux contreforts des chaines telliennes (Voute. 1967)

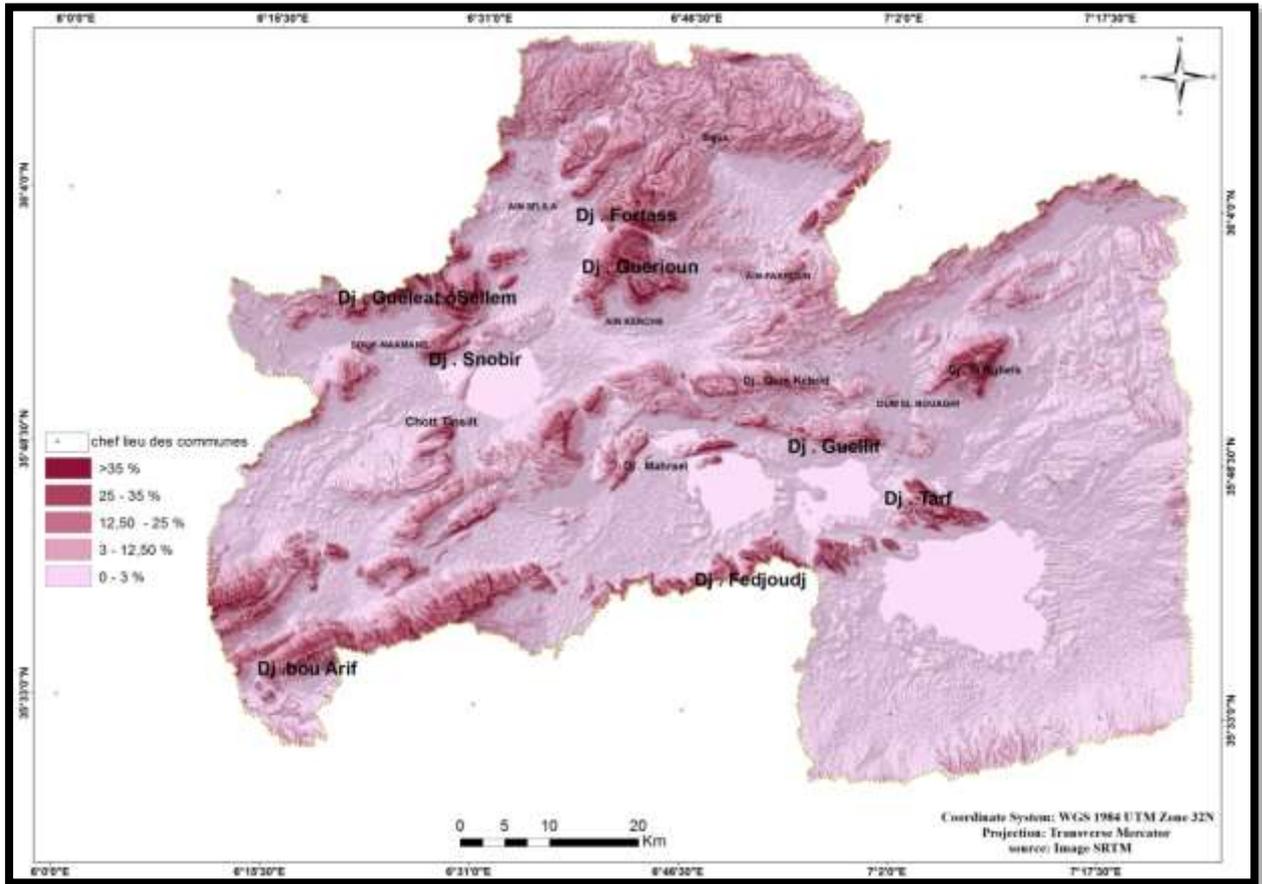


Figure 14 : Les pentes de la région d'Oum El Bouaghi (d'après traitement d'image SRTM 1)

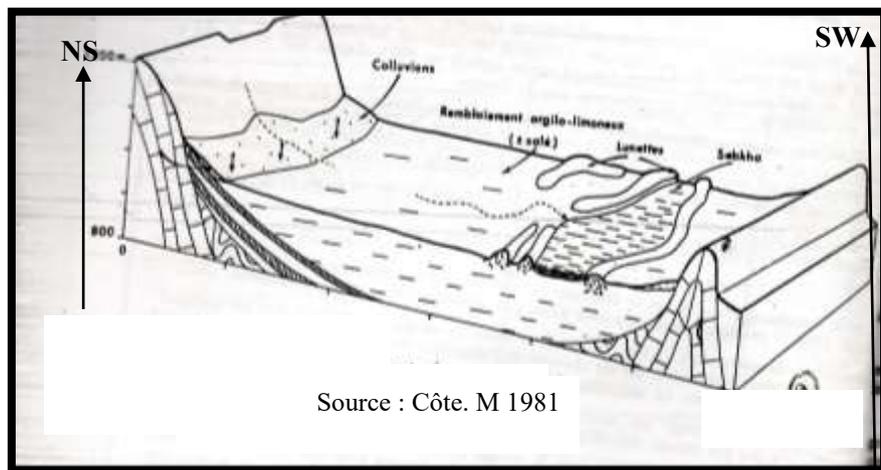


Figure 15 : Exemples d'une plaine de subsidence à glacis : la plaine d'Aïn- M'lila

### **I.3.2. La plaine d'Aïn-Fakroun et Sigus**

La plaine d'Aïn-Fakroun se situe à l'Est de la plaine d'Aïn- M'lila, elle est limitée par Dj Feroukh au Sud-Est, Dj Hazeme à l'Est, Dj Hireche et Dj Fortass, Ouled Aziz au Nord –Est Dj Guérioun et Fortass à l'Ouest et Dj Loussalit au Nord-Ouest. Leur altitude moyenne entre 840 à 900 m, Vers le nord on trouve la plaine de Sigus.

La plaine de Sigus est limitée en Nord Dj Esstitira d'une altitude 1119 m, Dj Monchar et Dj Babbes 1167 m, Nord-Ouest Dj Khemsa 1093 m, Nord- Est Dj Foum El Alik 1106 m, Sud Dj Loussalit 965m et Dj Hirech 1080 m, Ouest Dj Fortass. Leur altitude moyenne entre 780 à 890 m (Figure 16). La plaine est assurée par un drainage exoréique (oued El klab)

### **I.3.5. La plaine d'Ouled Sellem**

Elle est caractérisée par sa platitude et la présence de l'endoréisme qui est traduit par une multitude des sebkhas qui occupent le centre de la plaine (chott Tinsil et Sebkha El Zammoul). Leur caractère morphologique fermé ou semi fermé constitue un espace récepteur des écoulements de surface.

Elle est limitée en Nord -Est Dj Nif Ennser, Dj Guerouaou et Dj du Guelaat Ouled Sellem 1377m, Est par Dj Hamoude 1241m et Au Sud-Ouest Dj Guedmane 1132 m, Ou située la ville de Souk-Naâmane et Bir El Chouhada. Leur altitude moyenne est 830 à 875m. (Figure 16)

### **I.3.6. La plaine d'Oum El Bouaghi**

Située sur le versant sud du Dj Sidi Reghiss, ouvert par le Sud sur Garaet Guellif et Tarf, où on trouve la ville d'Oum El Bouaghi, Leur altitude moyenne est 894m. La plaine à un drainage endoréique (vers sebkha Tarf) (Figures 17)

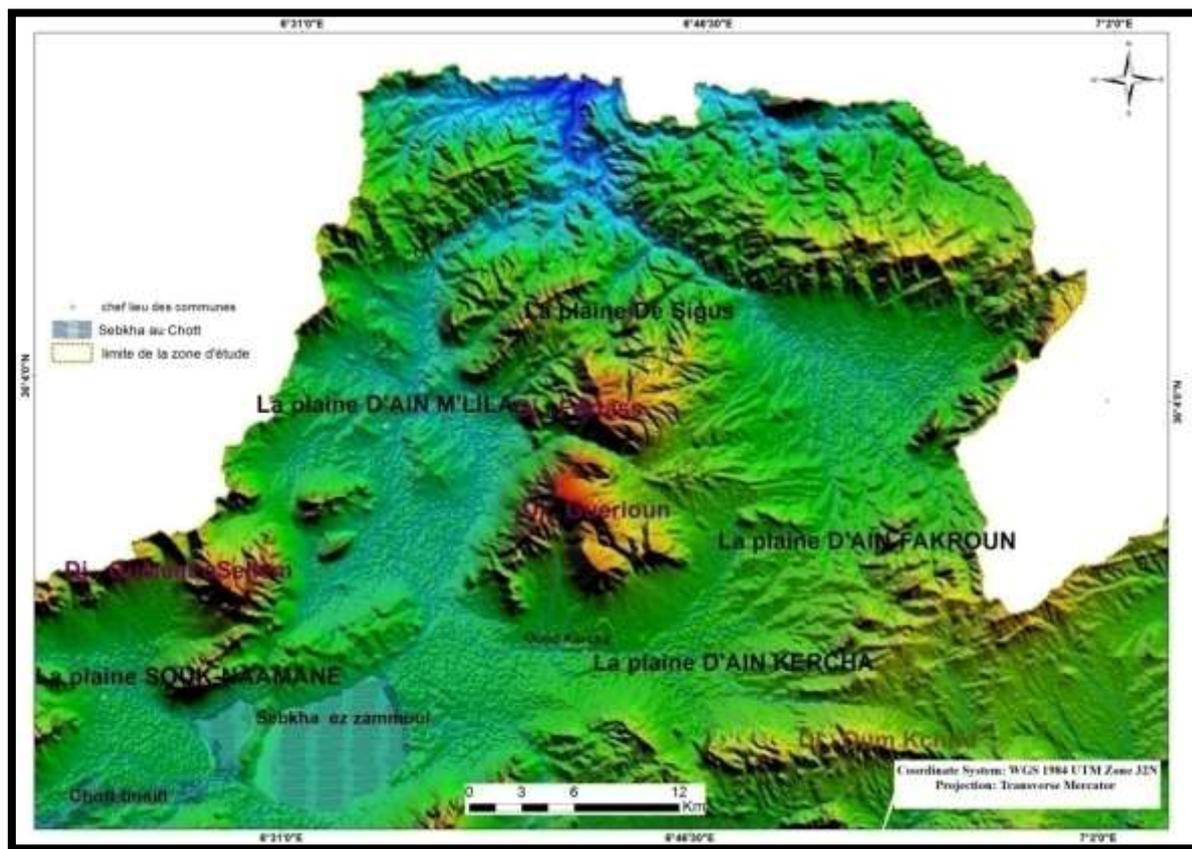


Figure 16 : Vue en 3D des plaines Aïn-M'lila, Aïn -Fakroun et Aïn- Kercha

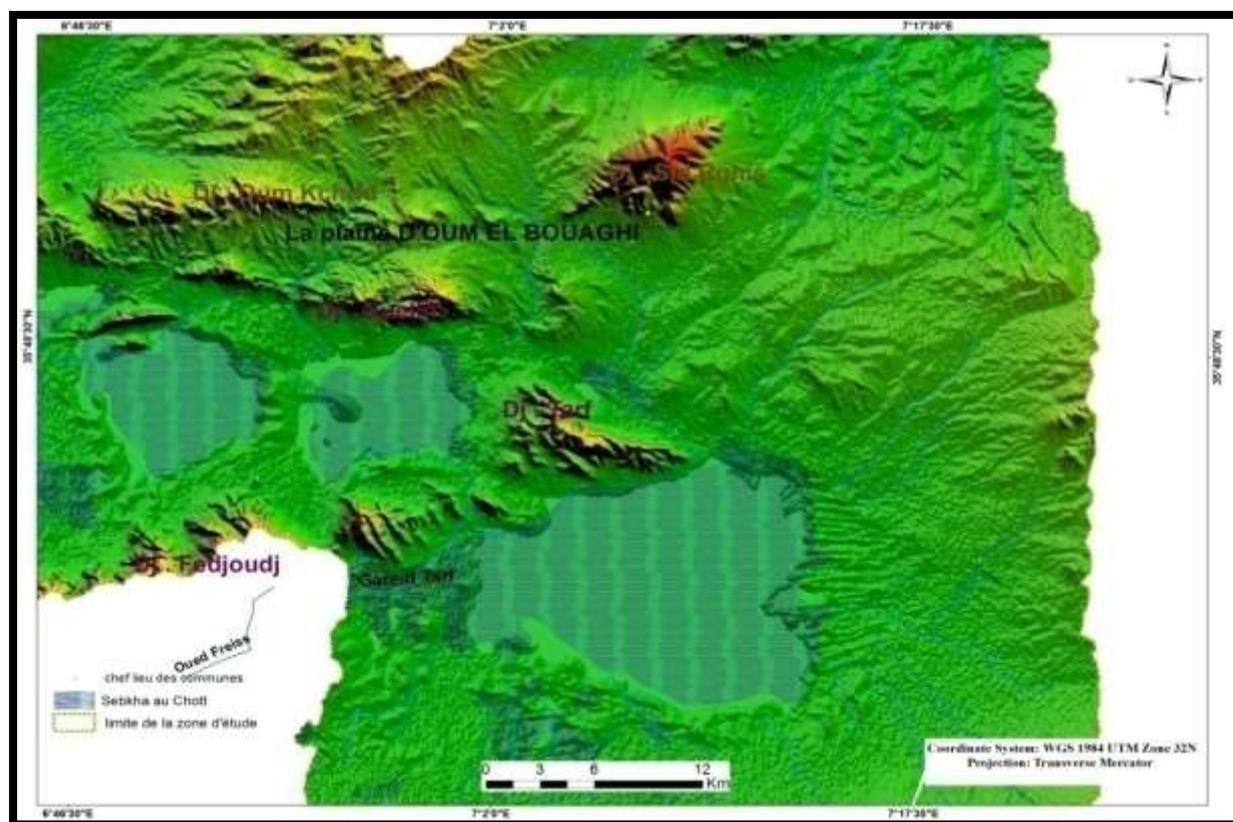


Figure 17: Vue en 3D de la plaine d'Oum El Bouaghi

#### I.4. Les cuvettes et les sebkhas

Ce sont des bassins fermés (chott, sebkha, Garaet) ou dépression endoréiques, elle s'étend sur une superficie d'environ 647,54 Km<sup>2</sup>, comprend les chotts et les sebkhas suivantes : Sebkhha El Zammoul, chott Tinsilt et Gadaine, Garaet Guellif Ank Djamal et El Marhsel, Garaet El Tarf. Ces dépressions limitées par les massifs suivants : (Figure 18)  
Au Nord –Est : massif de Harakta, Sidi Reghiss, Nord -Ouest chebka Sellaoua, et Nif el Ennsse, Au Sud Dj Fedjoudj, Bouarif et les monts de Nememchas.

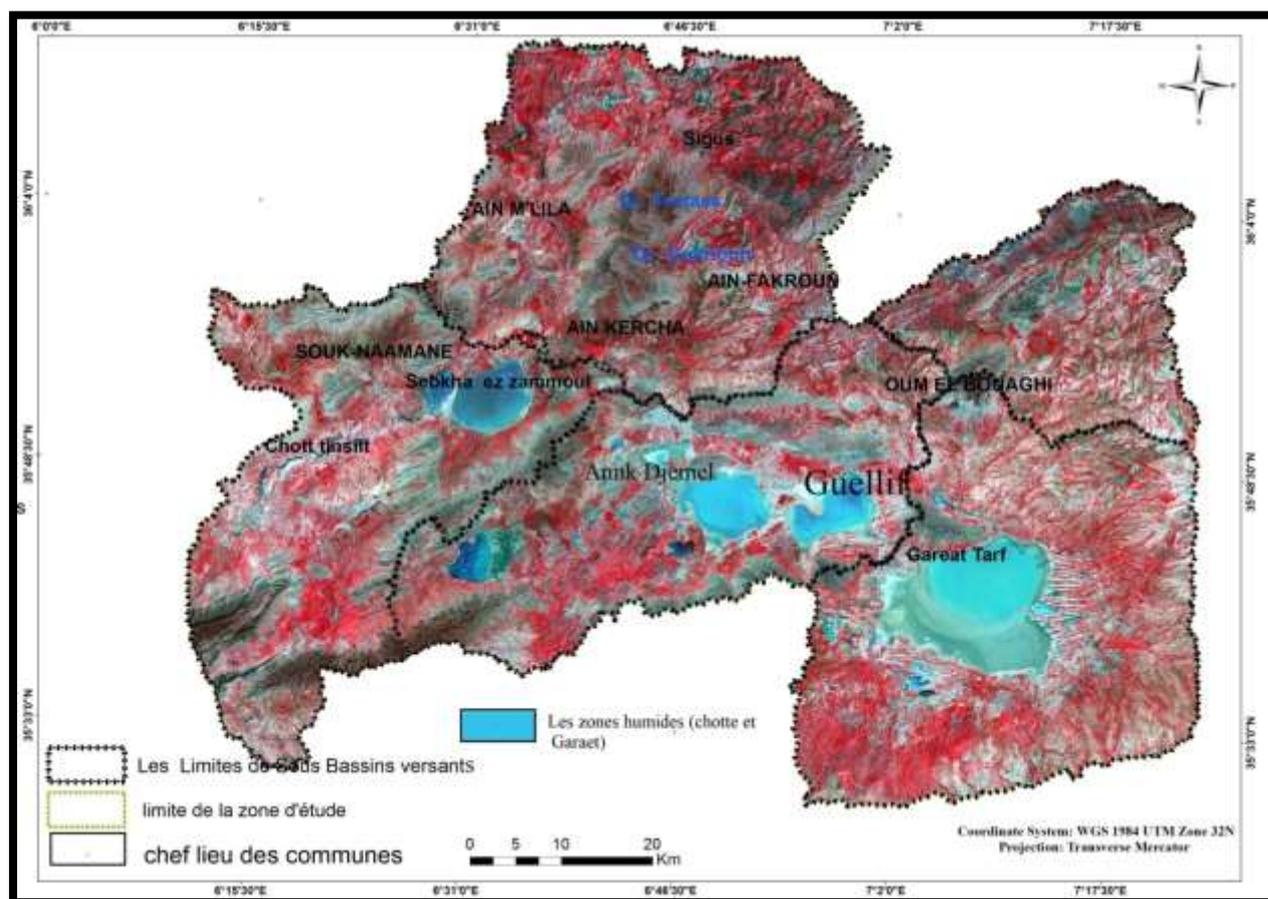


Figure 18 : Les cuvettes de la région d'Oum El Bouaghi

## **II. Le cadre structural**

L'ensemble des massifs de la zone d'étude matérialise la frange méridionale des monts de Constantine qui situe dans la zone externe de la chaîne alpine de l'Algérie orientale, relayés par la Chebka des Sellaoua à l'Est et les massifs des lacs à l'Ouest (Chadi 1991).

La rigidité du bâti structural des Hautes Plaines constituées d'un substrat calcaire rigide (J.M.Vila 1980), la dalle néritique elle-même fortement déplacée vers le sud lors des grandes poussées septentrionales de la fin du tertiaire cette dalle portée en position haute et réfractaire aux plissements les massifs sont des horsts et les bassins des grabens (TihayJ P1972)

D'après les travaux de : J.M. Vila 1980, Voûte.C 1967, Chadi1991, Benazzouz M1986 et la carte géologique de nord Algérie 1/500000 (Laffitte R, Deleau P 1952 ont distingué les unités suivants :(Figure19)

- 1) Les formations de Quaternaire
- 2) Les formations du Mio Pliocène
- 3) Les séries de l'avant pays allochtone
- 4) Les formations parautochtones autochtones
- 5) Les formations de trias

### **II.1. La stratigraphie**

#### **II.1.1. Les formations du Quaternaire**

D'âge villafranchien supérieur, avec parfois plusieurs niveaux emboîtés de sols à crottes et de calcaires lacustres, est remarquablement conservé et affleure largement. (Benazzouz M. T1986)

#### **II.1.2. Les formations du Mio-Pliocène continentales**

Le Miocène Continentale a pu être précisée par des forages lors d'une étude hydrogéologique dans la zone, qui ont mis en évidence l'existence dans la région de Bir El Chouhada, entourée de Dj Guellif, nord et au sud de sebkha Tarf (Benazzouz .M1986).

### II.1.3. La série de l'avant pays allochtone

Les séries de l'avant pays selon les conceptions de J.M.Vila 1980 ont été regroupées par ce dernier en trois grandes familles :

- Une organisation Setifienne
- Une organisation Constantinoise
- Une organisation Algéro- tunisienne

#### II.1.3.1.L'organisation structurale Constantinoise

Elle englobe les séries néritiques constantinoises au Nord et les série de Sellaoua au sud

##### II.1.3.1.1. Les séries néritiques constantinoises

Elles représentent l'essentiel des massifs calcaires (Guerioun, Nif El Annser ) qui constituent la Mole néritique Constantine et sont caractérisés par d'épaisses formations carbonatées à caractère de plate- forme subsidence .D'après J .M.Vila 1980 la série des massifs méridionaux ne dépasse pas le cénomanien et se termine par un contact anormal, aucune formation d'âge éocène n'est liée stratigraphiquement à la série néritique Constantinoise (Chadi 1991).

##### II.1.3.1.2. Les séries des Sellaoua

Ces séries sont développées suivant un axe Sud-Ouest ,Nord- Est dans la région d'Aïn- M'lila, Aïn -Fakroun, et Aïn- Babouche (Chebka Sellaoua ).D'après C. Voûte 1967 et Chadi 1991, Les unités des Sellaouas se caractérisent par une sédimentation argilo- marneuse durant le Crétacé, cette zone était connue sous le nom de zone d'écaille et fut intégrée dans l'avant allochtone par J.M.Vila1980 qui a vu en cette zone le siège de raccourcissement considérable attribuable à des chevauchements de grandes ampleurs.

#### .1.3.2. L'ensemble allochtone Sud Setifien : d'âge Crétacé inférieur

**-La série de Djebel Guedmane** : Les formations de cette unité forment tous les affleurements de Dj Merzguene, Rhires, Dj Tizourit, Dj Guedmane, Draa El Gueblia, Dj Amsid et Dj Hamouda (Dj Snobra)

### -Les séries du para autochtone et autochtone Aurésien : La série des lacs

D'après J.M.Vila 1980, la série des massifs L'autochtone est d'âge Crétacé. Les affleurements de cet ensemble forment les monts d'Aïn- Yagout et les affleurements de la région des lacs au piedmont de Dj Hamouda, Hanout Shrir et Hanout Kébir .

#### II.1.4. Les formations paraautochtones et autochtones

Constitue la plaine d'Oum El Bouaghi d'âge Sénomien, Crétacé inférieur Albien supérieur affleure a Dj Sidi Reghiss, Dj Tarf, Dj Fedjoudj et le versant Nord du Oum Kchrid (J.M.Vila 1980)

#### II.1.5. Les formations du Trias

Les formations du Trias affleure dans les villages des lacs, zone d'affleurement de trias gypsifère celui-ci et recouvert anormalement par un ensemble très froissé de terrain comprenant essentiellement du Crétacé Supérieur (J.M. vila1980). Les glaçons calcoro-dolomitiques (le Trias moyen) y atteignent 150m environ on marque l'extension de la nappe tellienne constitue par marne, marne-calcaire, unité représentent la couverture éocène des séries Péni- tellienne (synclinale de Taxa).

## II.2. La lithologie

**II.2.1. Quaternaire :** Les formations Quaternaires sont représentées essentiellement par :

- **Alluvions récentes :** ce sont des limons, des graviers et des galets roulés constituant les alluvions actuelles (lit des oueds) ou récents (banquette Rhabienne). Ces formations supportent des marécages temporaires.
- **Dépôts lacustres :** Des poudingues.
- **La croûte calcaire principale.** (Benazzouz.M 1986)

#### II.2.2. Les cuvettes : Chott et sebkha

La position structurale de la sebkha ne correspond pas toujours à la faveur d'un pli Synclinal, (R.Guiraud 1973) a pu montrer, que la localisation structurale ne saurait régir Directement l'implantation d'une sebkha. Les travaux réalisés révèlent le particulier la superposition de plusieurs chotts et sebkha à des axes anticlinaux.

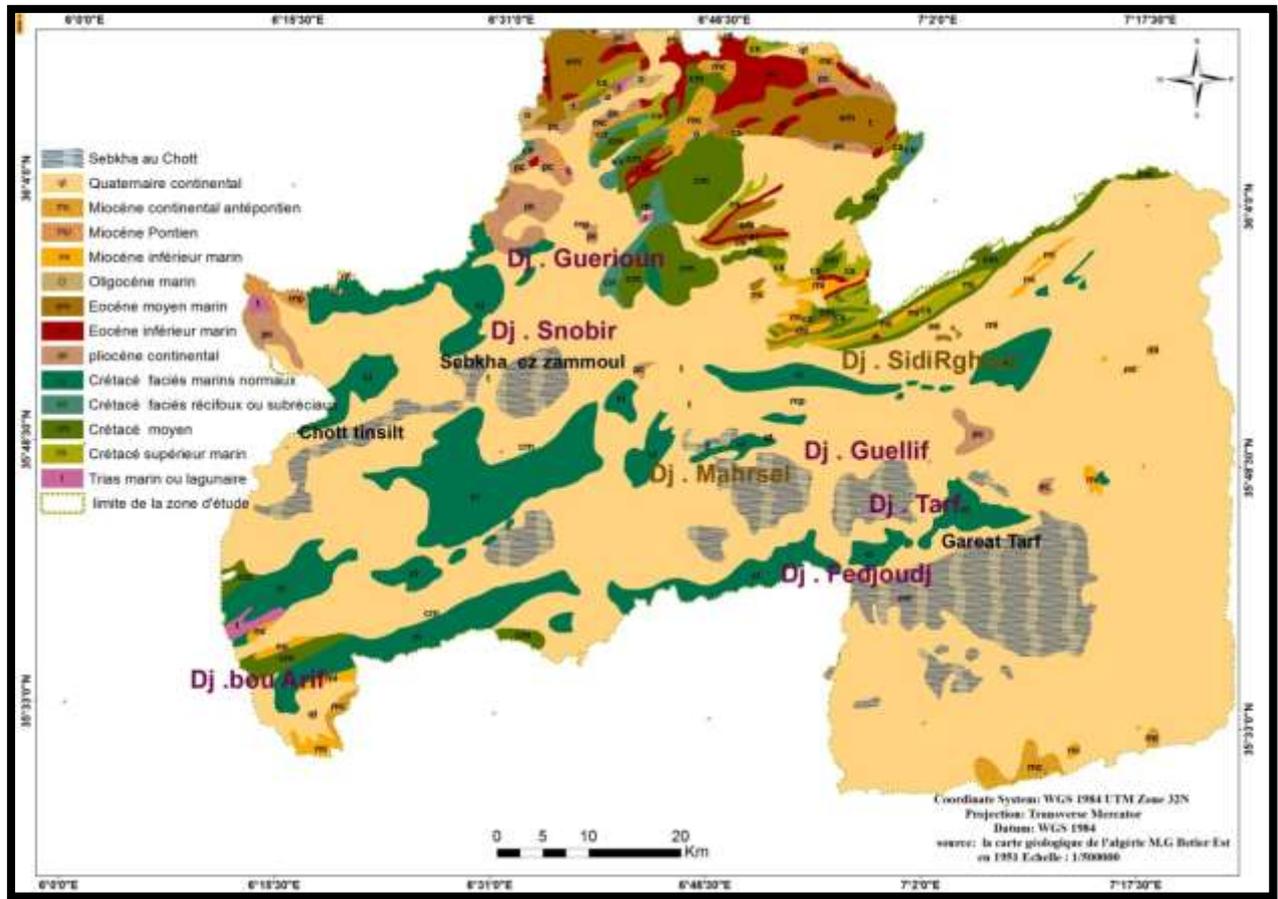


Figure 19: La géologie de la région d'Oum El Bouaghi redessinée de la carte géologique de l'Algérie 1/ 500 0000

Dans la région d'étude et d'après Benazzouz.M 1986, la position structurale de la sebkha Tarf correspond à une structure synclinale.

- **a.Chott Tinsilt** : Ce sont des terrains sédimentaires du Quaternaire où prédominent argiles et limons fins riches en calcaires.
- **b.Garaet Annk Djemel** : Le site est constitué essentiellement d'argiles et de conglomérats rouges avec à la base des calcaires lacustres et des marnes.
- **c.Garaet El Marhsel** : Les sols de sebkha constitués d'alluvions sont entourés des sols salés anciens et de formations dunaires appelées « lunettes ».
- d. Sebkhia Tarf** : affleurements Triasiques, des formations calcaires résultent du Quaternaire Maestrichien Supérieur et de conglomérat du Miocène.

**e.Garaet Guellif** : On distingue 3 grands types de substrats géologiques, le premier à base de calcaires et dolomies du Crétacé Inférieur, le second composé d'alluvions du Quaternaire ancien et le dernier de calcaires lacustres et de marnes formant des calcaires marneux.

Leur décomposition donne naissance à des sols riches en ions  $\text{Ca}^{++}$  à tendance argileuse. Leur Imperméabilité joue soit en faveur d'un ruissellement considérable, soit d'une stagnation prolongée des eaux. ( Benazzouz.M 1986,DGF 2009,)

### II.2.3. Le Mio-Pliocène Continental

Miocène Supérieur Continentale est sous forme de dépôts détritiques rougeâtres au Pliocène. La sédimentation est composée d'argile rougeâtre quelque fois sableuse et de calcaires lacustres grés numidiens, leur épaisseur dépasse 200m. (La plaine d'Aïn- M'lila).

### II.2. 4.Les séries de l'avant pays allochtone

Pour donner un aperçu litho stratigraphique des séries de l'avant pays allochtone d'après les conceptions de J.M. Vila1980 (nappe néritique Constantinoise, ensembles allochtone des Sellaoua) on se limitera à décrire la série stratigraphique des quelques massifs dans la région d'étude :

#### II.2.4.1. La série de Sellaoua

**-Le valanginien** : il n'est connu qu'en un seul endroit au nord du kef Telesha dans la partie méridionale des Sellaoua il s'agit d'argile vert olive à intercalation sableuses au sommet de laquelle (C.Voûte 1967).

**-L'Hauterivien** : cet étage n'est pas caractérisé, mais rien n'indique son absence dans la région

**Le Barrémien** : marne et d'argile gréseuse à intercalation de grés fins, couronnée par un horizon marne- calcaire

**-L'Albien** : marne et des argiles gréseuses à intercalation de grés

**-Le Cénomaniens Inférieurs** : très épais, marne et très fossilifère

**-Le Turonien et le Sénonien** : alternance monotone de marnes et de micrites riches en microfaune

-Le Paléocène – Eocène un petit affleurement situé à l'ouest des Sellaoua est attribué à l'éocène (Chadi1991) constitue de calcaire phosphatés et de marne glauconieuses

#### II.2.4.2.La zone méridionale du néritique Constantinoise

a. **Dj Guérioun** : d'après C. Voûte1967 et de J.M. Vila1980 qui a observé de la base au sommet : (Figure 20)

- Dolomie noire azoïque rapportées au jurassique
- Des bancs de calcaire à corprolithes qui marquent la limite Jurassique –Crétacé
- Des calcaires massifs de Néocomien Barrémien : calcaire
- **L'Aptien** : calcaire, des minces couches de marne

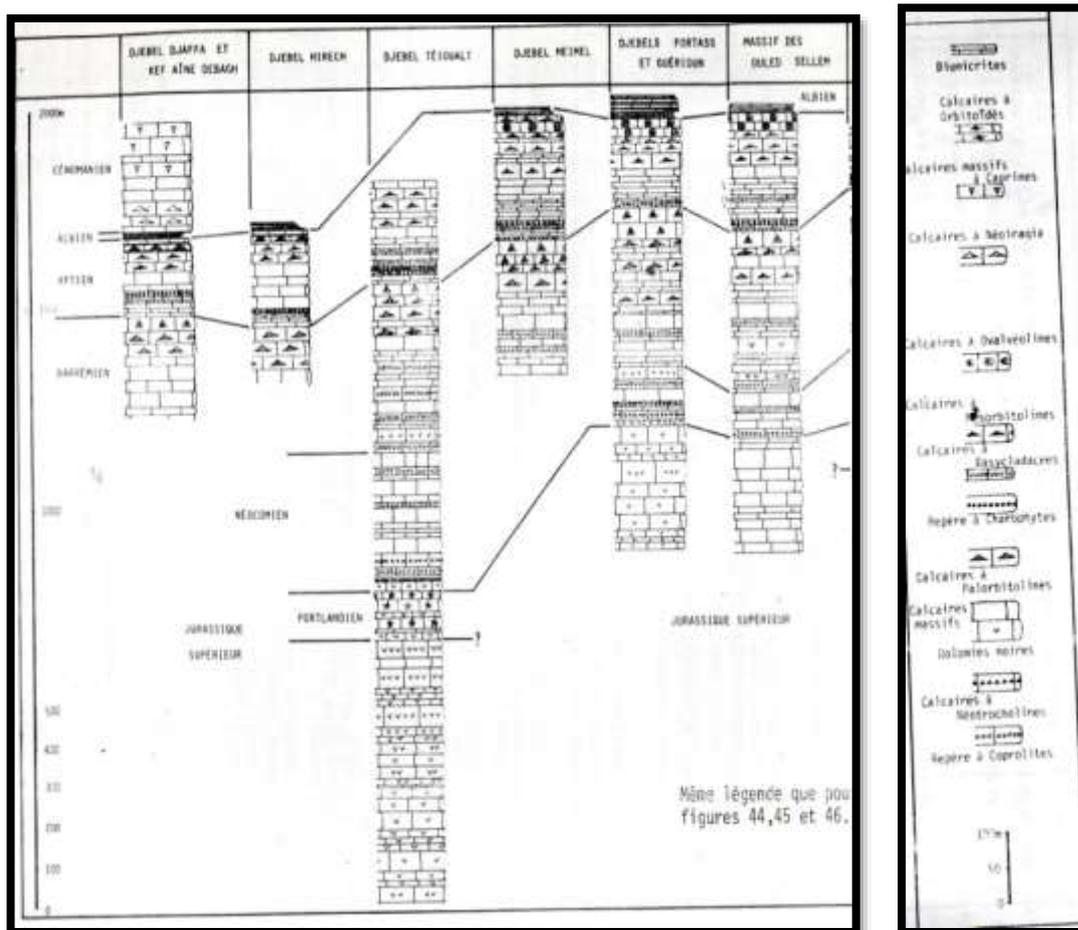


Figure 20: Représentation schématique de la série du Dj Fortass et Guérioun (J.M. Vila1980)

### II.2.5. Les formations parautochtones à l'autochtone

Tectonique fini – éocène (Phase atlasique) R. Guiraud 1973) les plis en baïonnette de l'ensemble de Dj Hanoute, Oum Kchrid, Dj Guellif, Sidi Reghiss et ensemble Bou Arif – Fedjouj, Tarf.

#### a. Dj Sidi Reghiss

Anticlinal du Barrémien à L'Albien moyen (Figure 22). La morphologie de la montagne est entièrement déterminée par la présence des calcaires supérieures plissées en dôme et formant une carapace rigide. L'érosion a dégagé ces calcaires de telle sorte que Dj Sidi Reghiss se présente comme une immense coupole surgissant de la plaine.

Par endroit la carapace a été entaillée par l'érosion, mettant à nu les marnes tendres sous-jacentes et créant de larges échancrures bordées par des falaises verticales. Les calcaires dessinent donc une crête en demi – arc ouvert au sud, dominant le centre marneux du dôme avec au cœur les affleurements Barrémien (Voûte .C1967).

#### b. La série de Djebel Hanout Kebir

Sur la feuille d'Aïn-Kercha, (J.M.Vila, 1980), décrit à la base de la série de Dj Hanout Kebir un terme pelitique suivi d'un banc de micrite bioclastique daté de l'Hauterivien-Berriasien. Au-dessus de ce terme, on trouve 150m d'une série gréseuse monotone, compacte à stratification oblique, stratification entrecroisée et traces de végétaux. Il s'agit de faciès d'épandage deltaïque sur une plate-forme peu ou pas accidentée. Au-dessus, se développe une série Marno-schisteuse gris verdâtre datée de l'Aptien par des ostracodes.

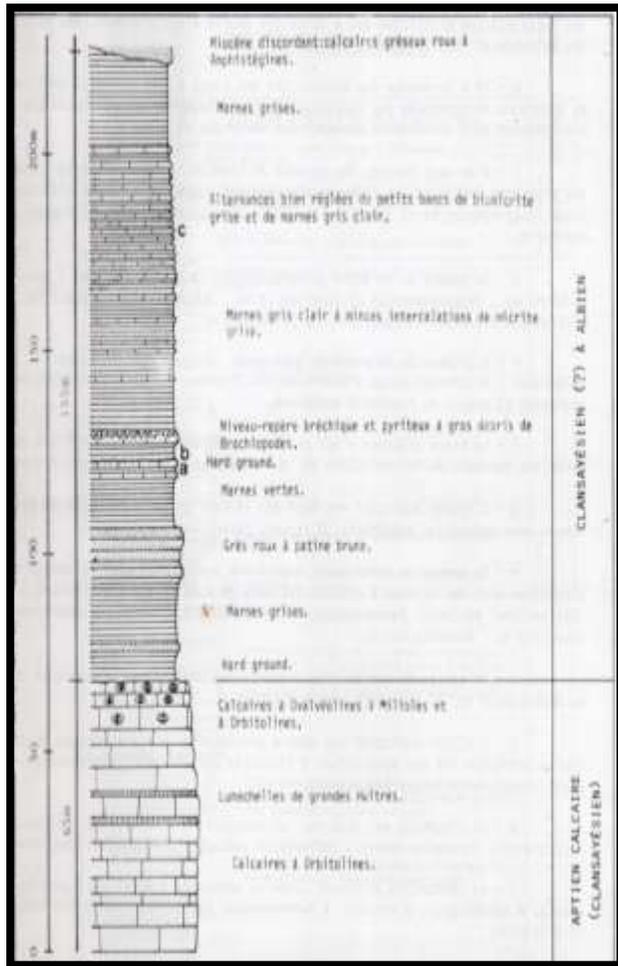


Figure 21: Représentation schématique de la série du Dj Oum Kchrid(J.M. Vila1980)

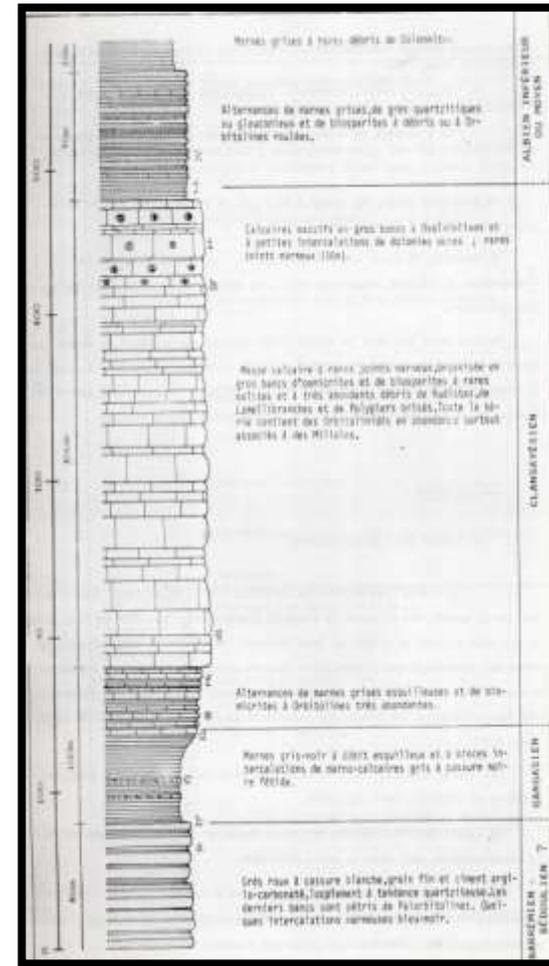


Figure 22: Représentation schématique de la série du Dj Sidi Reghiss(J.M. Vila1980)

### II.3. Les phases tectoniques

La genèse du relief à travers les Hautes Plaines est à replacer dans un cadre plus vaste, celui de la tectonique majeure du rapprochement des plaques africaine et européenne. Celle-ci explique, en effet, la mise en place des nappes tellienne au nord et structuration de la chaîne atlasique vers le sud. La zone des Hautes Plaines comporte deux directions structurales majeurs qui sont fréquentes en Algérie du Nord. Il s'agit de la direction atlasique, Sud-ouest-Nord-est, sur laquelle vient se superposer une tectonique subméridienne plus récent (Benazzouz .M1986)

#### A. La Phase Atlasique

Si la période pré tectogénique à commencer dans le trias, la chaîne alpine d'Algérie s'est surtout structurée par les phases tertiaires.

Une phase assez générale se place vers la fin du Lutétien : c'est la phase atlasique Fini– Lutétienne (Chadi1991) priabonien (J.M. vila1980), elle marque la fin d'un grand cycle Sédimentaire qui a débuté dans le trias supérieur et dont l'organisation n'a pas été perturbée malgré des manifestations tectonique locale enregistrées avant le cénomanien.

Cette phase aurait structuré la chaîne calcaire (la dorsale kabyle) les flyschs et les série telliennes en grande lames ou en plis couchés a vergence sud, avec les unités les plus internes en position plus haute.

La tectonique burdigalienne se manifeste par un bombement à l'aplomb dû domine kabyle méridionale. Ce bombement permet l'alimentation en olistolithes du bassin de sédimentation de l'Oligo –Miocène kabyle au nord et la mise en place de la nappe numidienne au sud.

Dans l'atlas saharien où elle est manifestement la plus évidente, en raison de son intensité et du fait de l'absence ou du peu d'importance des déformations ultérieures, elle montre une direction de raccourcissement nord-ouest-sud-est. A cette époque, l'ébauche des grands plis avec la formation des Dj Fedjoudj et Tarf ( BenazzouzM .T 1980).

## B. La Phase Miocène

Caractérisée par une direction de raccourcissement Nord – sud, elle aurait débuté plus tôt dans les zones septentrionales (Burdigalien moyen) (J. P. Bouillin 1977) que dans les contrées méridionales, pour J. M. Vila (1980) c'est la phase majeure tortonienne à vergence sud qui est responsable des vastes recouvrements anormaux impliquant les formations postérieures au Burdigalien élevé dont la nappe numidienne.

Cette phase responsable de la genèse de la nappe néritique constantinoise des unités allochtones des Sellaoua de l'ensemble sud – Sétifien et des unités méridionale Nummulites.

D'après J. M. Vila 1980 les déformations concomitantes dans l'Autochtone méridionale transmises par les épais ensembles carbonatés auraient embouti l'édifice plissé préexistant, ce qui le conduit à proposer la notion de « plis emboutis » pour expliquer les décrochements et les torsions de plis enregistrés dans l'avant-pays atlasique.

## III. Les caractéristiques Géomorphologiques : Le poids de l'héritage du Quaternaire

Les morphologiques de la région d'Oum El Bouaghi se sont adaptées à la tectonique (Benjamin AR. C1957). Les reliefs sont exposés à l'érosion pendant très longtemps. Les formes géomorphologiques varient entre des formes héritées et vives (Figure 29).

### III.1. Les formes héritées du Quaternaire

#### III.1.1. Les montagnes

Dj Guérioun et Dj Sidi Reghiss sont les deux sommets les plus élevés dans la région d'étude, et qui forment les grands escarpements dominants les plaines d'Aïn- M'lila et Oum El Bouaghi, portent le karst sommital (Quinif 1975, Marre, A et al 1981)

### III.1.1.1. La morphologie de la dalle sommitale du Dj Gueriou : les formes karstiques

Dj Gueriou le point culminant des Hautes Plaines présent un étagement de formes karstiques et de forme liées au froid, ainsi qu'un piémont riche en niveaux Quaternaires (Marre, A et al 1981) (Figures 23, 24)

#### III.1.1.1. 1. Les formes karstiques

**a. Les lapiés :** on distingue deux types de lapiés : les lapiés de types haut-alpin ou le gel est important et les lapiés de type méditerranéen ou la végétation a joué un rôle certain.

##### - Les lapiés de type haut-alpin

Ils apparaissent avec toutes leurs caractéristiques à partir de 1500m. La forme la plus courante est un ensemble de crevasses. Ayant parfois évolué en petites ruelles de karst.

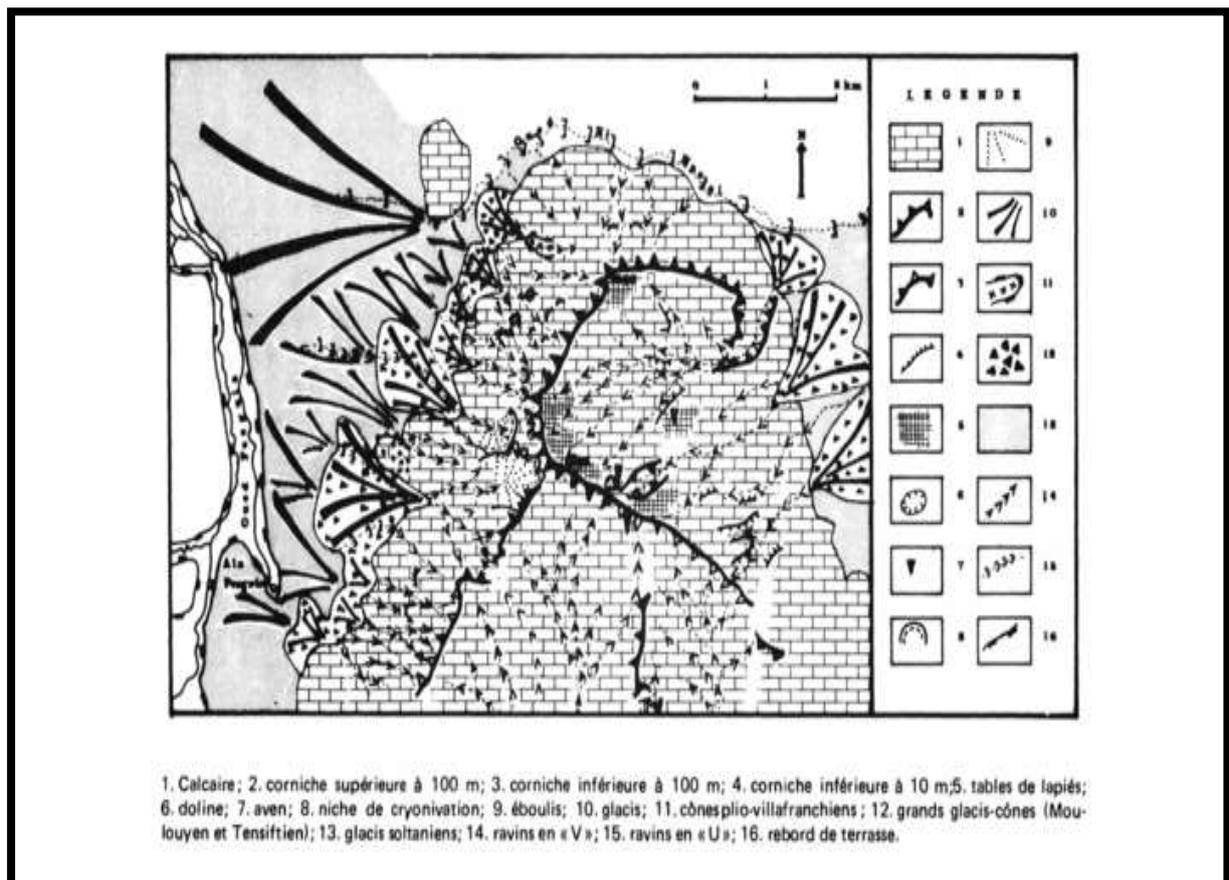


Figure 23: Un Croquis géomorphologique de Dj Guérioun (Source : Marre, A et al 1981)

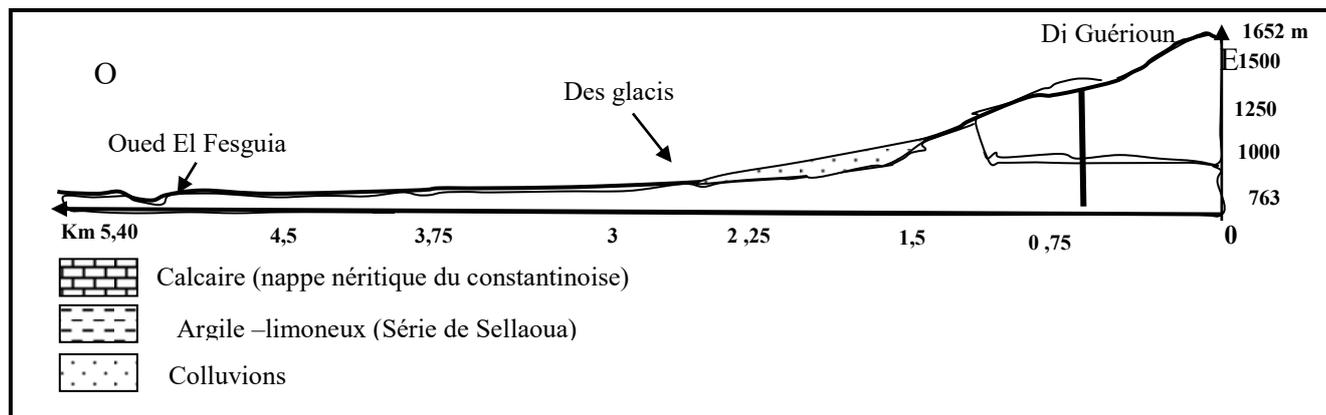


Figure 24 : Un profil dans le versant occidental de Dj Guérioun (la plaine d'Ain M'lila)



Photo 1: Vue d'ensemble du versant occidental du Dj Guérioun (la plaine d' Aïn-M'lila) (Photo prise par l'auteure 2014)

### - Les lapiés de type méditerranéen

Ils se situent au-dessous de 1500 m d'altitude. Les formes de lapiés non fonctionnelle : il s'agit de microforme qui ne sont plus dans leur contexte morphologique par exemple des cannelures de mur sur des blocs basculés.

### b. Les dépressions fermées et les avens

On voit souvent, sur les replats, des dépressions de petites tailles, à peine esquissées, ou se trouve la terre-rossa. il n'y a qu'une seule véritable doline sur le massif. De taille réduite (10m sur 30), en forme de cuvette dissymétrique, cette doline dans un fossé de faille, a une origine structurale. Deux types d'avens sont à distinguer, des avens peu profonds 10 m et des avens plus profond (Marre, A et al 1981).

**III.1.2. Les piémonts :** Le raccordement entre la corniche et la plaine se fait par une série de glacis.

#### III.1. 2.1. Les glacis

Trois niveaux sont nettement visibles dans les piémonts du Dj Guérioun (Figure 25, photo 1) (Marre,A et al 1981).

- Un niveau de glacis –cônes très démantelés, à pente forte et constitués par un conglomérat résistant
- Un niveau de très grandes glacis –cônes caillouteux et nettement visibles dans le paysage.
- En dessous de ces formes et emboîtés dans elle, des glacis en pente plus douce et à matériel plus fin.

#### a- Les glacis – cônes

Sur la rive droite du chaabat Teniet El Alek qui descend du sommet Dj Guérioun on observe un reste de cône avec une pente qui va s'accélération vers l'aval, et passe ainsi sous le grand glacis- cône principal cette forme est construite par un conglomérat constitués par des fragments cubiques et aux angles peu émoussés pris dans un ciment calcaire de couleur saumonée.

### b- Les grands glacis –cônes

Dont celui du Chaabat Teniet El Alek, présentent un matériel très grossier et très encroutée (sur la carte d'Aïn- Fakroun 1/50000 : X= 857, Y=308, Z= 850) (Figure 1 annexe)

### c- Les glacis inférieur

Dans la partie Sud du piémont, près de la source Fesguia. Ce sont des dépôts peuvent être divisés en Soltanien I et Soltanien II . (Marre,A et al 1981).

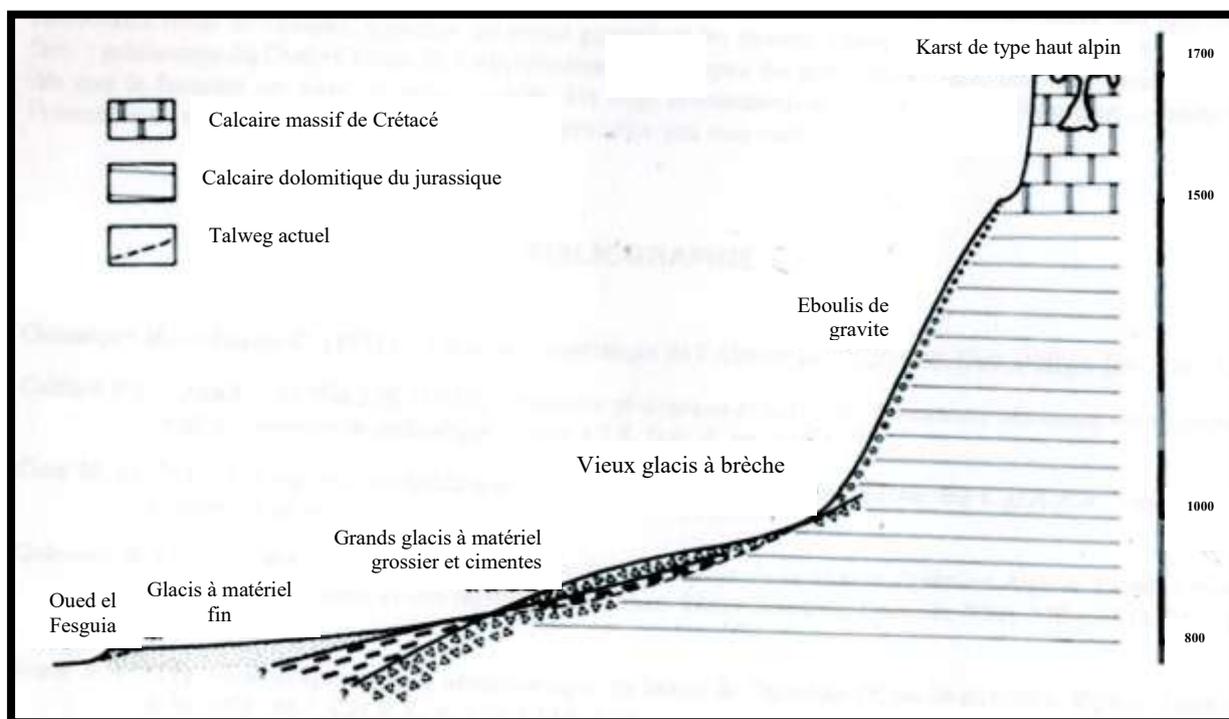


Figure 25: Coupe schématique et étage des formes sur le versant occidental du Dj Guérioun (Source : Marre, A et al 1981)

## III.1.3. Les plaines

### III.1.3.1. Les terrasses alluviales

Une terrasse alluviale est une zone plane, situé sur les versants d'une vallée et constituée par des alluvions déposées par le cours d'eau à une certaine période.

Cette forme qui se trouve sur les berges d'oued El klab (plaine de Sigus), oued El Fesguia (La plaine d'Aïn-M'lila), à une bonne valeur d'agriculture. (Photo 2, Figure 26).

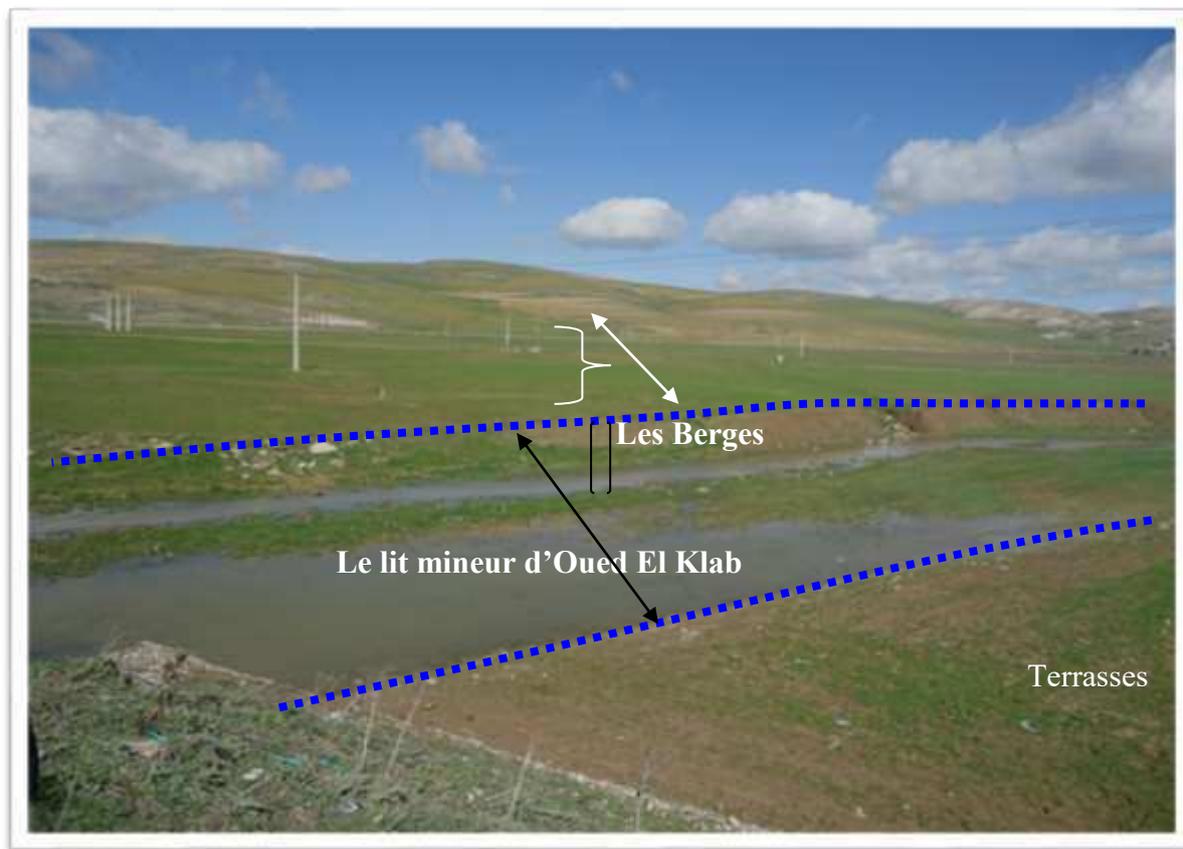


Photo 2 : Les terrasses d'oued El Klab (la plaine de Sigus) (Photo prise par l'auteure 2014)

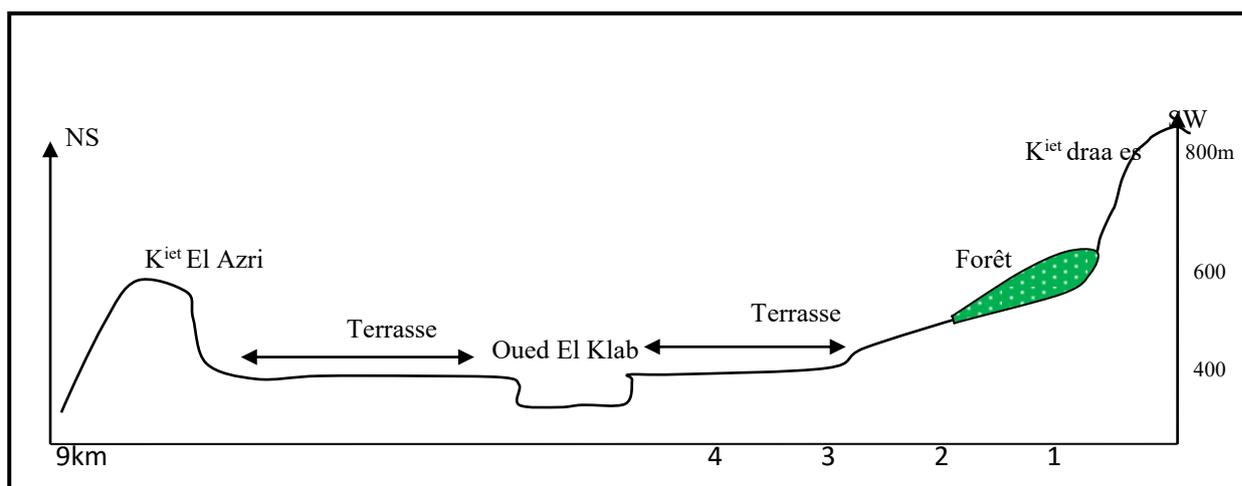


Figure 26: Coupe schématique de la vallée d'oued El Klab

### III.2. Les sebkhas : Les formes éoliennes

Les Hautes Plaines de l'Est Algérien ont été longtemps considérées comme un vaste bassin subsidence active entre deux chaînes de montagnes. L'axe de subsidence se situerait alors à l'emplacement des sebkhas. Le cadre des Hautes Plaines offre une bonne preuve de la dynamique éolienne dans les zones de sebkha (Benazzouz.M 1986).

Cette dynamique est à l'origine de l'élaboration de petite accumulation secondaire soulignant les bordures de la sebkha est développant les formes suivantes : (Figure 29)

#### a. Les lunettes

Une argile ou de sable, concave vers le vent, édifié en bordure d'une dépression hydroéolienne ou d'une d'sebkha. Les bordures orientales sont soulignées par une lunette plus ou moins régulière (BenazzouzM.T 1986).

**-Lunette en croissant beaucoup développées** : sebkha Ank Djmel.

#### **-Lunette complexe de sebkha Tarf**

La plus orientale, bien exposée aux vents dominants d'ouest. La morphologie de la lunette orientale : il s'agit de la lunette complexe qui souligne surplis de 5 km de profondeur, la rive orientale de la sebkha Tarf, elle présente de longs sillons parallèles dans sa partie centrale, qui lui donnent cet aspect lanière caractéristique.

Edifiée en une série de dunes longitudinale, parallèle et allongées dans l'axe OSO –ENE et séparées par des dépressions inter dunaires qui peuvent être parcourues par de petite oueds, alors que les extrémités NE et SE de ce bourrelet offrent les formes classiques en croissant d'une lunette parabolique. (Benazzouz M. T 1986).

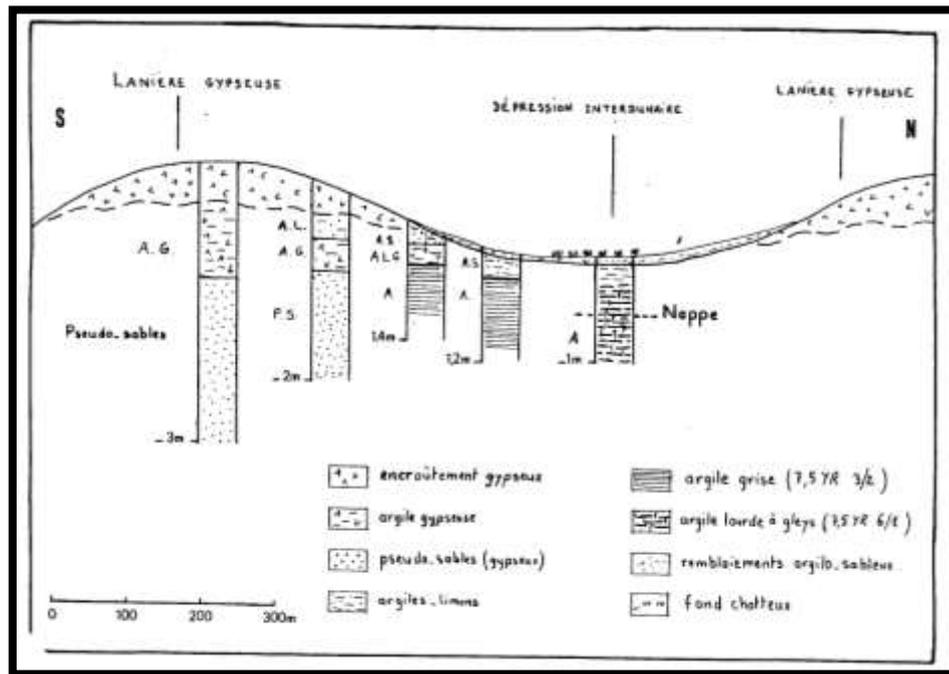


Figure 27: Coupe transversale de la lunette lanière de sebkhia Tarf  
(Source : Benazzouz M.T1986)

- 0 à 30 cm : limons avec cristaux de gypse très fins de couleur jaune-orange jusqu'à 20cm
- 30 à 120 cm : limon argilo-gypseux bruns, il s'agit d'une matrice argilo-limoneuse qui fixe des grains de gypse, la couleur devenant plus claire avec de 50% de taches blanches.
- 120 cm à plus de 3m : sable gypseux à grains fins et grossiers.

#### b. Les nebkas

Sur les limites de la sebkhia l'apparition de plantes du type halomorphe d'abord très clairsemées semble s'intensifier, plus on s'éloigne de la sebkhia, jusqu'à développer une véritable auréole verte autour des embouchures des oueds.

Ces formes sont de taille réduite, ne dépassant dans le sens de la longueur, et quelque décimètre en hauteur.

#### C. La forme de ripple-marks

Une forme plus évoluée, ou l'empreinte de vent est beaucoup plus significative en imprimant de légères ondulations parallèles à la manière de rides qui s'élèvent de quelques dizaines de centimètres à la surface du sol.

### III.3. Les formes d'érosion

#### III.3.1. Les formes des lits des cours d'eaux

##### -Cours d'eau en forme (V)

Cour d'eau étroite à versant raides formée par l'intersection des deux versants. Le creusement vertical est plus rapide que l'évolution latérale. On les trouve surtout dans les versants du Dj Guérioun, Sidi Reghiss, Fortass.

##### - Cour d'eau en forme de berceau (U)

Cour évasée, en gouttière, à versant convexo-concaves plus ou moins empâtés par des colluvions. Donc, l'effet de l'érosion est accéléré, ce type est bien observé sur des tronçons D'oued El Klab.

##### -Cour d'eau à fond plat (□)

Cour d'eau large à versant plus ou moins pentus. L'élargissement de cour d'eau est plus rapide que le creusement vertical. Cette forme apparait sur oued El Mellah à partir d'oued Kercha, oued Fourchi jusqu'à oued El Fesguia, oued Bou Freiss, Oued Ben Zerhaib (Photo 3, Figure 28).



Photo 3: La forme du lit mineur d'oued El Fesguia (la plaine d'Aïn- M'lila)  
(Photo prise par l'auteure 2014)

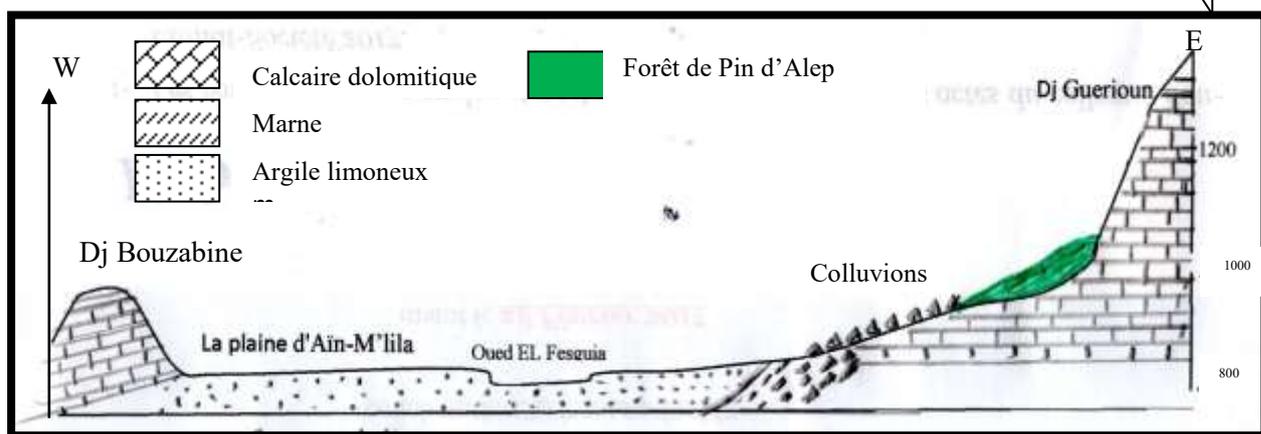


Figure 28: Coupe schématique de la vallée d'oued El Fesguia

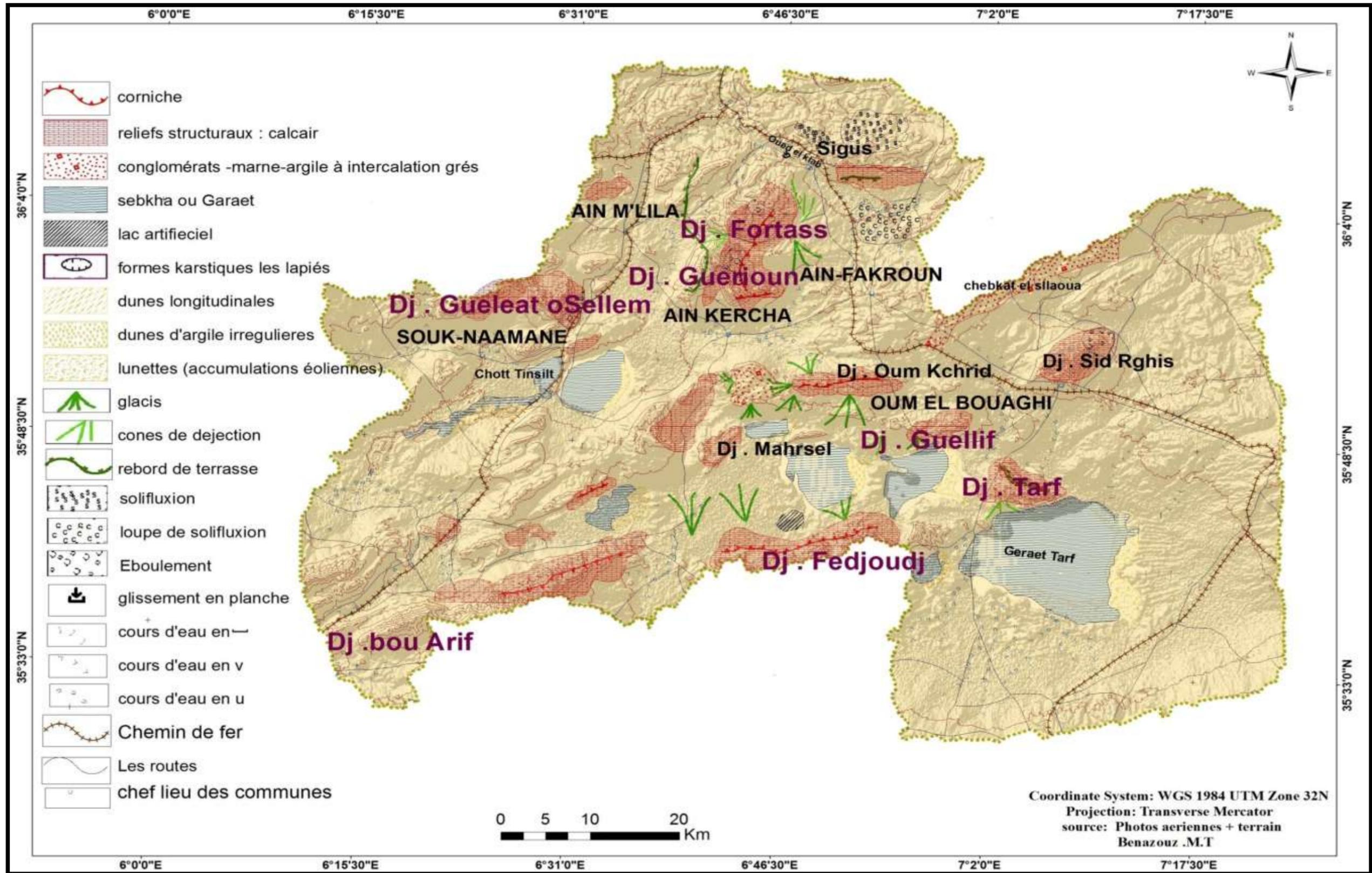


Figure 29 : Un Croquis géomorphologique de la région d'Oum El Bouaghi (réalisée par l'auteur)

### III.3. 2. Les mouvements de terrain

Les mouvements de terrain sont les manifestations du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (fonte des neiges, pluviométrie anormalement forte, séisme, etc) ou anthropiques (terrassment, vibration, déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères, etc),

Ils recouvrent des formes très diverses qui résultent de la multiplicité des mécanismes initiateurs (érosion, dissolution, déformation et rupture sous charge statique ou dynamique), eux-mêmes liés à la complexité des comportements géotechniques des matériaux sollicités et des conditions de gisement (structure géologique, géométrie des réseaux de fractures, caractéristiques des nappes aquifères, etc) (J-c flageollet 1989)

Les conditions d'apparition sont : -Les paramètres morphologique (l'altitude, l'exposition, la pente, la courbure des versants).

- Les paramètres climatiques et hydrographiques
- Les paramètres géologiques (la nature et la structure des terrains).

Les mouvements de terrains dans la région d'étude sont localisés dans la partie septentrionale entre Sigus et Ain El Bordj et la zone de Taxa (Figure 29). Ces mouvements sont variés entre des mouvements humides (glissement de terrain, solifluxion) et sèches (éboulements).

#### A. Les paramètres morphologiques

**L'exposition** : l'exposition des versants contribués à l'accélération ou le déclenchement des formes d'instabilités, huit directions sont observées sur la Figure 30 : Nord, Nord-est, Est, sud-est, Sud, Sud-ouest, Ouest, Nord-ouest.

La direction de versant dominante où on observe une fréquence relativement des mouvements de masse est : Nord, Nord-ouest.

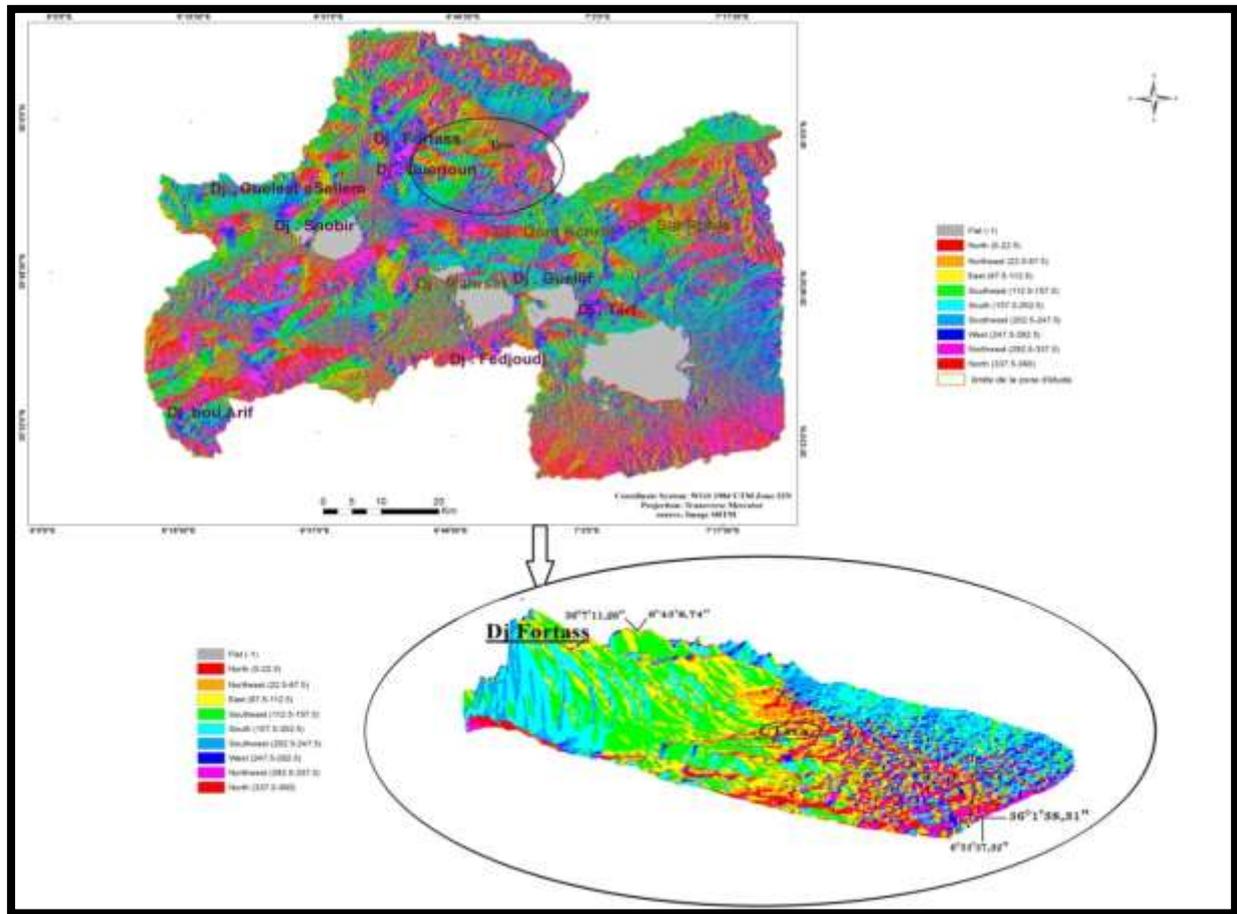


Figure 30 : L'exposition des versants dans la région de Sigus

### -La courbure des versants

L'élaboration de la carte de la courbure des versants de la région de Sigus, au moyen du SIG qui calcule la courbure de la surface, cellule par cellule (Arc Gis10.1).

Il existe deux types de courbure : la courbure longitudinale qui suit la direction de la pente maximale, et la courbure transversale qui est perpendiculaire à cette direction (Figure 31)

La courbure longitudinale donne une valeur négative signifie que la surface convexe vers le haut.

La courbure transversale donne une valeur positive qui signifie que la surface concave et une valeur nulle qui signifie que la surface est plane.



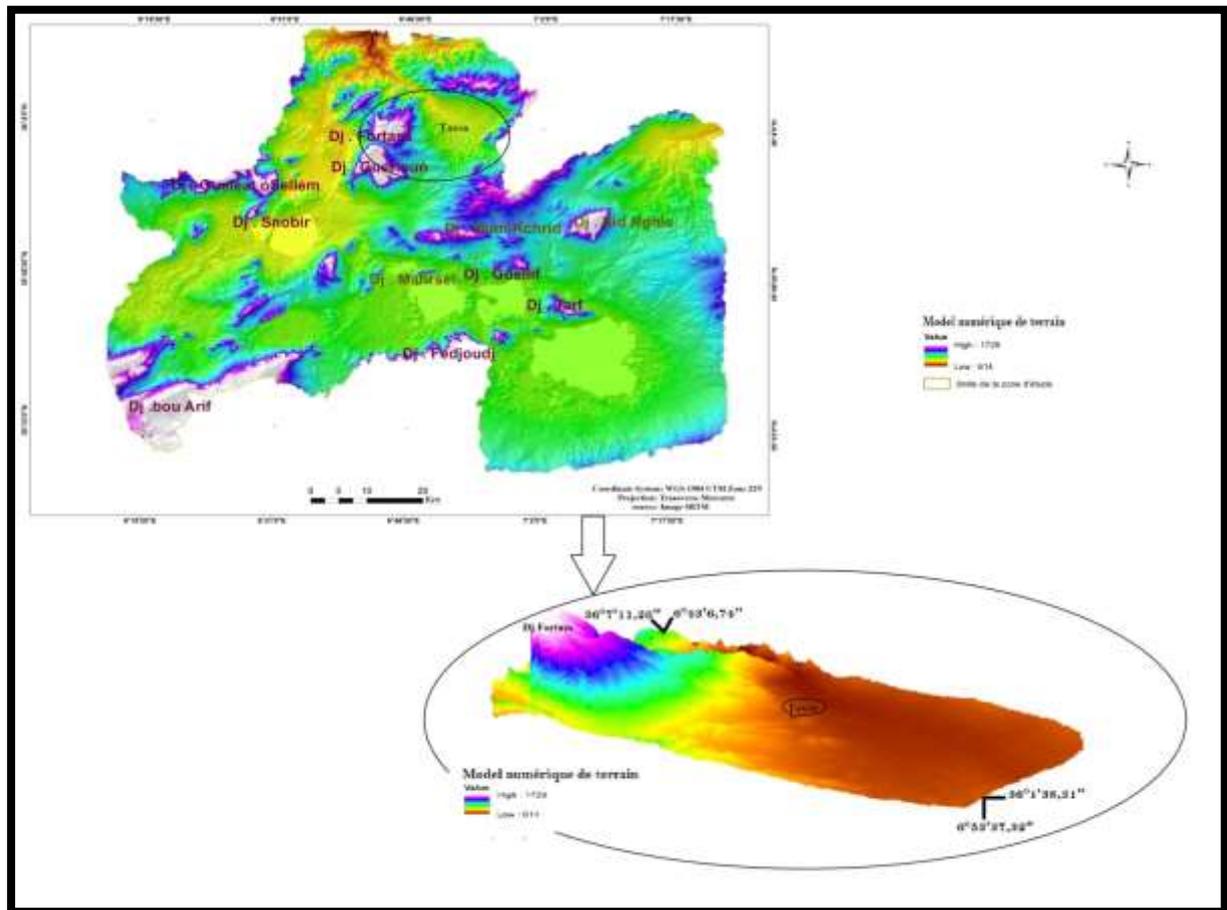


Figure 32 : Le modèle numérique du terrain dans la région de Sigus

## B. Les paramètres climatiques et hydrographiques

La zone septentrionale de la région est caractérisée par un climat semi- aride avec l'influence du climat Sub- humide, la pluie dans cette zone peut atteindre entre 300 à 450 mm.

Le réseau hydrographique de la zone est caractérisé par la non-homogénéité, où la densité et la qualité entre permanentes et temporaires, les versants Nord avaient un vaste réseau Hydrographique et écoulement permanent, les versants sud avaient une densité hydrographique du réseau moins que la précédente ils sont temporaires. En générale la zone est drainée par l'oued El Klab avec un écoulement exoréique. Ce dernier est caractérisé par une dynamique fluviale très active (Ramoul et al 2014).

### C. Les paramètres géologiques

D'après la carte géologique, les formations dominant dans cette région sont des formations argileuse et marneuse (la nappe tellienne et ultra tellienne), où se manifestent les formes d'instabilités.

La superposition de ces facteurs sous un SiG à l'aide de logiciel ARGGIS 10.1 a montré les formes d'instabilités suivantes : (Figure 34)

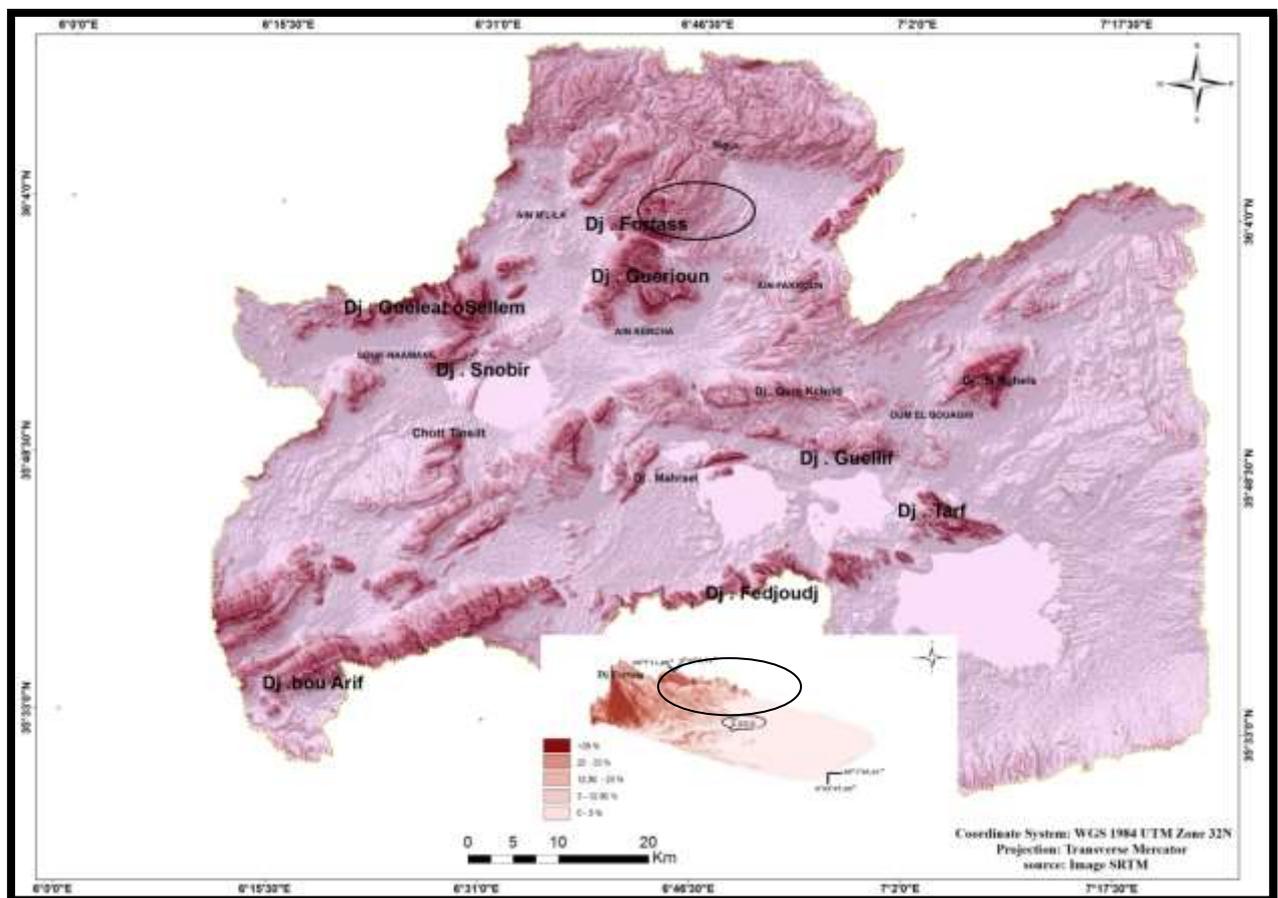


Figure 33 : La pente dans la région de Sigus

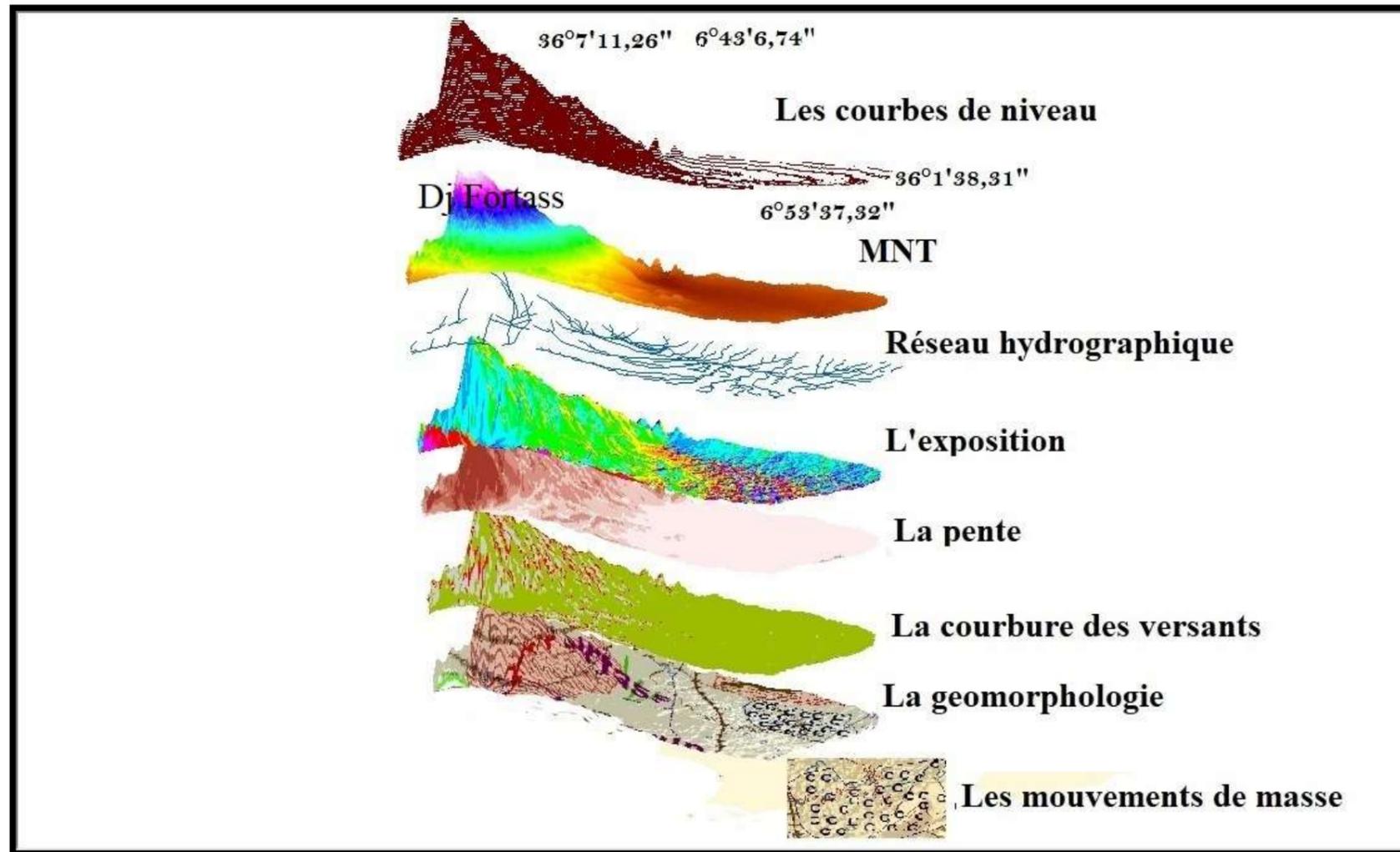
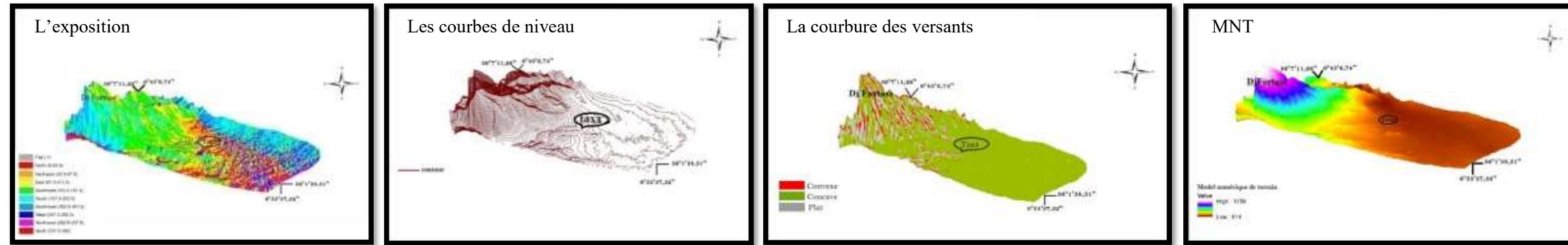


Figure 34 : La superposition des couches sous le SIG

### III.3. 2.1. Les glissements de terrain

#### a. Le glissement en planches

Mouvement au long d'une surface de rupture sensiblement plane pouvant être un joint stratigraphique, un plan de faille, une surface de schistosité ou de foliation, une interface entre formation de pente.

Ce type est situé à l'entrée de la ville de Sigus, il est déclenché à partir de la dynamique fluviale d'oued El Kleb pendant la crue de 2009.

Le glissement a affecté la route nationale N°10 par deux niches d'arrachement (Photo 4). La longueur de la niche d'arrachement principal  $L=3$  m et la largeur  $l = 1$  m, un dénivelé 0,5 m. (Levé morpho métrique 2009) (Figure 35).

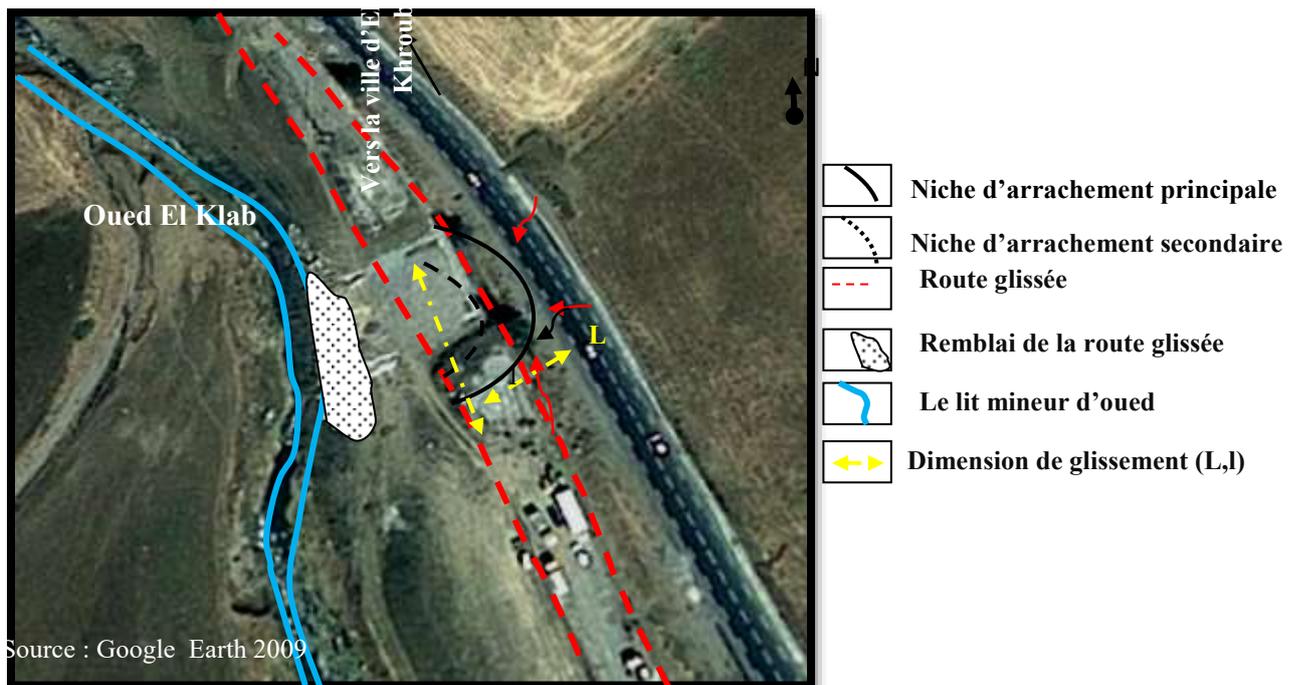


Figure 35 : Interprétation de glissements de terrain de la zone de Sigus

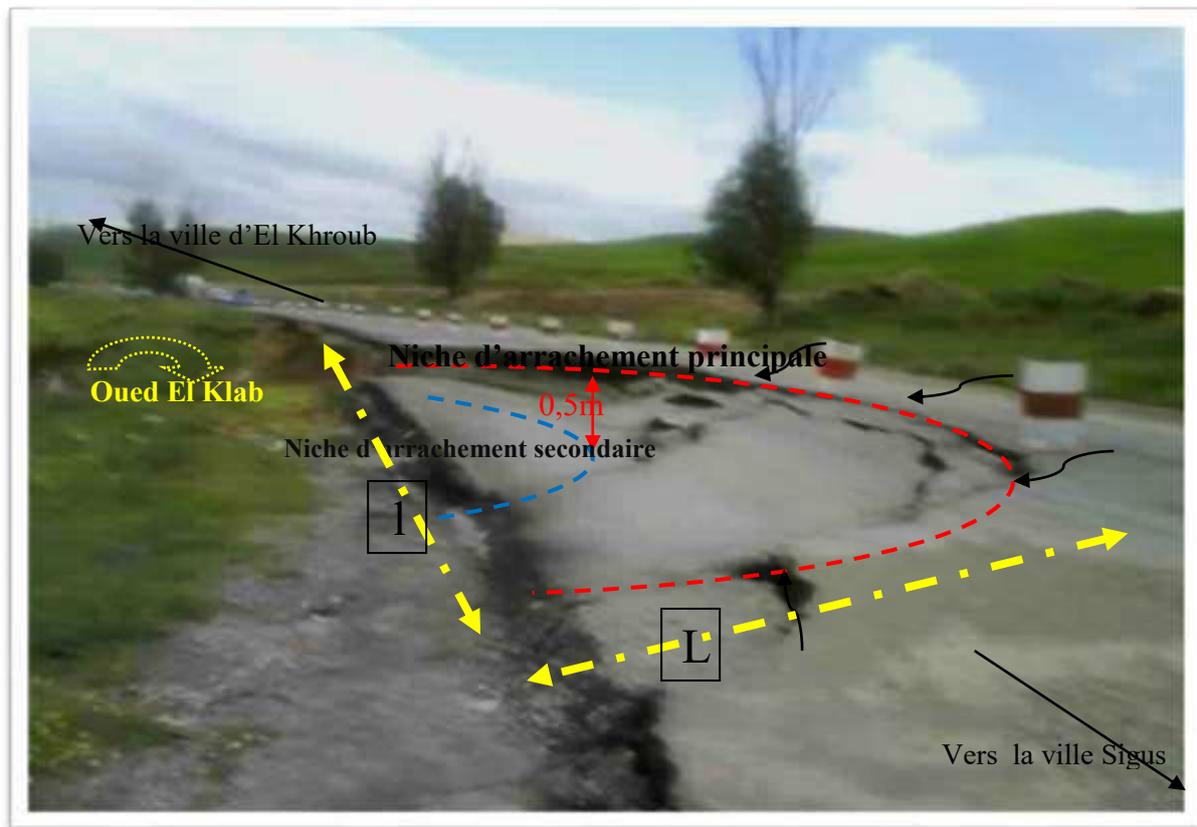


Photo 4: Glissement de terrain de la route nationale N°10 (La zone de Sigus 2009)  
(Photo prise par l'auteur 2009)

### b. La solifluxion

La solifluxion est un phénomène, fréquent sur les versants marneux, qui se produit soit lentement soit rapidement et qui affecte l'ensemble ou seulement quelques portions du versant

Si le comportement de l'eau dans les formations superficielles est incontestablement l'élément moteur, en fonction des conditions climatiques et du site géomorphologique, de nombreux autres facteurs, et leurs interrelations, entrent en jeu et font que le phénomène peut prendre des formes complexes et variées (J-c Flageollet 1989).

Les solifluxions touchent superficiellement (profondeur inférieure à 2m). Elles sont caractérisées par une zone de départ inexistante et une faible extension des masses en mouvement. Cette forme localisée dans les collines Nord de Sigus et au cœur du synclinal de Taxa (la nappe tellienne). Ce mouvement affecte la partie inférieure du versant sur plus de 500 m de longueur jusque-là ville de Taxa (Figure 36) (Photo 5)

On les trouve aussi dans les collines de chebka au nord d'Aïn-kercha.

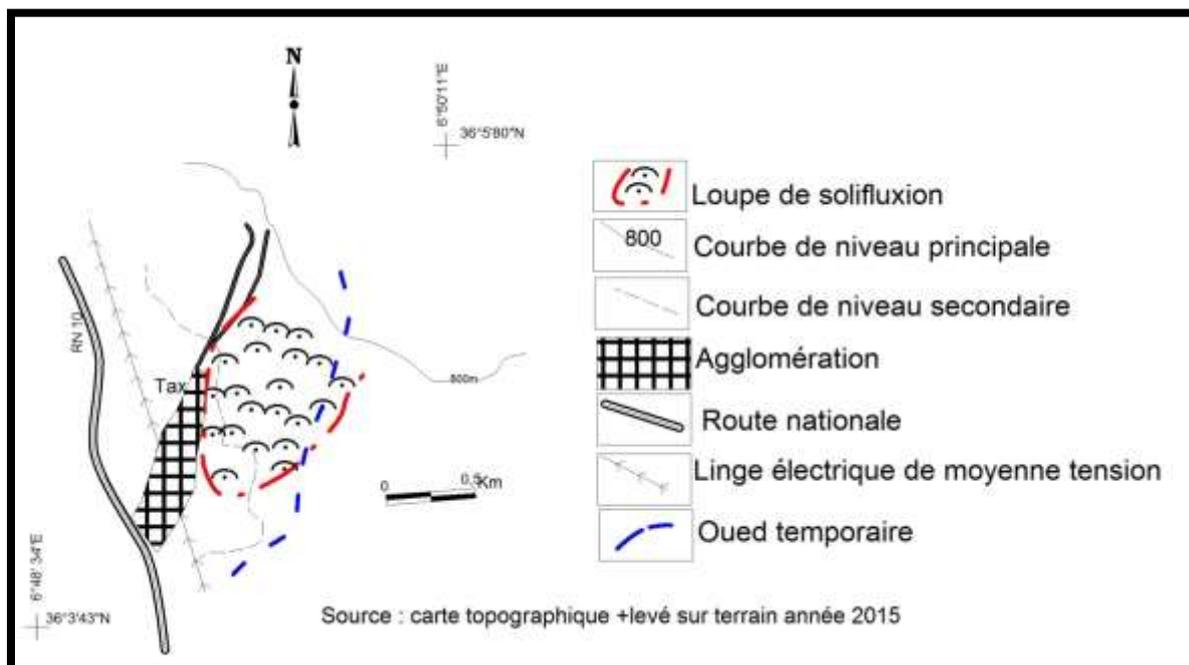


Figure 36 : Croquis morphologique du versant (Nord Taxa)



Photo 5 : Les loupes de solifluxion dans les nappes Tellienne  
(Photo prise par l'auteure 2014)

### III.2.2.2. Les éboulements

Ce sont des mouvements rapides, discontinus et brutaux résultant de l'action de la pesanteur et affectant des matériaux rigides et fracturés tels que calcaires. Ces chutes sont caractérisées par une zone de départ, une zone de propagation et une zone d'épandage. Les blocs décrochés suivent généralement la ligne de plus grande pente. Les distances parcourues sont fonction de la position de la zone de départ dans le versant, de la pente du versant, de la taille, de la forme et du volume des blocs éboulés, de la nature de la couverture superficielle, de la végétation... (J-c Flageollet 1989). Ces mouvements sont localisés sur les versants du Dj Fortass, Dj Guérioun, Dj Sidi Reghiss et Nif Ennsr.

## IV. Les facteurs climatiques : un climat semi-aride

Le climat régnant dans la région d'étude est du type semi-aride. Il est marqué par la glaciales en hiver et surchauffées en été, avec une pluviosité 200 mm dans la partie sud (zone des sebkhas), entre 300 à 350 mm dans la partie centre et peut atteindre plus de 450 mm dans la partie nord (Sigus) (Figure 37). Dans les massifs du Guérioun et Sidi Reghiss, l'on accède à l'étage subhumide (900 mm) (Côte M .1981).

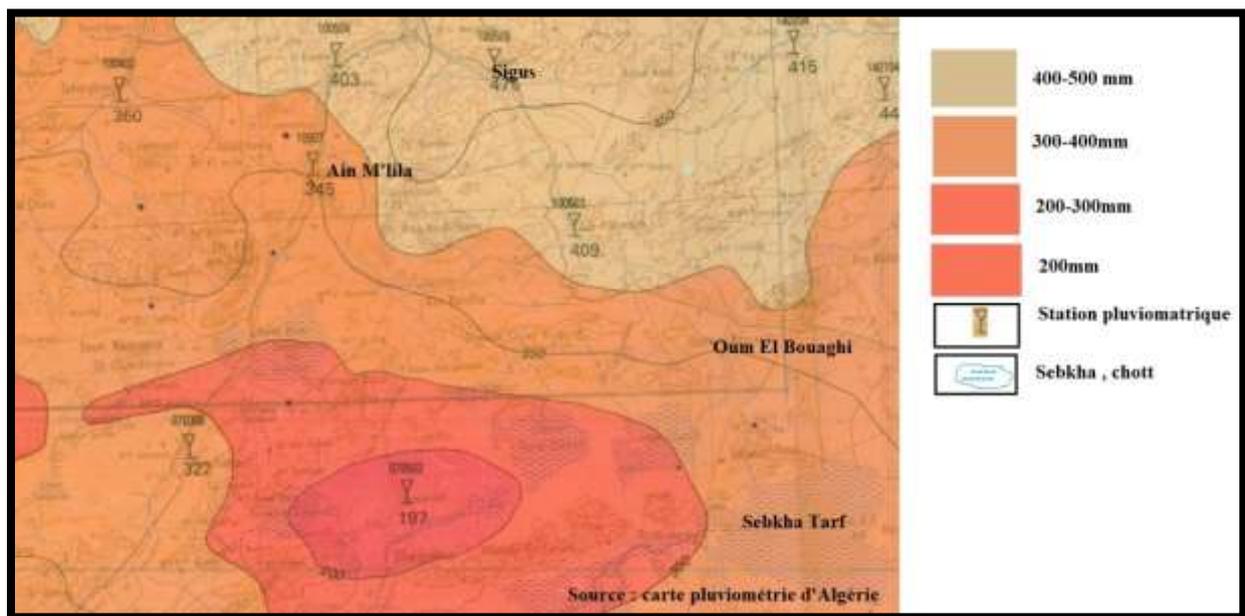


Figure 37 : La pluviométrie dans la zone d'étude

La pluviométrie de la zone d'étude, est basée sur les informations obtenues à partir des stations pluviométriques réparties dans la région, ils s'agitent du :

- La station de Constantine : la partie Nord.
- Les stations de Fourchi et d'Oum El Bouaghi : la partie centre.
- Les stations Reboe et El Gueiss : la partie Sud.

Les caractéristiques des stations sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Stations	Code	Coordonnées		Altitude	Nombres d'années d'observation	
		X	Y	Z		
Constantine	100410	850,35	344,75	595	34(1976-2010)	la partie Nord
Fourchi	100511	849,85	346,6	775	34(1976-2010)	la partie centre
Oum El Bouaghi.	070716	898,55	295,05	950		
Reboe	70403	814,70	250,25	1040	34 (1970-2004)	La partie sud
Guieiss	70720	884	250,15	950		

La source : ANRH Constantine

Tableau 4 : Les caractéristiques des stations étudiées

#### IV.1. Les précipitations annuelles et leur variabilité : la Pluviométrie

La répartition des pluies dans le temps et dans l'espace en Algérie est très inégale. De nombreux travaux sur la climatologie et la bioclimatologie ont été réalisés sur l'Algérie (Emberger 1942 ; Seltzer 1946...). L'ensemble de ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen de transit entre la zone tempérée et la zone tropicale. Soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, ce climat est marqué par des oscillations saisonnières avec une longue période de sécheresse estivale (3 à 4 mois sur le littoral, 5 à 6 mois aux niveaux des Hautes Plaines, et supérieurs à 6 mois au niveau des versant sud l'Atlas saharien). (GUIDOUM. A 2017).

## IV.1. 1. La période ancienne de 1946-1954 (Seltzer 1946) : une période pluvieuse (Tableau 5)

Années	P(mm)
1946-1947	371
1947-1948	476,1
1948-1949	403,2
1949-1950	410,2
1950-1951	421,8
1951-1952	530,3
1952-1953	517,3
1953-1954	451,1
<b>Moyenne</b>	<b>447,61</b>

Source : PDAU de la wilaya OEB 2014

Tableau 5 : La pluviométrie entre 1946-1954 (la station de Fourchi)

- Les précipitations ont fourni les valeurs suivantes pour la région :

- 1901-1910 : 462 mm, 1931-1940 : 355mm (Benjamin .C1957).

-D'après les données de tableau 5, la région reçoit 447,61mm moyenne enregistrée entre les années 1946-1954 (Figure 38).

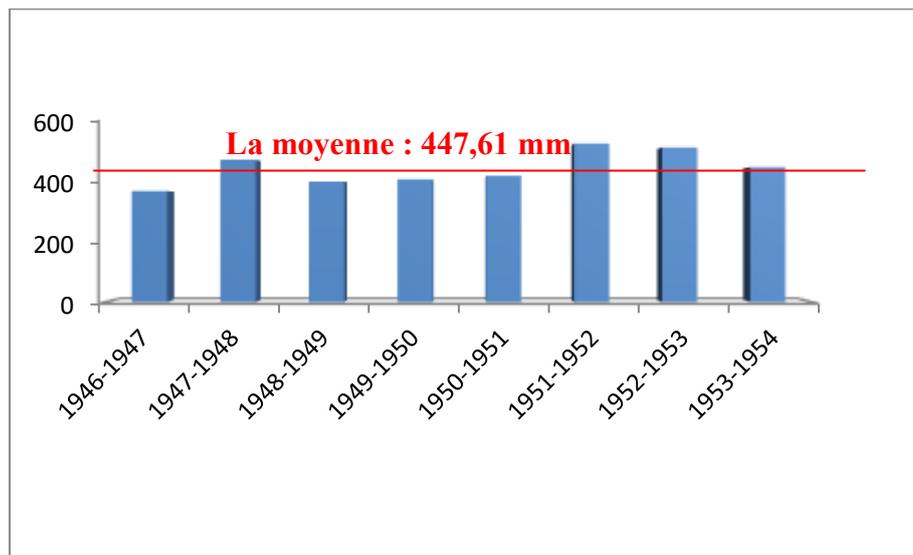


Figure 38 : Les variations annuelles des pluies entre 1946-1954 (la station de Fourchi)

## IV. 1.2. La période actuelle : des précipitations irrégulières

### IV. 1.2.1. Les variations annuelles des pluies

#### a- Station Nord : Constantine

La moyenne annuelle des précipitations dans la partie Nord-est de l'ordre de 568,62mm, 20 années pluvieuses sur 14 années sèches.

Les grandes valeurs sont enregistrées dans les années 1983-1984 avec 888,3 mm, 2001 - 2002 avec 757,9 mm et Les minimums valeurs sont enregistrées dans les années : 1995-1996 (307, 2 mm) et en 2000-2001 avec 327,8 mm (Figure 39).

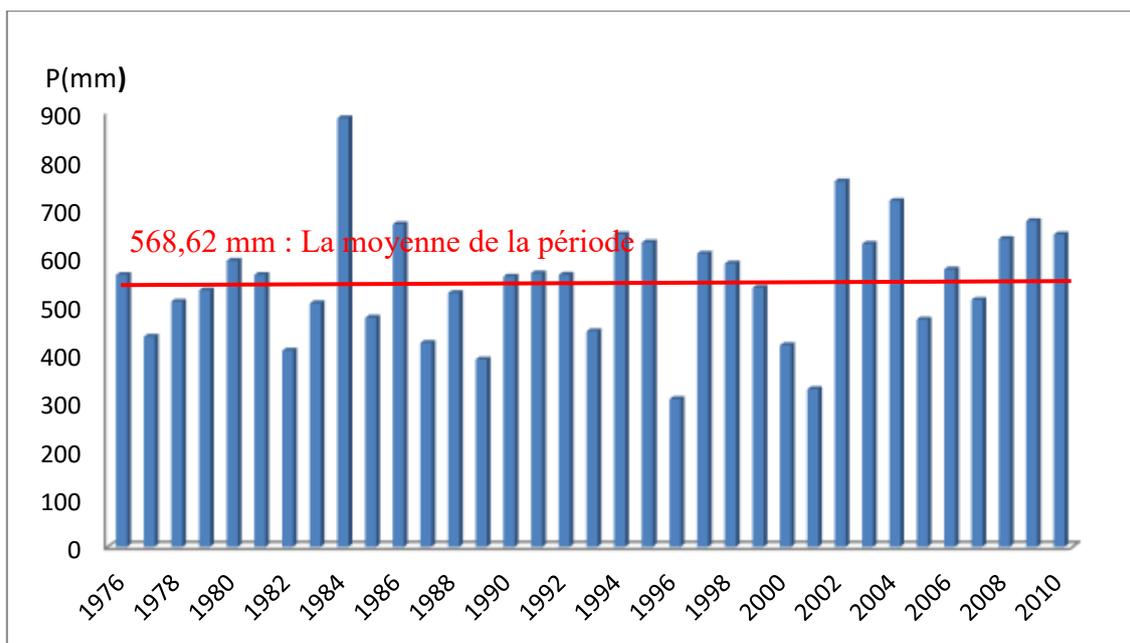


Figure 39 : Les variations annuelles des pluies entre 1976-2010 (la station de Constantine)

#### a- Les stations centre : Fourchi et Oum El Bouaghi

La moyenne annuelle des précipitations dans la région centre est de l'ordre de 360,28mm. (Station Fourchi) et de 366,30 mm à la station d'Oum El Bouaghi.

La station de Fourchi : 16 années pluvieuses sur 18 années sèches

Les grandes valeurs sont enregistrées dans les années 1994-1995 avec 791,7 mm, 2002 -2003 avec 711,7 mm et Les minimums valeurs sont enregistrées dans les années : 1995-1996 (187 mm) et en 1981-1982 avec 208,4 mm (Figure 40)

La station d'Oum El Bouaghi : Les grandes valeurs sont enregistrées dans les années 2002 - 2003 avec 551,2 mm.

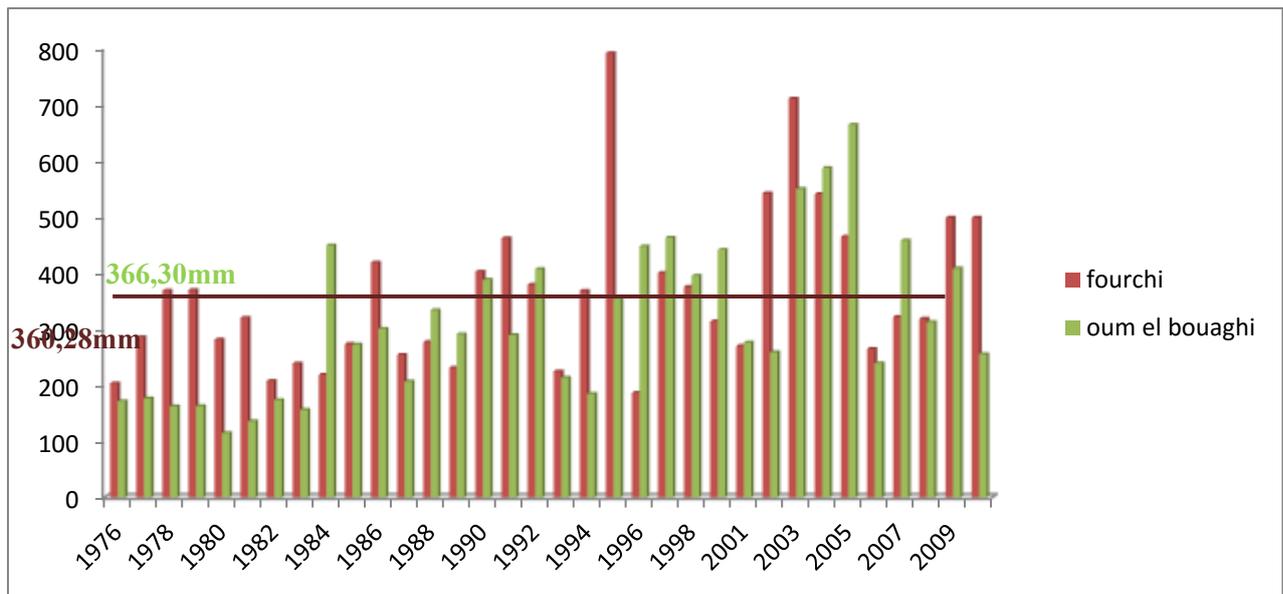


Figure 40 : Les variations annuelles des pluies entre 1976-2010 (Les stations de Fourchi et OEB)

### C. Les stations Sud

La moyenne annuelle des précipitations dans la région sud-est de l'ordre de 261,70 mm. (Station Reboa) et de 403,6 mm à la station F.El Gueiss.

Les grandes valeurs sont enregistrées dans les années 1971-1972 avec 731,20 mm dans la station de F.El Gueiss ,1975 -1976 avec 587,7 mm dans la station Reboa et Les minimums valeurs sont enregistrées dans les années : 1996-1997 avec 403,6 mm et 216,4 mm.

#### IV.1.2.2. Les variations saisonnières des pluies : Un fort contraste pluviométrique saisonnier

##### -Les stations centres

La variabilité à l'échelle saisonnière est plus importante qu'à l'échelle annuelle. En outre, elle est généralement marquée pour les saisons intermédiaires que pour l'hiver. Dans les deux

Stations Fourchi et OEB Les saisons la plus pluvieuses sont :

L'hiver et le printemps [115,52 mm et 116,23 mm à la station de Fourchi] et [122,09 mm et 105,4 mm à la station d'OEB]. La saison la plus sèche correspond à l'été avec 34,74 mm à la station de Fourchi et 39,4 mm à la station d'OEB, comme montre la Figure 41.

### C- station sud

Pour les deux stations Les saisons la plus pluvieuses sont :

Le printemps et l'automne ; 91 mm de et 69,9 mm soit un pourcentage 35 -26,7 % à la station de Reboe et 125,6 mm et 112,8 mm soit un pourcentage 31,1-27,9 % à la station F.El Gueiss.

La saison la plus sèche correspond à l'été avec 33 mm à la station Reboa et 55,1mm à la station F.El Gueiss, soit un pourcentage 12,6-13,7% comme montre la Figure 42

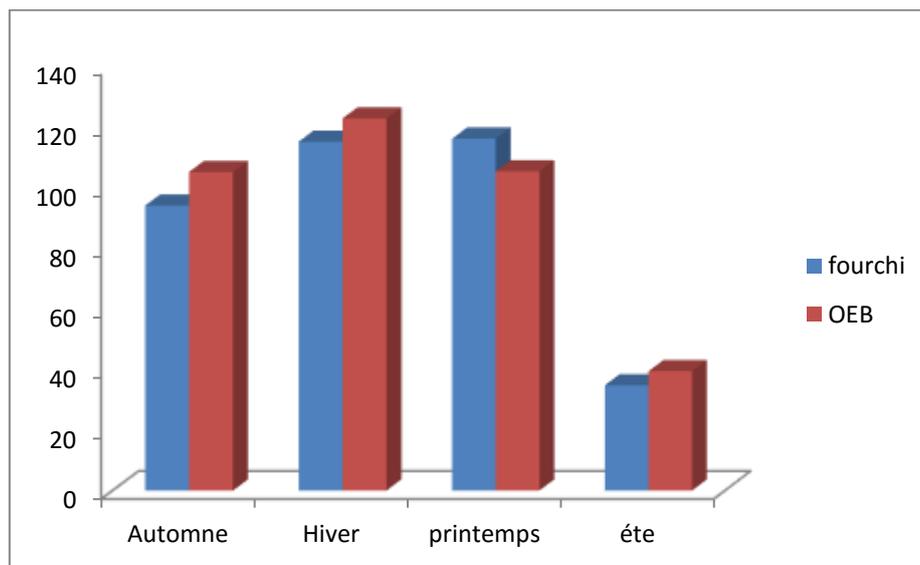


Figure 41 : Diagramme des moyennes des pluies saisonnières entre 1976-2010  
(Les stations de Fourchi et OEB)

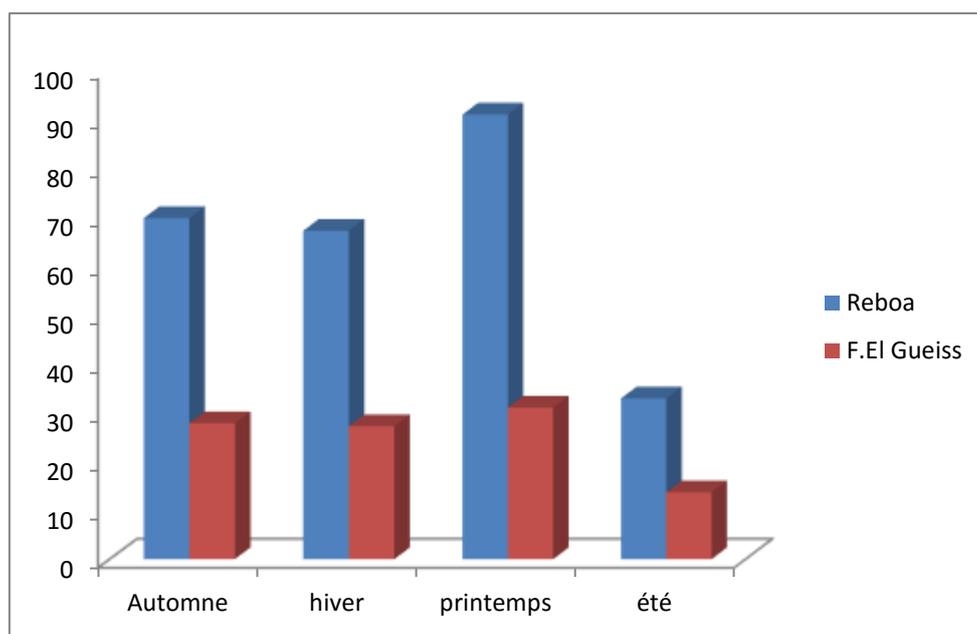


Figure 42 : Diagramme des moyennes des pluies saisonnières entre 1970-2004 (les stations Reboe et F. El Gueiss)

#### IV. 1.2.3. Les variations mensuelles

La quasi-totalité des précipitations s'étale sur la période de septembre à Mai et dépasse la moyenne mensuelle de la région d'Oum El Bouaghi. La période arrosée présente un pic de pluies au mois de Mars 40,8 mm, Décembre 38,12 mm, Septembre 36, 34 mm dans la station de Fourchi. La période non pluvieuse s'étend de juin à août 6,11 mm.

La station d'Oum El Bouaghi le pic de pluie apparié au mois février 48, 6 mm et le mois de Décembre 42,6 mm, La période non pluvieuse s'étend de juin à août avec 6,5 mm. (Figure 43)

##### b- Les stations sud

La période arrosée présente un pic de pluies au mois de Mars 46,9 mm, Décembre 43,2 mm, Mai 40,4 mm dans la station de Rebea. La période non pluvieuse s'étend de juin à août 9,7 mm. La station F. El Gueiss un pic de pluie apparié au mois novembre 34,62 mm et le mois de mai Mars 35,10 mm et Mai 32,8 mm. La période non pluvieuse s'étend de juin à août 5,5mm. (Figure 44)

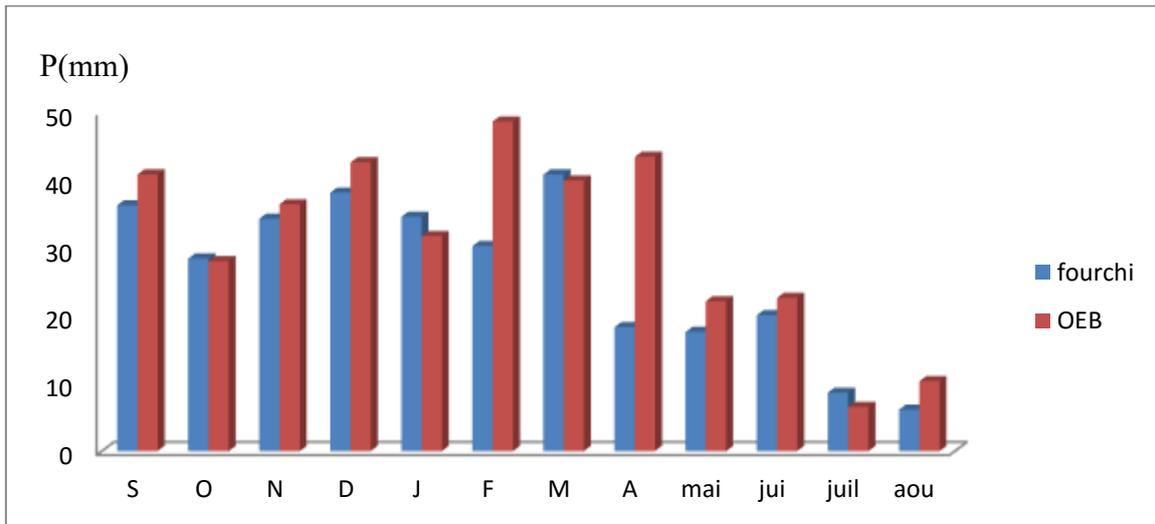


Figure 43 : Diagramme des moyennes des pluies mensuelles entre 1976- 2010 (les stations de Fourchi et OEB)

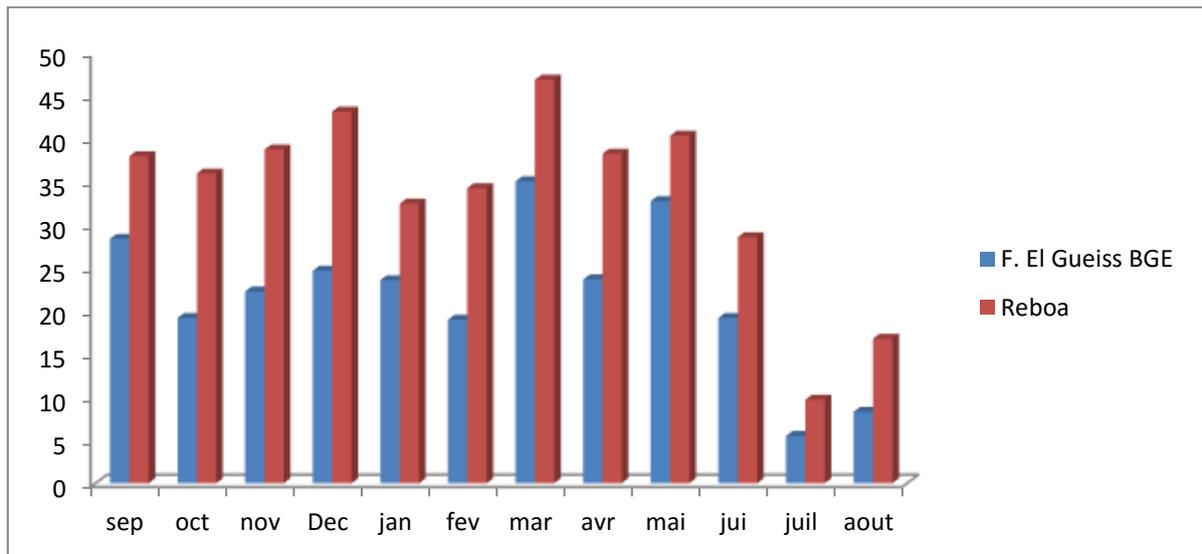


Figure 44 : Diagramme des moyennes des pluies mensuelles entre 1970-2004 (les stations Reboe et F.El Gueiss)

D'après les résultats obtenus et la Figure 45 :

- On remarque que les stations Fourchi et Oum el Bouaghi et Reboe caractérisent mieux la région des Hautes plaines.

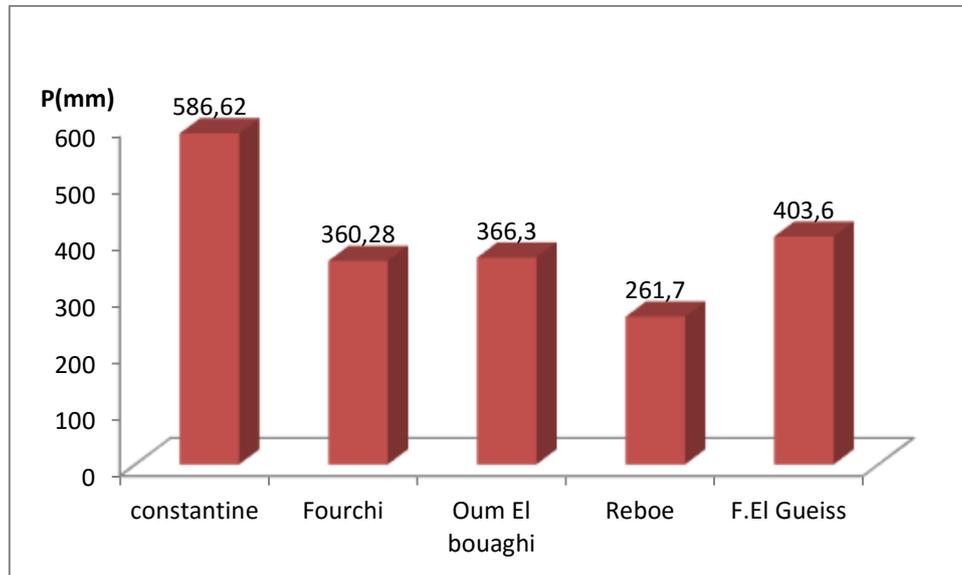


Figure 45 : Variations des moyennes des pluies annuelles

Entre les données anciennes (1946-1954) et les données actuelles (1976-2010) on remarque : La pluviosité a diminué par rapport aux anciennes périodes. **(447,61 mm à 360, 28 mm)**

### IV.1.2.3. Les précipitations extrêmes

Les valeurs extrêmes des précipitations présentent un intérêt tout particulier lorsqu'on parle en termes de la dégradation. L'analyse des précipitations journalières maximales et même des hauteurs de pluie horaire, présente un intérêt particulier pour les études des inondations et le déclenchement de transports solides. Le détail sera présenté dans les parties suivantes (quatrième partie : chapitre inondation)

## IV.2. Des amplitudes thermiques fortes

### IV.2.1. Les variations mensuelles de la température

D'après les données de 1946-1954 les températures varient d'un minima de 3°C à des maximas supérieurs à 38°C. Les amplitudes thermiques sont très significantes et peuvent approcher les 20°C. La valeur thermique de la station d'OEB montrée que la température

Moyenne entre 1976 et 2010 est 15,8°C, comprise entre 34,9°C au mois de juillet et 1,3°C en mois janvier.

D'après le diagramme Ombro-thermique (Figure 46).

- La période humide début au mois Novembre au mois de Mai.
- La période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'à mois Novembre.

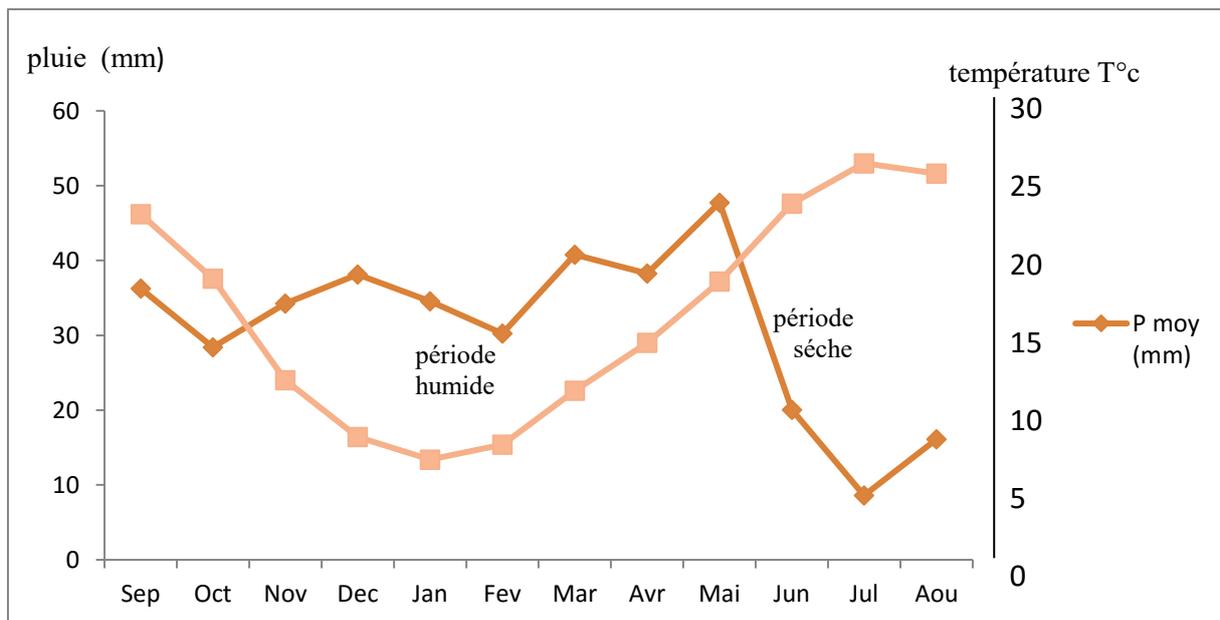


Figure 46 : Diagramme Ombro-thermique de Gaussen

#### IV.3.2. Climagramme d'EMBERGER

En 1932, L. Emberger proposa une formule permettant le calcul de l'indice d'aridité Annuel, en tenant compte des précipitations et de la température. Cette formule s'écrit :

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

Avec : Q : Quotient pluvio-thermique d'Emberger

P: Précipitation moyenne annuelle en (mm) ;

M: La moyenne des maxima du mois le plus chaud en °K

m: La moyenne des minimal du mois le plus froids en °K

$$Q=35,9$$

Le Climagramme d'Emberger (Figure 47) nous permet de situer la zone d'étude dans un étage bioclimatique de type semi-aride.

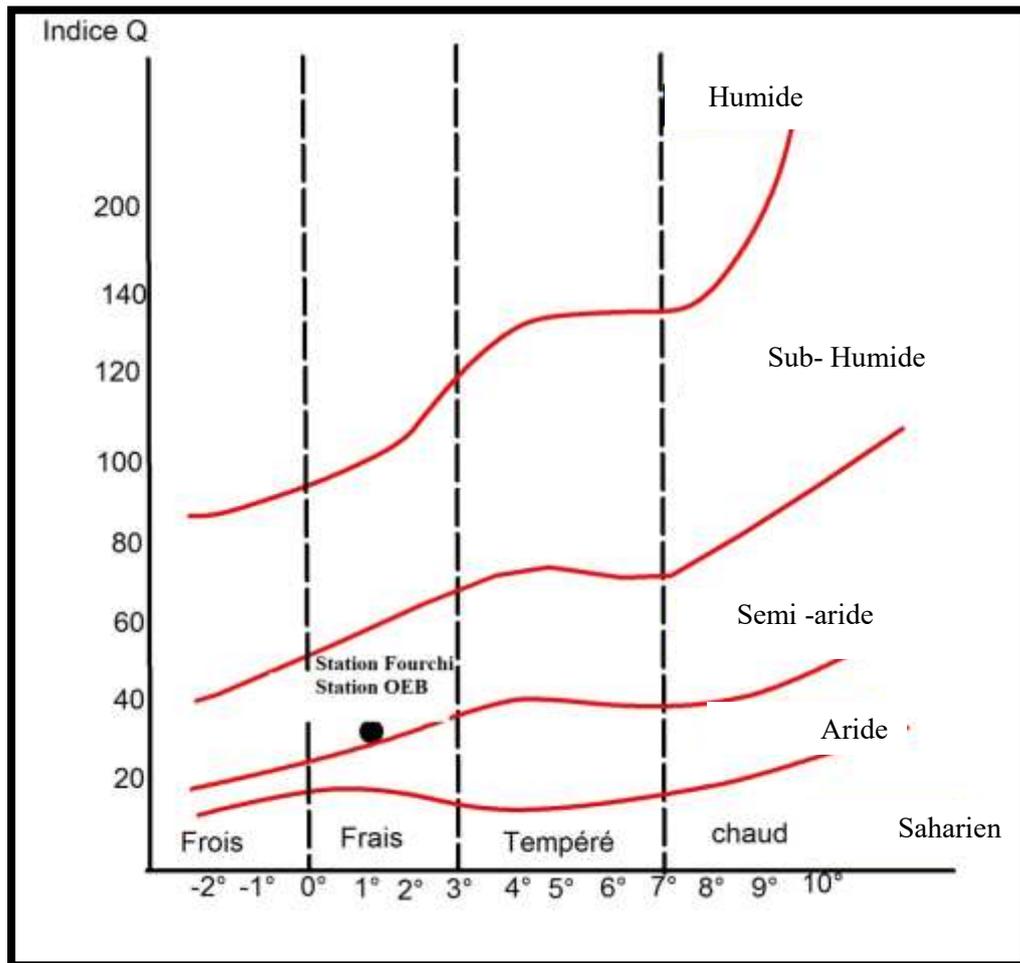


Figure 47: Climagramme d'Emberger

### IV.3. Le vent

Le vent est en général caractérisé par sa direction et sa vitesse, il a un rôle double, il peut être bénéfique comme il peut être nocif pour les sols et la culture et surtout la dynamique éolienne dans la zone des sebkhas. (Des nebkas, ripple-mark).

Pour cette raison on va étudier deux stations : station OEB et Khenchela.

**a- La station D'oum El Bouaghi**

Les vents dominants sont de secteur Ouest et du Nord-ouest soufflent pendant la période hivernale et du secteur Sud et Sud-ouest en la période estivales. (Tableau 6)

mois	Jan	fév	mar	avr	ma	Jui	jui	août	sep	oct	Nov	déc	Moy annuelle
Direction du vent	NW	NW	NW	NW	NNE	ENE	N	NW	NE	SW	SW	SW	SW

Source : Station d'Oum El Bouaghi.

Tableau 6 : La direction mensuelle des vents de la station d'Oum El Bouaghi entre 1992-2010

Les vents sont assez forts avec une vitesse moyenne 2,03 m/s, cette vitesse peut atteindre un maximum de 2,47 m/s au mois de Décembre et un minimum de 1,52 m/s en mois de janvier. (Tableau 7).

mois	Jan	fév	mar	avr	ma	Jui	jui	août	sep	oct	Nov	déc
La vitesse m/s	1.52	1.73	1.91	2.17	1.97	2.15	2.24	1.74	2.15	2.04	2.32	2.47

Source : station d'Oum El Bouaghi

Tableau7: La moyenne mensuelle de vitesse du vent de la station d'Oum El Bouaghi entre 1992- 2010

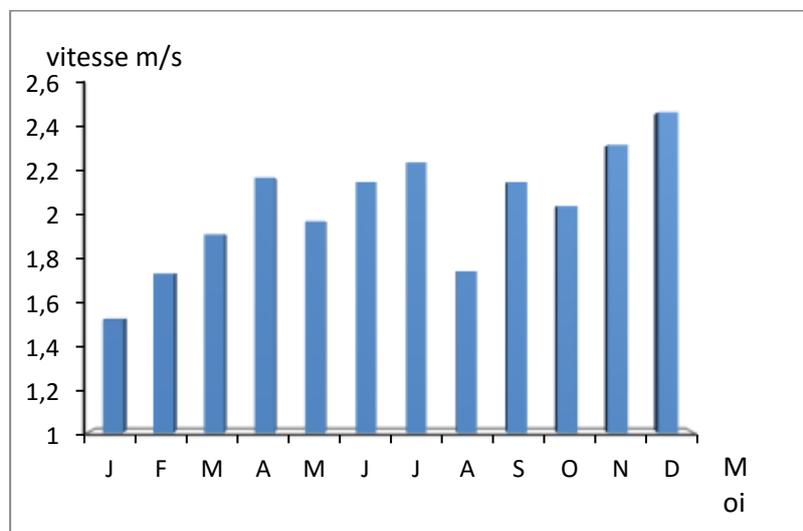


Figure 48 : La variation de la vitesse du vent entre 1992-2010 de la station d'OEB

➤ **Les vents sud-ouest (le siroco) :**

mois	Jan	fév	mar	avr	ma	jui	jui	août	sep	oct	nov	déc	Moy annuelle
Nombre de jours de siroco	0,5	1,2	3,2	5,4	3	5,1	9,6	9,5	5,7	3,6	2,3	0,2	49,3

Source : Station d'Oum El Bouaghi

Tableau 8 : Nombre de jour de siroco entre 1992-2010 de la station d'OEB

Ces vents atteignent un maximum de fréquence au mois de juillet avec 9,6 jours/mois, et un minimum au mois de janvier avec 0,5 jours/mois. (Tableau 8)

**b-La station de Khenchela**

mois	Jan	fév	mar	avr	ma	Jui	jui	août	sep	oct	Nov	déc
La vitesse m /s	3,4	2,9	3,2	3,0	3,4	3,3	4,1	4,3	3,9	3,8	3,6	3,1

Source :station de Khenchela

Tableau 9 : Moyenne mensuelle de vitesse du vent de la station de khenchela

Les vents sont assez forts avec une vitesse moyenne de 3.73 m/s, cette vitesse peut atteindre un maximum de 4.3 m/s au mois d'Aout. Les fortes valeurs de la vitesse du vent sont enregistrées en été lors des siroccos (Tableau 9)

**- Les vents sud-ouest (le siroco)**

mois	Jan	fév	mar	avr	ma	jui	jui	août	sep	oct	nov	déc	Moy annuelle
Nombre de jours de siroco	1,0	1,4	4,6	7,4	6,0	8,6	10,7	8,0	6,3	3,4	2,9	0,6	60,9

Source : station de Khenchela

Tableau 10 : Nombre de jour de siroco de la station de Khenchela

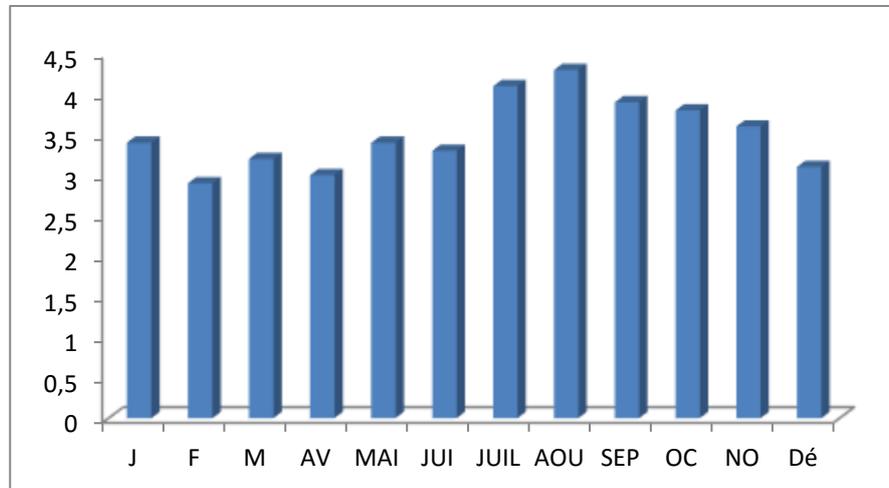


Figure 49: La variation de la vitesse du vent entre 1995-2010 de la station de Khenchela

La station de khenchela enregistre un maximum de journée avec sirocco pendant le mois de juillet (10,7jours) qui s'avère le mois le pic propice de ces vents très chauds et secs à travers les Hautes Plaines. (Tableau 10)

Ce type de vent a une grande influence négative :

- Il diminue l'humidité des sols et rend ses particules sensibles à l'érosion (particules des sels et gypses) surtout dans les zones sud du chott et sebka.
- Chargés par des sables et des poussières.
- L'ensablement.

## V. L'écoulement de surface et l'écoulement souterrain

### V.1.L'hydrologie de la région d'étude

La zone d'étude appartient à deux grands bassins versants : le bassin Kebir El Rhumel, (BV10) et le bassin versant des Hauts Plateaux Constantinois (BV07).

Elle est caractérisée par deux types du régime hydrologique, un écoulement exoréique et endoréique (Figures 50).

V.1.1. Au Nord : Un régime d'écoulement exoréique : présenté par le bassin versant de Kebir El Rhumel.

- a. Le bassin versant du Kebir El Rhumel : il s'agit du sous bassin versant de Boumarzoug Amont (10- 05) qui domine une grande surface de la zone centre (Aïn-M'lila, Aïn-Kercha, Aïn -Fakroun, Sigus). (Figure 51)

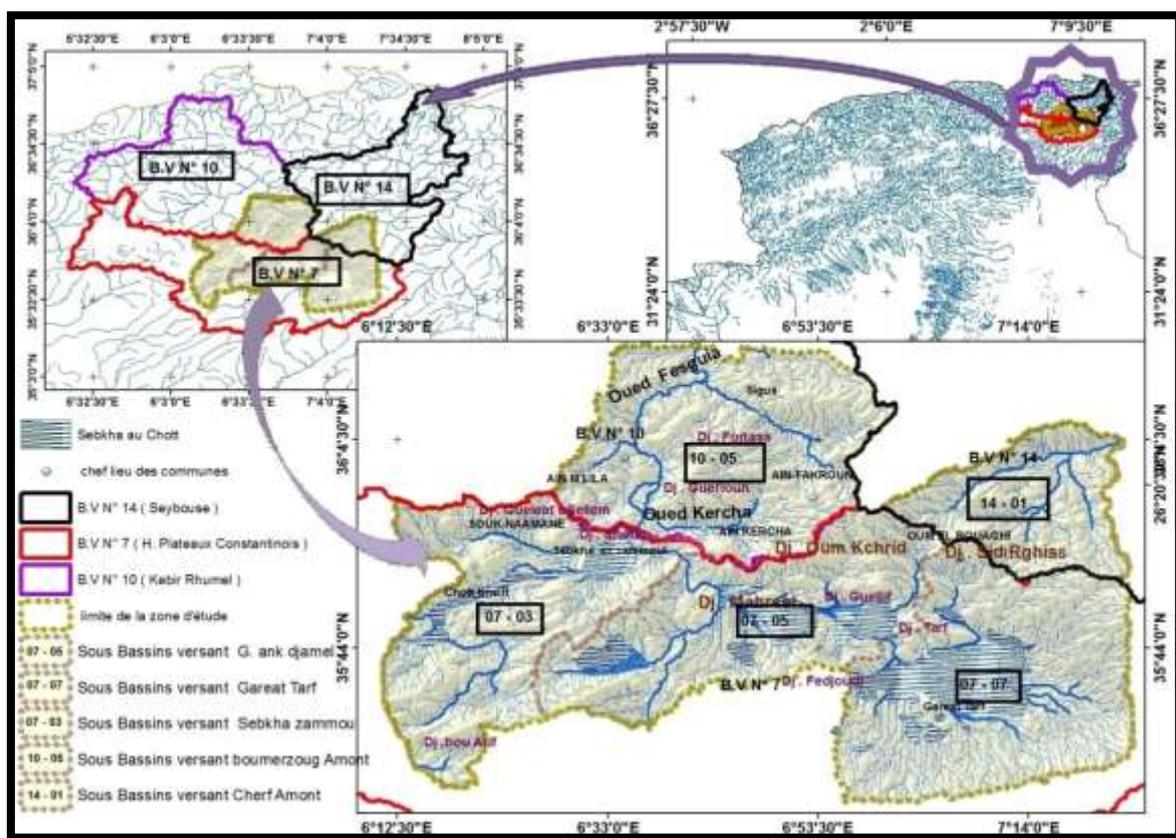


Figure 50 : Le réseau hydrographique de la zone d'étude

#### V.1.1.1. Le bassin versant de Boumerzoug amont

Une surface égale à 1245 km<sup>2</sup>, avec un périmètre 135 km, c'est un bassin allongé, à une faible compacité (Kc est supérieur à 1), altitude moyenne H = 898,94 m, La dénivelée spécifique présenté par relief assez fort d'ordre R7 (voir annexe tableau 2 : récapitulatif des résultats morfo métriques et géométrique).

Le bassin versant d'oued Boumerzoug amont, présente un chevelu hydrographique très dense, plus de 831,1km, 07oueds ont une longueur supérieure à 10 km qui sont :

El Mellah : 10,9 km, Errmel: 10,6km, Tarf : 12,4 km, Mehiris : 11,8, El Guerrah : 13,3 km, Massin : 12,5 km, El Kleb : 13,42.Km. Le plus importants sont :

**Oued Fesguia (Mellah):** contient les sous-bassins d'Aïn-M'lila et Aïn-Kercha, prennent leur source dans l'amont à partir de la source El Fesguia jusqu'à piedmonts Ouest du Dj Guériouon, il se retrouve dans le côté gauche avec oued Fourchi, est avant de retrouve avec oued Kleb, il se subdivise en quelques ravines, ces derniers faits appartiennent de versant Sud du Dj Tikbeb, et le versant Nord du Dj Borma, et à partir de là, se constituer oued El Mellah qui prend à l'aval le nom d'oued El Guerrah.

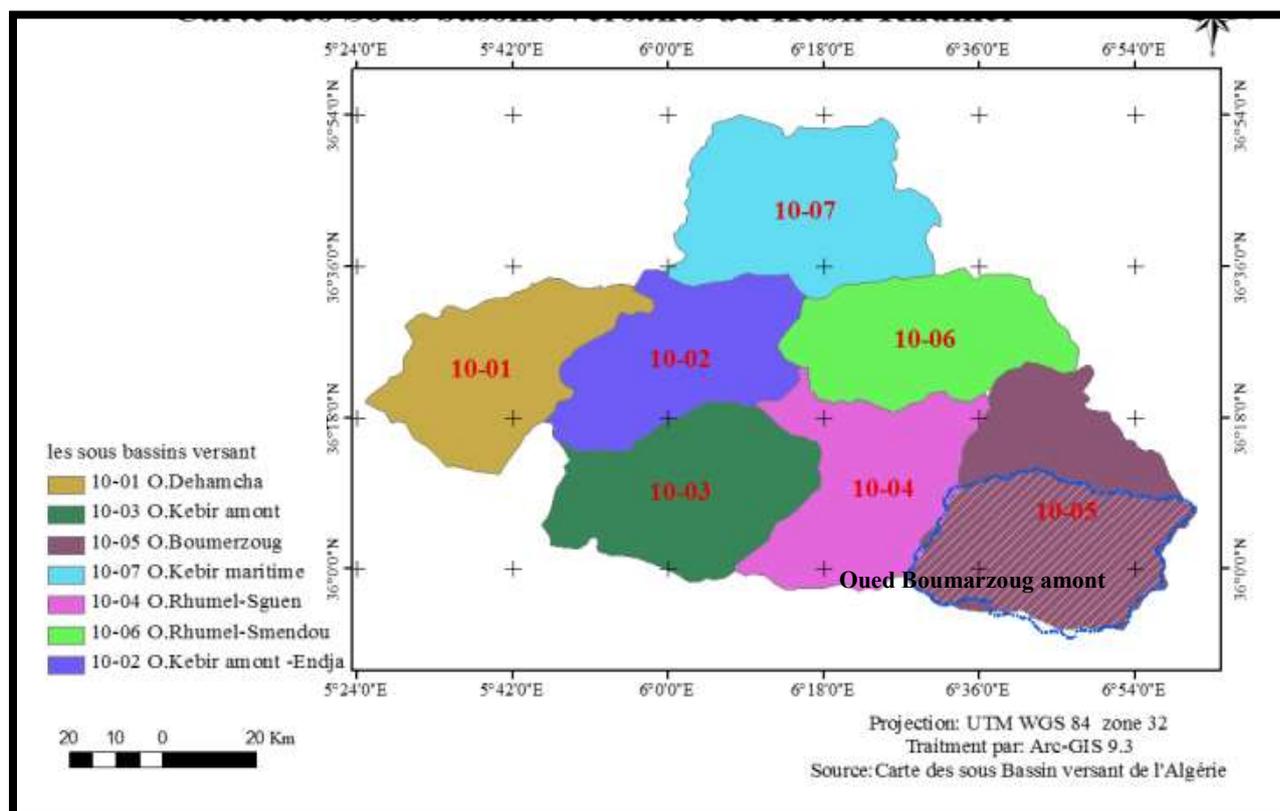


Figure 51 : Les bassins versants du Kebir El Rhumel

- **Oued El Kleb** : contient le sous-bassin de Sigus, prend leur source à partir d'oued El Kleb sur une altitude de 800 m, et sur des formations Mio-Pliocène. Dans le côté droit, il se retrouve avec quelques ravines qui traversent les formations marneuses dans les hauteurs de Sigus, le côté droit s'alimente par le versant Nord de Dj Fortass.

#### V.1.1.1.1. Le régime hydrologique

Le régime hydrologique de la partie Nord de la zone d'étude sera étudié à partir de la station d'El Khroub sur un période de 1971-1972 à 1978-1979 (Tableau 11)

Station el Khroub	Module absolu en m <sup>3</sup> /s	Module spécifique en l/s/km <sup>2</sup>	Lame d'eau écoulée (mm)
71-72	0,66	0,42	13,26
72-73	1,02	0,65	20,50
73-74	0,18	0,11	3,47
74-75	0,14	0,05	1,58
75-76	0,24	0,15	4,73
76-77	0,10	0,06	1,89
77-78	0,05	0,03	0,95
78-79	0,16	0,10	3,15
<b>Moy</b>	<b>0,31</b>	<b>0,20</b>	<b>6,31</b>

Source : ANRH Conatantine

Tableau 11 : débits moyens annuel entre 1971/72 à 1978-79 de la station d'El Khroub

Les apports du Rhumel sont modeste sur les Hautes Plaines ou se conjuguent, faiblesse des précipitations (moins de 400mm/an) et importance relative de l'évapotranspiration. (Mebarki.A 2009).

L'oued Boumerzoug présente un débit très faible autour de 0,31 m<sup>3</sup>/s à la station d'El Khroub (Figure 52)

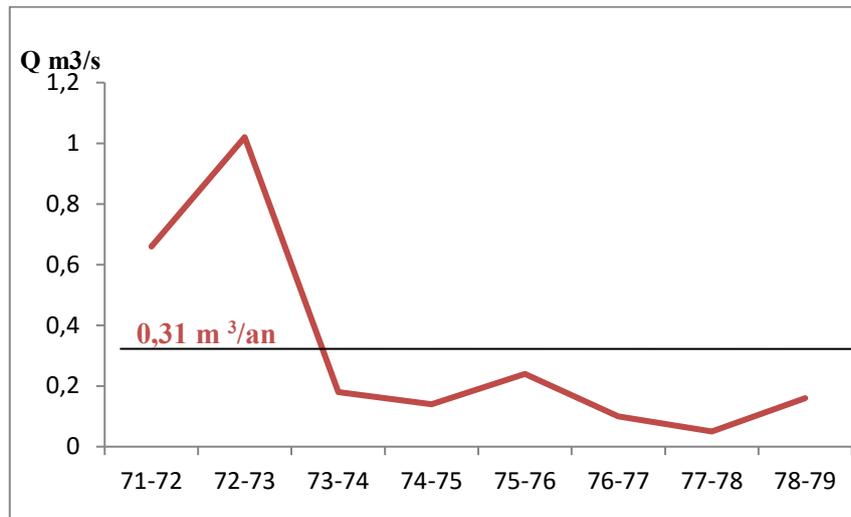


Figure 52 : Les débits moyens annuels d'oued Boumerzoug entre la période 1971-72 À 1978-79 de la station d'El Khroub

### V.1 .2. Au Sud : un régime d'écoulement endoréique

L'ensemble hydrographique des Haute Plateaux Constantinoises est subdivisé en sept (7) sous bassins. (Bassin N°:03, 04, 05, 06,07) (Figure 50,53). Il présente un chevelu hydrographique caractéristique des zones semi-aride (l'endoréisme), dont les principaux oueds sont l'Oued El Madher (54 km), l'Oued Chemoura (33 km) et l'Oued Boulfraïs (52 km). Ces oueds prennent leur origine dans les versants septentrionaux des Aurès et se dirigent vers les sebkhas et les chotts, à l'exemple de Sebkhia El Zammoul, Garaat Ank Djemel, et Garaat El Tarf. (ABH Constantine)

IL s'agit en effet d'un réseau hydrographie atrophié et incomplet dont l'eau des pluies s'y rassemble dans les dépressions saumâtres sans emprunter de véritables vallées. L'écoulement qui se produise dans ce réseau, surmonté par une atmosphère à très fort pouvoir évaporant, est étroitement lié aux précipitations ( Despois J 1952, Guidoum .A 2004, 2017)

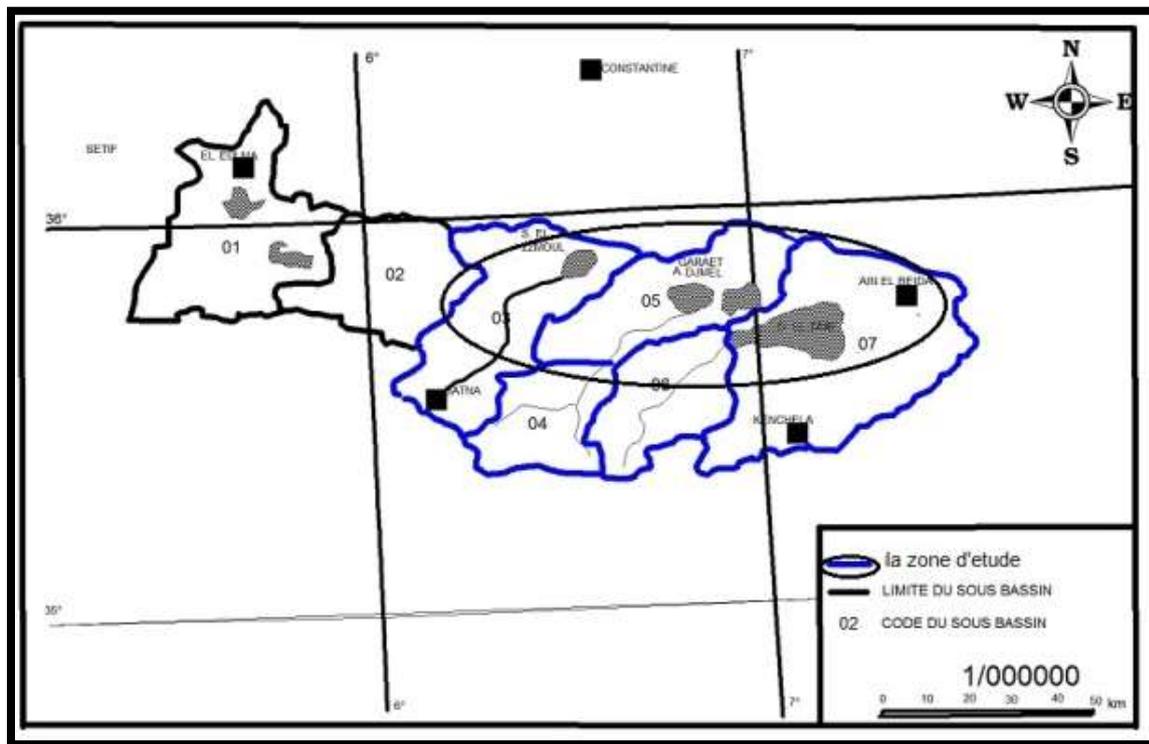


Figure 53 : Les bassins versants des Hauts Plateaux constantinois

#### V.1.2.1. Le Bassin versant des Hauts plateaux Constantinois

##### a. Le bassin versant de sebkhatarf :

Le bassin versant couvre une superficie de 2432 km<sup>2</sup> (ABH Constantine), alimenté par des eaux pluviales et de crues acheminées à travers des terrains agricoles. Le réseau hydrographique n'est relié à aucun autre réseau, les oueds dont les plus importants, ceux qui acheminent les eaux jusqu'au site sont les : Oueds Faïd Souar, Faïd Medfoun, Nini, Isfer et Aïssour, oued Bou El Fraiss et secondairement par une branche de l'oued Chemora qui est déviée vers la plaine de Remilaa l'Est. (DGF 2014)

##### b. Le bassin versant de chott Tinsilt

La surface de bassin versant est de 10.300 hectares, il est alimenté surtout par les eaux pluviales provenant d'Oued Ben Zerhaïb et les eaux usées du village de Souk-Naâmane. La sortie des eaux se fait par évaporation mais aussi par l'intermédiaire d'un réseau de canaux de drainage, du côté Sud-ouest, qui se déversent dans un canal d'évacuation contournant le plan d'eau pour rejoindre Sebkh El Zemmoul. L'eau du chott est saumâtre avec une salinité

moyenne et un Ph alcalin, sa qualité est affectée par le déversement des eaux usées de la ville de Souk Nâamane située en amont, du côté Ouest. (DHW OEB 2014, DGF 2014)

### **c. Le bassin versant de Garaet Guellif**

Les entrées d'eau salée d'un bassin versant de 24.164 ha sont peu importantes et insuffisantes pour remplir entièrement le site. Le niveau d'eau est bas même au cours de la saison humide et l'évaporation très intense au point où la zone humide est mise à sec en quelques jours.

Elle est alimentée par deux oueds temporaires, le réseau hydrographique l'alimentant est composé des Chaabats et des oueds El Houassi et Tallizerdine qui drainent les eaux pluviales des monts de Oum-Kechrid,Guellif, Tarf-Ouest et les acheminent vers le site. (DGF 2014)

#### **- Garaet Annk Djemel**

Chevelu hydrographique d'ordre très important, primaire d'un bassin versant de 15.200 ha, sans affluents, draine les eaux pluviales et de crues du Nord-Est de Dj El Tarf, massives et de terres arables, de limons anciens et d'un Quaternaire, l'Ouest de Sidi Reghiss, Djebels Touzaline, Yeddou et Oum Kechrid. Deux oueds importants temporaires, Oued Berrou et Oued Tallizerdine, alimentent également le site lors de la saison pluvieuse saisonnier, sa mise en eau se fait au cours de l'automne et de l'hiver. Hormis les années exceptionnellement pluvieuses, le plan d'eau atteint rarement son plus haut niveau. (ABH Constantine, DGF 2014)

### **E.Garaet El Marhsel**

Les entrées d'eaux sont liées aux facteurs climatiques et plus particulièrement aux précipitations. Un réseau des Chaabats provenant des Dj Hanout Seghir, El Maghssel, Chebka et le flanc Ouest du Djebel Hanout Kebir véhiculent les eaux de pluies et de crues qui se déversent à l'intérieur de Garaet El Marshel en saison de pluies. (ABH Constantine, DGF 2014)

#### **V.1.2.1.2. Le régime hydrologique de la zone Sud**

Le régime hydrologique de la partie sud de la zone d'étude sera étudié à partir des trois stations : Chemorah, Foum El Gueiss , Reboa (Tableau 12 )

Stations	Chemorah		Foum El Gueiss		Reboa	
	module absolu en m <sup>3</sup> /s	module spécifique en l/s/km <sup>2</sup>	module absolu en m <sup>3</sup> /s	module spécifique en l/s/km <sup>2</sup>	module absolu en m <sup>3</sup> /s	module spécifique en l/s/km <sup>2</sup>
72/73	1,57	5,30	2,75	3,62	0,88	6,11
73/74	0,73	2,47	0,77	1,01	0,27	1,88
74/75	0,36	1,22	0,46	0,61	0,32	2,22
75/76	0,87	2,94	1,76	2,32	0,42	2,92
76/77	0,77	2,60	0,93	1,23	0,24	1,67
77/78	0,19	0,64	0,17	0,22	0,07	0,49
78/79	0,26	0,88	0,19	0,25	0,09	0,63
79/80	0,40	1,35	0,33	0,43	0,14	0,97
80/81	0,37	1,25	0,44	0,58	0,11	0,76
81/82	0,30	1,01	0,58	0,76	0,26	1,81
82/83	0,65	2,20	0,95	1,25	0,15	1,04
83/84	0,16	0,54	0,38	0,50	0,16	1,11
84/85	0,69	2,33	0,69	0,91	0,37	2,57
85/86	0,27	0,91	0,45	0,59	0,16	1,11
86/87	0,29	0,98	0,40	0,53	0,15	1,04
87/88	0,06	0,20	0,08	0,11	0,02	0,14
88/89	0,35	1,18	0,30	0,04	0,08	0,56
89/90	1,26	4,26	1,26	1,66	0,32	2,22
90/91	0,45	1,52	0,76	1,00	0,48	3,33
91/92	0,50	1,69	0,90	1,19	0,41	2,85
92/93	0,36	1,22	0,85	1,12	0,17	1,18
93/94	0,08	0,27	0,14	0,18	0,04	0,28
Moy	0,50	1,68	0,71	0,93	0,24	1,68
Max	1,57	5,30	2,75	3,62	0,88	6,11
Min	0,06	0,20	0,08	0,11	0,02	0,14

Source : (GUIDOUM. A 2017)

Tableau 12 : Débits moyens annuel entre 1972-73 à 1993-94 dans les stations : Chemorah,  
Foum El Gueiss et Reboa

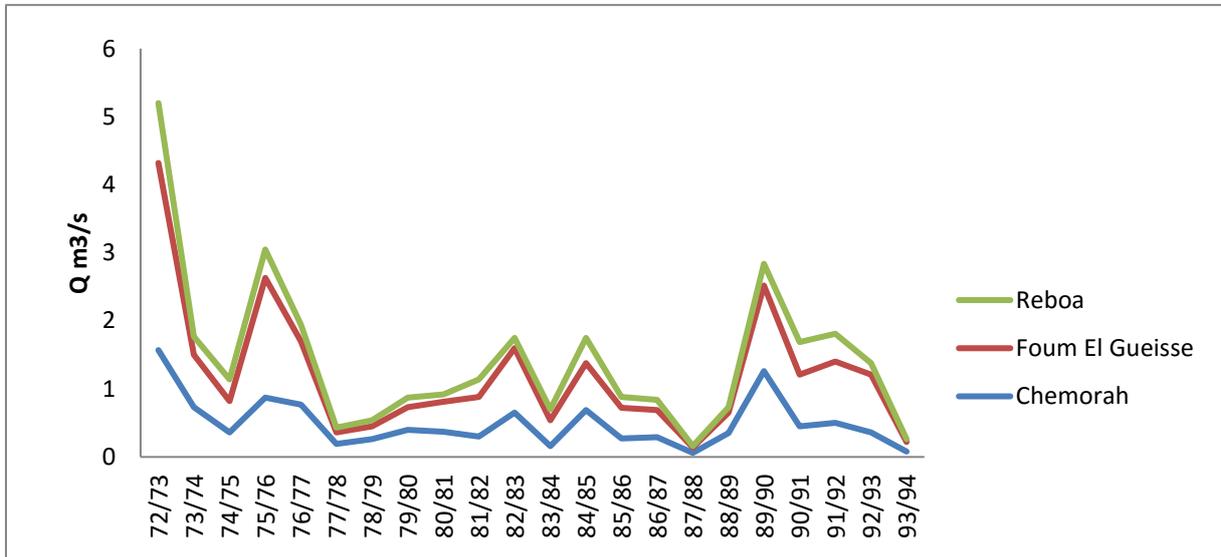


Figure 54 : Les débits moyen annuel des oued Chemorah , Fom El Gueiss et Reboe entre 1972-73 à 1993-94

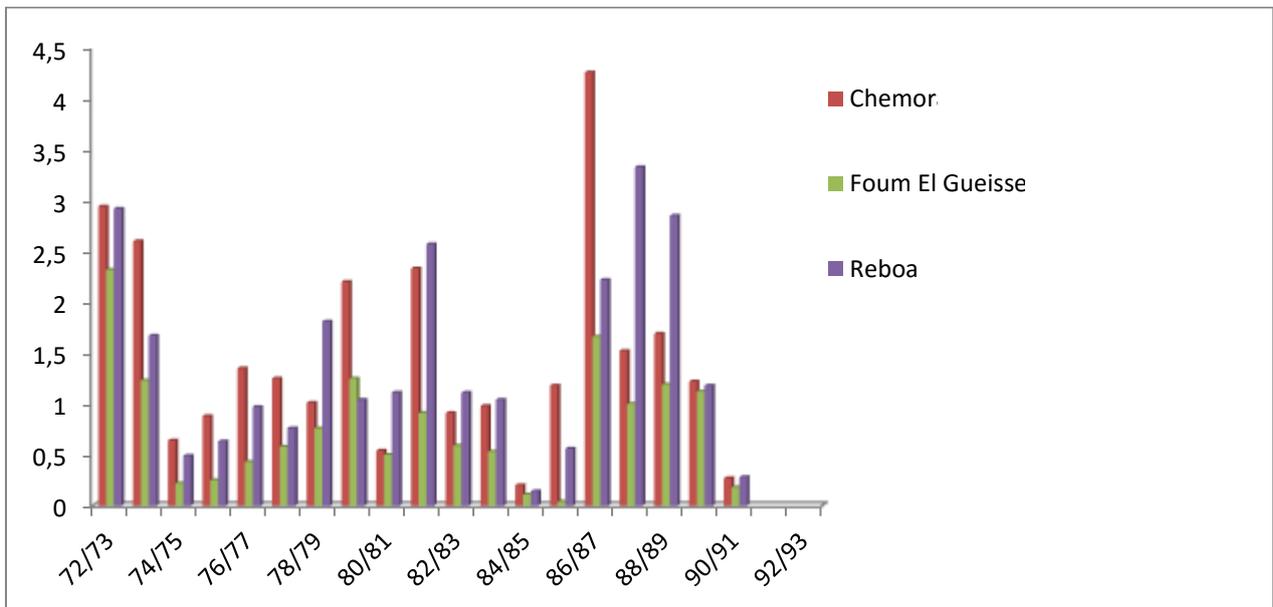


Figure 55 : Ecoulements moyen spécifique des oueds Chemorah , Fom El Gueiss et Reboe entre 1972-73 à 1993-94

Le débit spécifique varie en fonction du comportement hydrologique de chaque bassin, à savoir la lithologie et la couverture végétale. La zone des Hauts plateaux Constantinois se caractérise par une variation spatiale de débits spécifiques, (les Figures 54,55) passant de 1,68 l/s/km<sup>2</sup> à Reboa et Foug El Gueiss, et 0,93 à Chemorah. Donc l'abondance spécifique est moyenne (GUIDOUM. A 2017)

#### V.1.2.1.2.2. Le bilan hydrologique et le déficit d'écoulement

Le bilan hydrologique permet de quantifier les transferts d'eau issus des précipitations. Le déficit moyen annuel d'écoulement, généralement très élevé en Algérie, oscille au niveau de la zone sud entre 300 mm à 350 mm pour la période (1972/73-1993/94). (Figure 56).

Ces valeurs liées à la pluviométrie, la température et par conséquent l'évapotranspiration.

Dans les Hauts plateaux le bilan précipitation- évapotranspiration est équilibré, par conséquent c'est l'une des raisons de la persistance de phénomène d'endoréisme (GUIDOUM. A 2017)

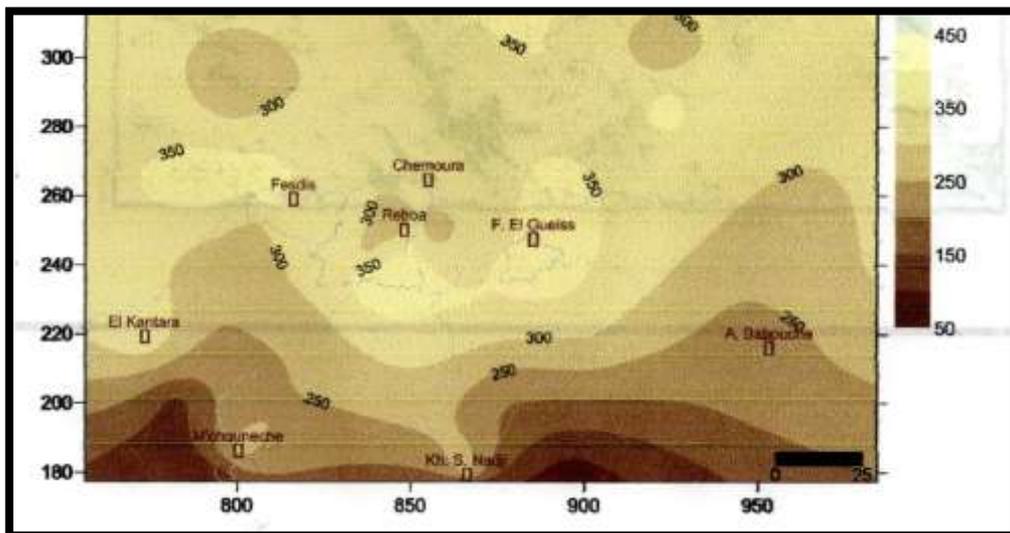


Figure 56: Déficit d'écoulement moyen annuel dans la zone Sud entre 1972-73 à 1993-94 en mm source :(GUIDOUM. A 2017)

## V.2. L'hydrogéologique : un potentiel en eau souterraine important

### V.2.1. Les nappes phréatiques et leur exploitabilité

Les aquifères des nappes phréatiques ont une extension spatiale relativement importante, bien que leur épaisseur soit en général faible, et donc leur réserve limitée. Ils correspondent à la couverture Plio-Quaternaire des petits bassins juxtaposés des Hautes Plaines: d'Aïn-Kercha, Aïn-M'lila, Sigus et Aïn-Fakroun, Souk Nâamane. (Mebarki A 1984 ,2005)

Tableau 13

#### V.2.1.1. La Puissance des nappes phréatiques

Les réserves des nappes phréatiques dépendent des caractéristiques lithologiques des aquifères et de leur épaisseur.

##### a.La plaine d'Aïn-Kercha

Dans la quelles plusieurs nappes séparées par des intercalations marneuses circulent dans les calcaires lacustres ; reconnus sur une épaisseur de 80 m. Celles-ci reçoivent, semble-t-il une alimentation relativement abondante (60 l/s) de la part des calcaires du Crétacé Inférieurs de Dj Oum Kchrid, ce sont les couches aquifères supérieures qui sont les plus intensivement exploitées et soumises à l'évapotranspiration. (Mebarki.A1984, 2005)

##### b. La plaine de Sigus-Taxa

Comporte une nappe phréatique peu abondante en raison de la faible épaisseur (20m environ) des sédiments essentiellement marneux ou argilo-sableux comblant la cuvette synclinale. Cette nappe n'est pas alimentée par les eaux circulant dans les calcaires des Dj Djeffa, Dj Fortass et Dj Ouled Aziz. (Mebarki. A 1984,2005)

##### c.La plaine d'Aïn-M'lila

La plaine est marécageuse dans ses parties les plus basses, ou on voit apparaître une végétation halophile. Le sous-sol est formée par des dépôts marneuse du Miocène et du

Pliocène continentale. L'utilisation agricole des ressources phréatiques limitée par la présence des sols salés surtout dans la partie centrale (zone de Fourchi) en conséquence, la nappe phréatique est moins surexploitée que dans les autres secteurs où les sols sont favorables aux cultures.

Secteur géographique	Superficie km <sup>2</sup>	Pluie moyenne annuelle	infiltration		Potentialité total et potentialités eaux pérennes			Potentialité des nappes	
			mm	mm <sup>3</sup>	Facteurs limitant	Apports extérieurs	M <sup>3</sup> m/an	Facteurs limitant	M <sup>3</sup> m/an
Plaine de Sigus	310	450	14	4,4	Déversement dans Boumerzoug	/	2,5	/	1
Plaine d'Aïn-Kercha	290	450	32	9,3	Déversement extérieur dans Fesguia	Dj Oum Kchrid	7,1	/	6,5
Plaine d'Aïn-M'lila	530	450	29	15,4	/	Dj Guérioun, Dj Fortass, nappe Aïn-Kercha	25,4	Perméabilité et salure en aval	22

Source : A.Mebarki 1984 ,2005

Tableau 13 : Récapitulatif des potentialités en eaux souterraines

La région ouest de la zone d'étude riche en matière de potentialité hydrogéologique surtout dans la plaine d'Aïn-M'lila et Aïn-Kercha

## VI. Les caractéristiques de la biocénose

### VI.1. Les caractéristiques pédologiques

La majorité des sols dans la zone d'étude sont des sols hérités (hormis les sols halomorphes et hydromorphes (M. Côte1981). D'après l'étude de DSA 1994, BNEDER 2010, la carte des sols d'Algérie Tébessa-Constantine à 1/500000 (J.D Daurand1954), Mauric.B1956, Halitim.A1988 on trouve : (Figure 57)

### **VI.1.1. Les sols calciques (calcimagnésique)**

Les sols calcimagnésiques occupent une surface plus importante, ils sont rencontrés dans toute la région, surtout dans les plaines.

Ces sols caractérisés par une texture argileuse, et un taux important en  $\text{Ca CO}_3$ , les propriétés physiques sont très variables suivant l'épaisseur et la nature de la terre fine et la quantité de cailloux que contient le profil.

### **VI.1.2. Les sols calcaires**

Comportant un seul horizon, de texture légère et perméable parfois humifère. ils occupent la partie Nord autour de Dj Fortass et Dj Guérioun et la plaine de Sigus et dans la partie sud autour de Dj Fedjoudj.

### **VI.1.3. Les sols azonaux (sols locaux)**

Ce sont des sols très limités dans la zone, il s'agit des sols marais, sols alluvions et sol salins. Ces sols sont observés essentiellement au sud (zone des sebkhas) et Nord-ouest dans la plaine d'Aïn- M'lila.

#### **VI.1.3.1. Les sols alluviaux ou sols peu évolués d'apport alluvial**

Ces sols sont observés essentiellement au Sud entourant les extrémités des sebkhas occupant des glacis et terrasses, ainsi que dans les terrasses alluviales le long des sebkhas. Ces sols se localisent généralement dans le lit majeur des oueds où ils sont souvent rajeunis par les dépôts de matériaux neufs en période d'inondation. Ils sont caractérisés par la présence d'une nappe phréatique, qui circule et n'est donc pas réductrice et qui subit de fortes oscillations.

#### **VI.1.3.2. Les sols marais**

Ce sont des sols d'origine fluvio-marine issue de la sédimentation ancienne et présente. Ils sont constitués à 98% d'éléments fins de type limons, sables fins ou argiles. Ce type de sol est localisé dans la plaine d'Aïn-M'lila.

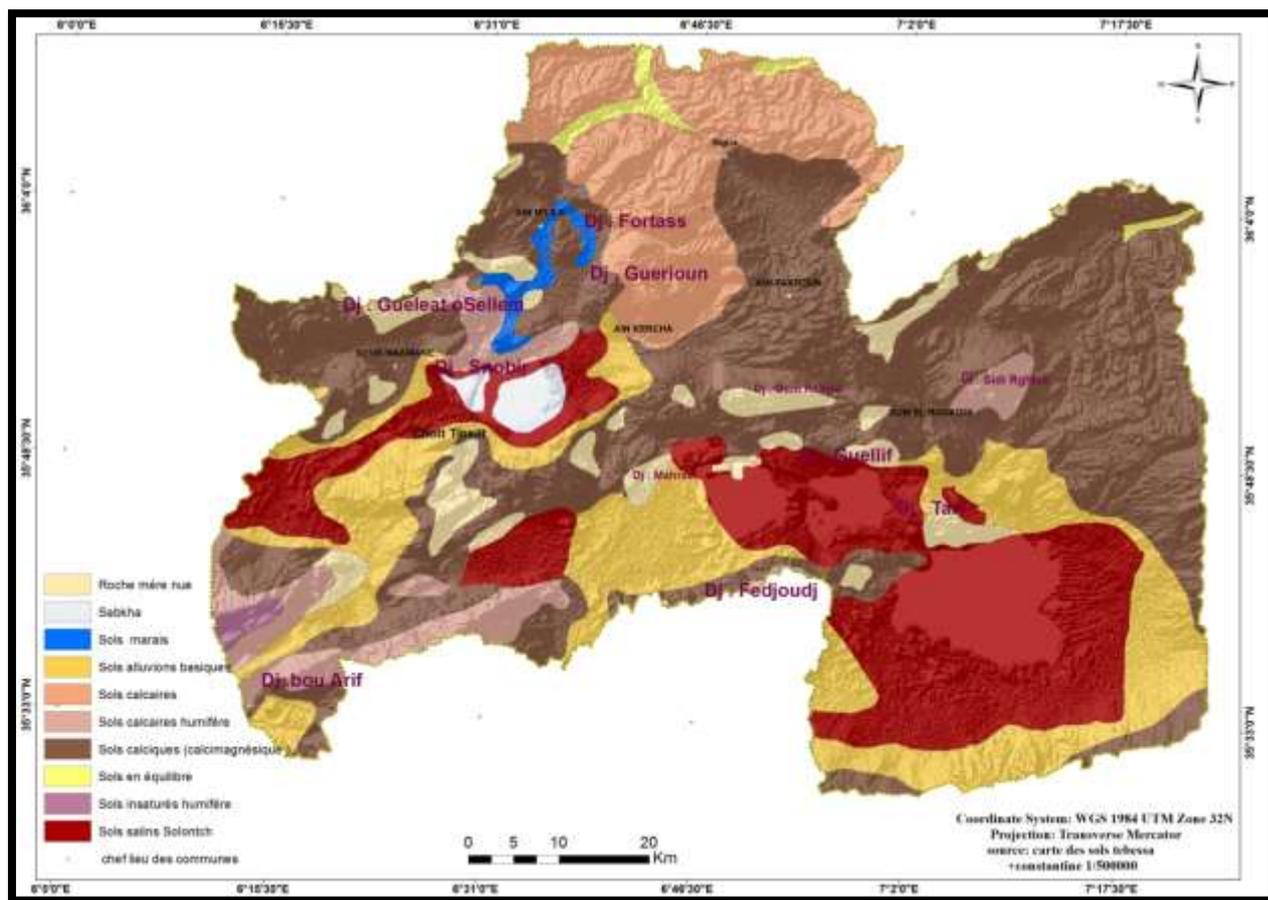


Figure 57 : Les sols de la région d'Oum El Bouaghi

### VI.1.3.3. Les sols salins ou halomorphes

Ce sont très répandues dans la partie sud, où elles forment de vastes placages aux alentours des chotts, ce sont surtout des solontchaks où les chlorures de sodium sont en quantité telles (plus de 0,2%) que la végétation naturelle de la région laisse place à une végétation halophile. Ce type de sol est localisé aussi dans le périmètre d'irrigation de Fourchi (la plaine d'Aïn-M'lila).

## VI.2. Le couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur important dans l'étude de la dégradation de l'environnement, l'importance d'étude de ce facteur se manifeste à partir de :

- L'importance de la répartition du couvert végétal, est la connaissance de son rôle dans la protection des sols contre l'érosion hydrique et éolienne.
- La détermination des espèces qui existent à l'intérieur pour les intégrer dans les opérations d'aménagement.

Sur la base de rapport de BNEDER 2010 Nous avons rassemblé et classé les diverses formes de culture et végétation comme suit :

**VI.2.1. Le couvert végétal permanent (l'exploitation naturelle) :** On distingue les types :

**a. Forêt + broussailles :** se localise particulièrement sur les sommets des zones montagneuses (Dj Guérioun, Dj Fortass, Dj Sidi Reghiss, Guelaat Ouled Sellem...), sur des altitudes dépasse 1400 m, se reposent sur la roche-mère. On trouve :

- Le cèdre à la forêt de Dj Sidi Reghiss. (Photo 6).
- Le chêne vert et des maquis dégradé. (Photo 17 Dj Fortass).
- Pin d'Alep : vieille futaie de reboisement. (Les piémonts Dj Guérioun...)

**b. Les prairies**

Ces types se trouvent dans la zone qui entoure les berges d'oued El Mellah et oued El Kleb, sur des altitudes entre 400 et 800 m, avec des pentes entre 12,5 et 25%.

**c. Végétation steppique et halophile**

Prédominant autour des sebkhas et dans les zones de sols salés elle est occupée d'armoise sur les glacis, d'atriplex sur les sols profonds et des salsolacées sur les sols halomorphes (M.côte et al, 1974) (Le détail dans le tableau14).

**VI.2.2. Le couvert végétal temporaire**

**a. Céréaliculture avec jachères**

C'est un domaine de couvert végétal temporaire « agriculture annuelles », caractérisé essentiellement par des céréales, souvent pratiquées avec de la jachère (système du dry

farming). Se localise sur des sols calcimagnésiques comporte un taux élevé de l'argile, de limon, et de sable.

#### **b. Autres agricultures : plantation (les vergers)**

Les arbres fruitiers et les légumes, ce type se repose sur les terrasses fluviales, par ce qu'elles sont liées à la présence des eaux. (La plaine de Sigus et Aïn- M'lila)

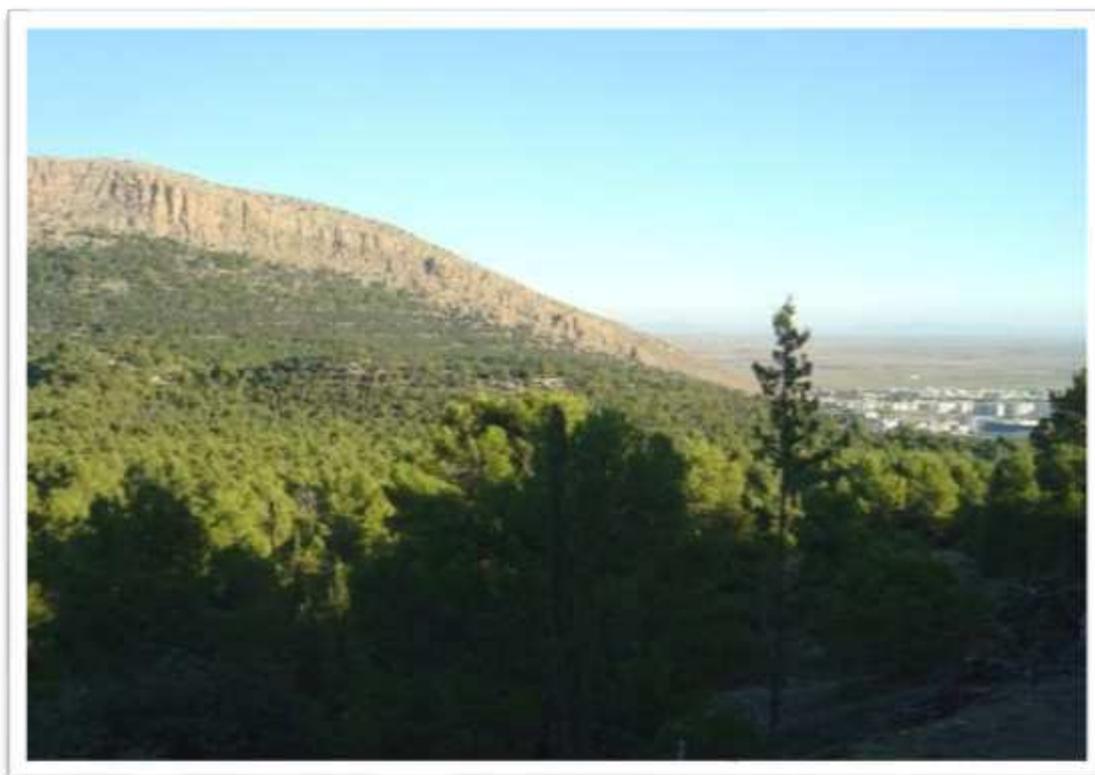


Photo 6: La forêt de Dj Sidi Reghiss (direction des forets OEB 2009)

### **VI.3. L'écologie des zones humides**

D'après la Convention de Ramsar 1971 : Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, ou l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6 mètres. Les zones humides regroupent une grande variété naturelle : chotts, sebkhas, lacs et marais (eau douce, saumâtre

ou salée), oueds, Gueltas, oasis et barrage. En 2004 les dépressions fermées de la zone d'étude ont été classées comme des zones humides continentales critères 6 suivant La convention de Ramsar. La zone d'étude regroupe un nombre assez varié de zones humides qui diffèrent selon les caractéristiques biochimiques, entre chott, sebkha et stagnation des eaux (Tableau 14)

Le site	Caractéristique écologique	
	La Faune	La Flore
<p><b>Chott Tinsilt</b>  <b>R</b> : Chott et Sebkha ou lac saumâtre permanents entourés et de prairies humides couvertes de végétation</p>	<p>Les mammifères sont représentés par <i>Vulpes vulpes</i>, <i>Canis aureus</i>, <i>Lepus capensis</i> et <i>Rattus rattus</i>, les amphibiens par <i>Bufo Mauritanica</i>, les reptiles par <i>Acanthodactylus</i>, <i>Emys Orbicularis</i> et les invertébrés par <i>Daphnia</i> sp., <i>Artémia</i> sp. Et <i>Helix Pyramidata</i></p>	<p>La végétation herbacée est composée essentiellement d'espèces appartenant à 2 grandes familles : <i>le Chénopodiacées</i> et <i>les Azionacées</i>. Les espèces connues sont représentées par <i>Salicornia arabica</i>, <i>Arthrocnemum indicum</i>, <i>Ruppia maritima</i>, <i>Arthrocnemum indicum</i> et <i>Atriplex</i> sp.</p>
<p><b>Garaet Guellif</b>  <b>R</b> : Chott et sebkha ou lac salé saisonnier entouré d'une ceinture de végétation</p>	<p><i>Vulpes vulpes</i>, <i>Canis aureus</i>, <i>Lepus capensis</i> et <i>Rattus rattus</i>, les amphibiens par <i>Bufo Mauritanica</i> et <i>Bufo</i>  <i>Veridis</i>, les reptiles par <i>Acanthodactylus</i>, <i>Emys Orbicularis</i> et les invertébrés par <i>Daphnia</i> sp. Et <i>Helix Pyramidata</i>.  L'avifaune est représentée par au moins 4 espèces dont les effectifs dépassent largement ceux du 1% international pour la Méditerranée, comme le Flamant rose (<i>Phoenicopus ruber roseus</i>), le Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>), le Canard siffleur (<i>Anas penelope</i>), le Canard pilelet (<i>Anas acuta</i>) et le Canard souchet (<i>Anas clypeata</i>)</p>	<p>Chénopodiacées, <i>Atriplex halimus</i> qui forme des touffes de différentes tailles et plus ou moins distinctes et <i>Salicornia frutescens</i> qui occupe toute la frange située entre les sols dominés par <i>Atriplex halimus</i> et les zones de balancement des eaux. Ces plantes sont accompagnées d'un cortège floristique diversifié composé principalement de Crucifères comme <i>Alysum montanum</i>, <i>Diploaxisericoïdes</i>, <i>Raphanus raphanistrum</i>, <i>Matthiola frutescens</i> et <i>Moriconda arvensis</i>.  Des plantes composées comme <i>Galactitomentosa</i>, <i>Calandula arvensis</i>, <i>Scorzonera laciniata</i>, <i>Silybum maritimum</i>, <i>Senecio gallicus</i>, <i>S. adonidifolius</i>, <i>Urospermum dalechampi</i> et <i>Taraxacum officinale</i>.  Des graminées comme <i>Avena sativa</i>, <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Stipa retorta</i>, <i>Alopecurus pratensis</i>, <i>Dasyphyrum hordaceum</i> et <i>Bromus tectorum</i>, Et enfin de Carphylacées comme <i>Spergularia salina</i>, <i>Silene gallica</i> et <i>S. glabrescens</i>.</p>

<p><b>Garaet Annk Djemel</b></p> <p>R : Lac salé saisonnier entouré d'une ceinture de végétation composée de salicornes, d'atriplex et d'armoise.</p>	<p>Vulpes vulpes, Canis aureus, Lepuscapensis et Rattusrattus, les amphibiens par Bufo Mauritanica et Bufo Viridis, les reptiles par Acanthodacthlus, EmysOrbicularis et les invertébrés par Daphniasp., Artémia sp. Et Helix Pyramidata.</p>	<p>L'environnement du site présente une végétation très pauvre, on ne rencontre que des espèces supportant un taux élevé du sel telles que les Atriplex et le Tamarix consommés par les bovins.</p>
<p><b>Garaet El Marhsel</b></p> <p>R : Lac salé saisonnier entouré de végétation</p>	<p>Aucune espèce d'oiseau n'a été observée à cause du dessèchement total du site, de plus cette zone n'a pas fait l'objet d'observation suite aux difficultés d'accès</p>	<p>Salicorniaarabica, Artemisia Herba Alba et AtriplexHalimus</p>
<p><b>Garaet Tarf</b></p> <p>R : Lac salé saisonnier entouré de végétation</p>	<p>Vulpes vulpes, Canis aureus, Lepuscapensis et Rattusrattus, les amphibiens par Bufo Mauritanica et Bufo Veridis, les reptiles par Acanthodacthlussp, EmysOrbicularis et lesinvertébrés par Daphniasp., Artémia sp., HelixPyramidata.</p>	<p>Alicorniaarabica, Artemisia herba Alba, Suaedafructicosa et Atriplex halimus.</p>

Type de zone humide suivant la convention Continentale :L . M .N .O .P .Q .R .Sp .Ss .Tp

Source : DGF OEB 2014

Tableau 14: Les caractéristiques écologiques des zones humides d'Oum El Bouaghi

## VII. Le milieu humain : Socio-économique et les actions anthropiques

### VII.1. La population

A cause de leur caractère plane, la zone d'étude présente par 13 agglomérations (la partie ouest de la wilaya d'Oum El Bouaghi)

Le nombre de population dans la zone d'étude est 417260 habitant (estimation de 2014) concentrée dans 13 agglomérations, la plus importante dépassée 50000 et font partie des petites villes : la ville Aïn-M'lila 65371, Aïn-Fakroun 48804, Oum El Bouaghi 80359 (recensement 2008). (Figure 58).

Le tableau ci-dessous (Tableau 15) montre l'évolution de la population entre les recensements 1987, 2008 et les estimations de 2014.

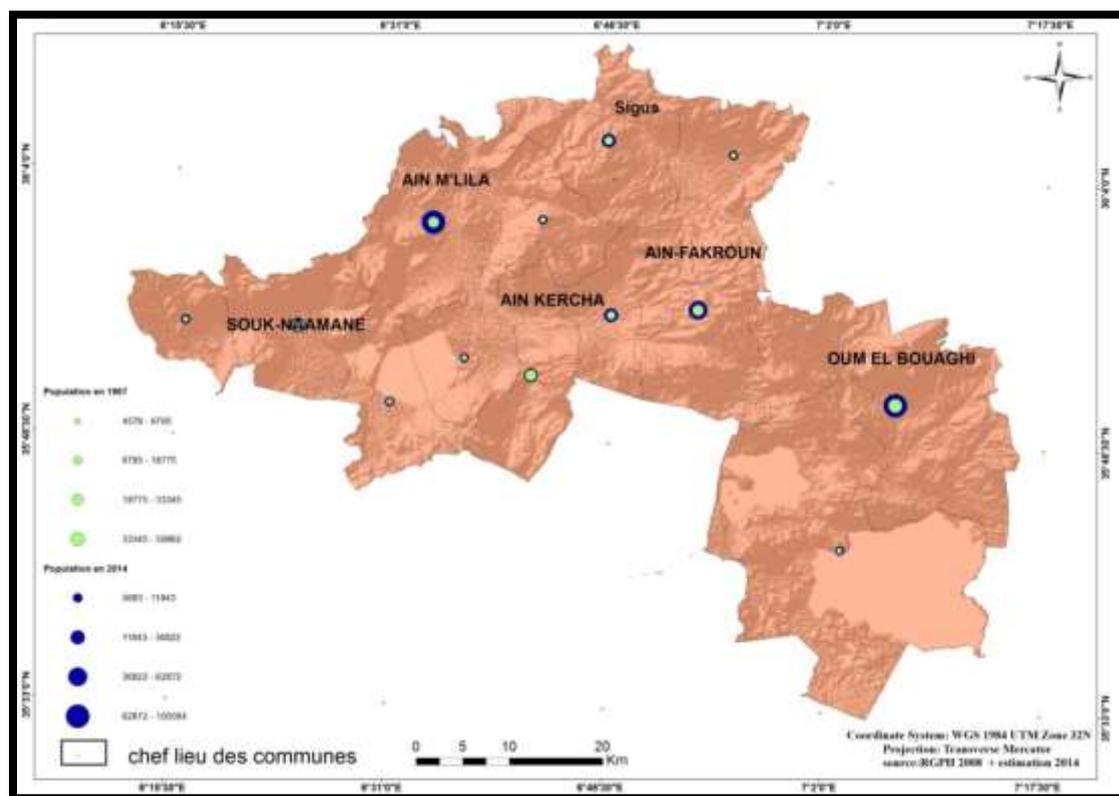


Figure 58: La population entre 1987 et 2014 dans la zone d'étude

Les communes	Recensement 1987	Recensement 2008	Estimation 2014
Aïn- Fakroun	47237	55692	62872
Aïn- Kercha	27255	32788	36822
El Harmlia	7122	8163	9140
Hanchir Toumghani	18775	23355	26338
Aïn- M'lila	69798	102565	100584
Ouled Gacem	6273	7229	8083
Sigus	14944	17817	20015
El Améria	9795	10591	11843
Oum El Bouaghi	59962	80359	91392
Aïn Zitoune	4893	6080	6765
Souk Nâamane	23018	23988	27281
Oulad zouai	4578	4989	5683
Bir El Chouhada	8356	9182	10442
<b>Totale</b>	<b>297113</b>	<b>382798</b>	<b>417260</b>

Source : DPAT Oum El Boughi 2014

Tableau 15: Le recensement de 1987 et l'estimation de 2014

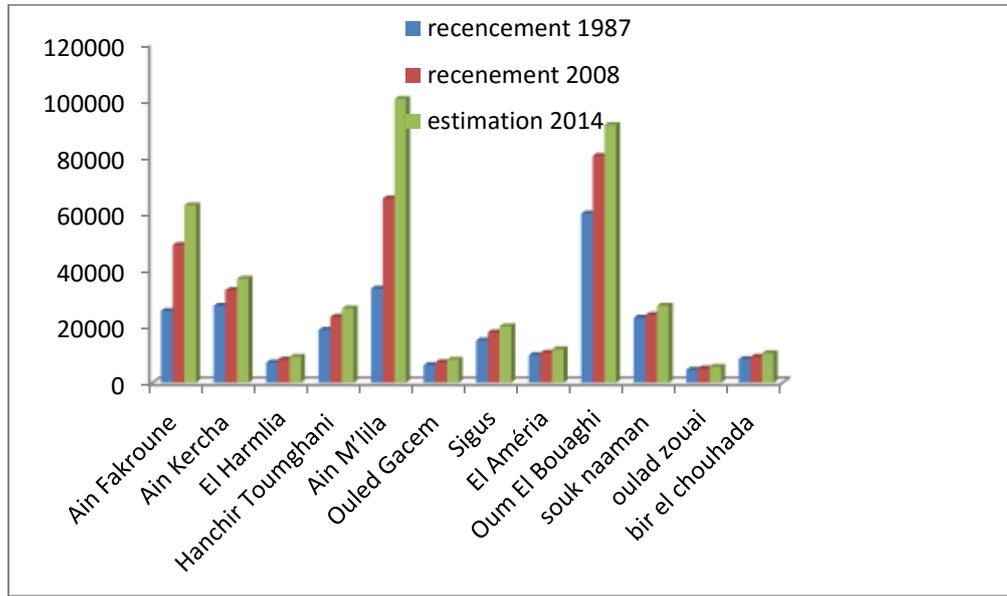


Figure 59 : L'évolution de la population dans la zone d'étude

D'après le tableau 15 et la Figure 59 qui montre une évolution remarquable dans le nombre de la population entre les recensements de 1987 et 2008 et les estimations de 2014.

## VII.2. Les travaux d'aménagement

Le but des travaux d'aménagement dans la zone d'étude était principalement de conserver le patrimoine sol en adoptant des méthodes appropriées de lutte contre l'érosion et aussi de mobiliser les ressources en eau pour contribuer à la stabilité économique de la région.

### VII.2.1. Aménagement des lits des oueds El klab

Il existe un système d'aménagement et récalibrage de l'oued Sigus dans la limite de la ville, mais pendant le passage de crue au début de l'année 2009, l'oued a débordé et a provoqué une inondation importante des habitations et les infrastructures existantes. C'est pourquoi, la direction d'hydraulique a entamé une autre étude de réaménagement du système existant et la création d'un nouveau système de récalibrage dont il est capable de protéger la Ville contre les inondations. La longueur totale d'aménagement projeté est de 4561,92 m (H.P.E 2010). (Photos 7, 8)



Photo 7 : Etat d'oued El Klab avant l'aménagement (Source : APC de Sigus(1980)



Photo 8: Etat d'oued El Klab après l'aménagement (2014) (Source : APC de Sigus)

## Conclusion de chapitre

L'étude des éléments physiques nous permet de constater une richesse de ressources écologiques et une fragilité du milieu naturel. La région d'Oum El Bouaghi est caractérisée par :

- Un morcellement du relief, quatre formes bien distinctes : les montagnes, les piémonts, les plaines et les cuvettes.
- Une variation des formations lithologiques entre tendres (argile, marne...) et dur (calcaire...), contribuent largement au phénomène de la dégradation des sols. (Érosion hydrique ou éolienne)
- L'héritage géomorphologique du quaternaire qui varie entre des glacis et des terrasses. Des formes éoliennes et des formes d'érosion (les mouvements de masse, les ravinements
- Un climat semi-aride caractérisé par l'aridité à faible pluviosité.
- Un potentiel hydrique très importante, superficielle (chott, sebkha) et souterraine (nappe phréatique et profonde), mais à cause de faibles précipitations et le comportent Des réseaux hydrographiques, on constate un déficit hydrique dans la zone.
- Des sols fragiles et limites, un couvert végétal varient entre un couvert naturel (forêt) et temporaire (agriculture).
- Une urbanisation accélérée et des aménagements inadaptés au milieu naturel.

L'impact de tous ces facteurs (relief, sol, climat, homme ...) induit des formes de dégradation plus ou moins considérables telles que : l'érosion hydrique, salinisation des sols, la dégradation du couvert végétal.

## Conclusion de la première partie

Cette première partie dresse un aperçu sur l'ampleur de la dégradation de l'environnement dans la région des Hautes Plaines de l'Est algérien. Les spécificités du milieu naturel et du climat de la région, la croissance démographique, l'urbanisation qui ont exercé des pressions dommageables sur l'environnement.

Les Hautes Plaines connaissent aujourd'hui des problèmes environnementaux majeurs qui ont des impacts négatifs directs sur l'activité économique, sur la santé et la qualité de vie de la population.

Sur ce vaste territoire, on a pris un échantillon qui englobe tous ces formes de la dégradation : c'est la région d'Oum El Bouaghi.

La région d'Oum el Bouaghi se distingue par la diversité de la topographie surtout la dominance de l'aspect plan, des ressources géologiques importantes surtout les formations lithologiques tendres (argile, marne...) contribuent largement au phénomène d'érosion, l'héritage géomorphologique avec des vastes terrasses alluviales et des glacis étagées, un potentiel hydrique très important en eaux superficielles et souterraines, l'action anthropique inadaptée apparaît déterminante à travers les formes de dégradation très avancées du milieu physique.

Nous poursuivons alors l'étude des types et des formes de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi avec quelques facteurs associés à la dégradation

## **DEUXIEME PARTIE**

# **L'ETAT DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA REGION D'OUM EL BOUAGHI**

## CHAPITRE 3

# LES FORMES ET LES TYPES DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA REGION D'OUM EL BOUAGHI

## Introduction

Les caractéristiques du milieu physique de la région d'étude (relief, sol, climat, homme ...) induit des formes de dégradation plus ou moins considérables.

Cette dégradation se manifeste de la manière suivante :

## I. Le couvert végétal : Les forêts

### I.1 Historique de reboisement

Les unités forestières naturelles sont très rares dans la zone d'étude. Une absence d'arbre est marquée à l'exception de quelques bosquets autour d'Aïn-M'lila, d'Aïn-Kerche et Oum El Bouaghi (Fremoud. A.1962).

Les vallées sont jalonnées de nombreux petits bois dont ceux de la partie méridionaux exemple : Dj Fortass, Dj Guérioun, plus au sud les massifs montagneux du Fedjouj, Sidi Reghiss sont forestiers et mérite à peine le nom de forêt. (Figure 60, 61, 62)

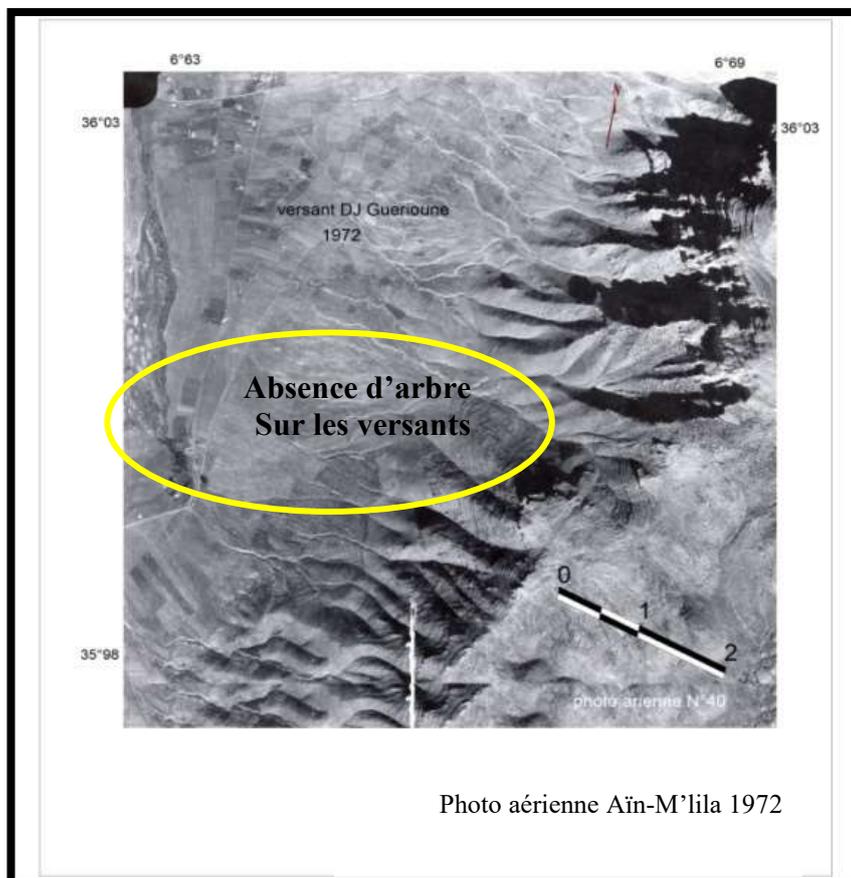


Photo aérienne Aïn-M'lila 1972

Figure 60 : Etat du versant occidental Dj Guérioun (Aïn-M'lila (année 1972)

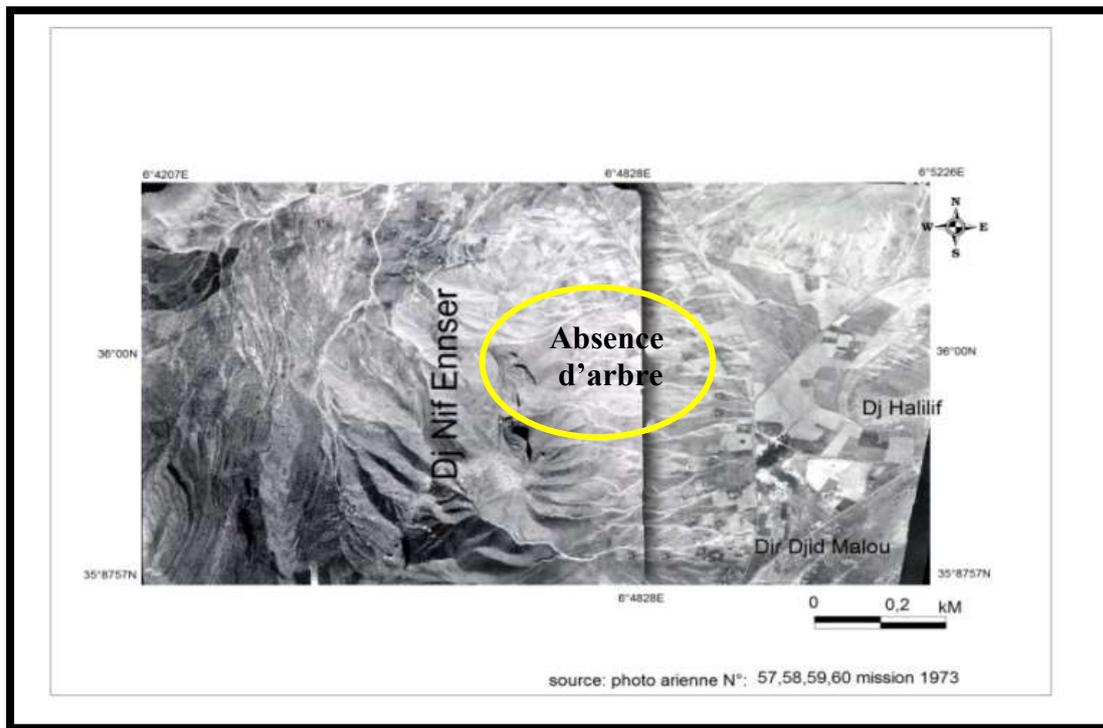


Figure 61: Le versant Nord Est Dj Nif Ennser Aïn-M'lila (année 1972)



Figure 62 : La zone de Sigus en 1959

Le couvert forestier de la zone d'étude a été dégradé depuis l'époque berbère jusqu'à la période coloniale (Côte M 1981, Figure 7), la présence du chêne vert (*Quercus Iles*), genévrière de Phénicie (*juniperus*), sur les massifs calcaires et des oléastres, témoins d'un couvert forestier anciennement plus dense. (Marre. A et al 1981)

Dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle, et après l'indépendance, une grande vague de reboisement a commencé depuis 1963 (C.F OEB 2014) par l'implantation d'espèces très adaptées aux conditions générales du milieu (Figure 63).

Entre 1963-1970 : implantation du Dj Guérioun par un volume 200 Ha, Dj Nif Ennser 100 Ha, Dj Fortass 40 Ha, Dj Hallilif 150 Ha, la zone de sigus 160 Ha, Dj Sidi Reghiss 80 Ha et autre zone (totale de reboisement 2180 Ha)

Entre 1970-1980 : le couvert forestier s'est multiplié encore suite au reboisement de superficies importantes à Dj Guérioun 417,6 Ha, Dj Hallilif 58 Ha, totale de la surface (6722,6 Ha)

Entre 1980-1990 : la surface a commencé de démunir, Nif Ennser 148,4 Ha, Dj Guérioun 120 Ha

Par un totale 1396,4 Ha.

Entre 1990 -2000 : 200 Ha.

Entre 2004 jusque 2014 : 3050 Ha (entre 2002 et 2003 aucune opération).

#### Remarque :

Les espèces préconisées : 80% : pin d'Alep, 10% : Cyprés, 10% : Feuillés : Freine, Micocoulier, Févier D'Anurique.

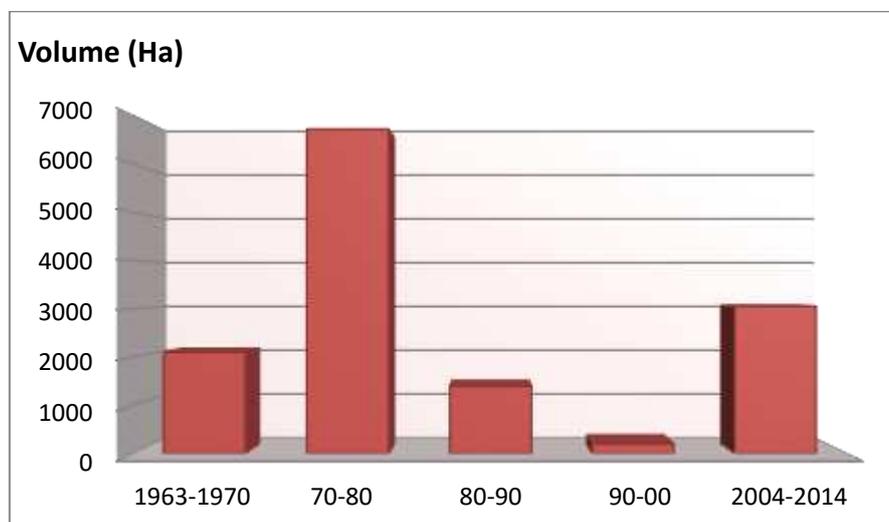


Figure 63 : Evolution de la surface de reboisement

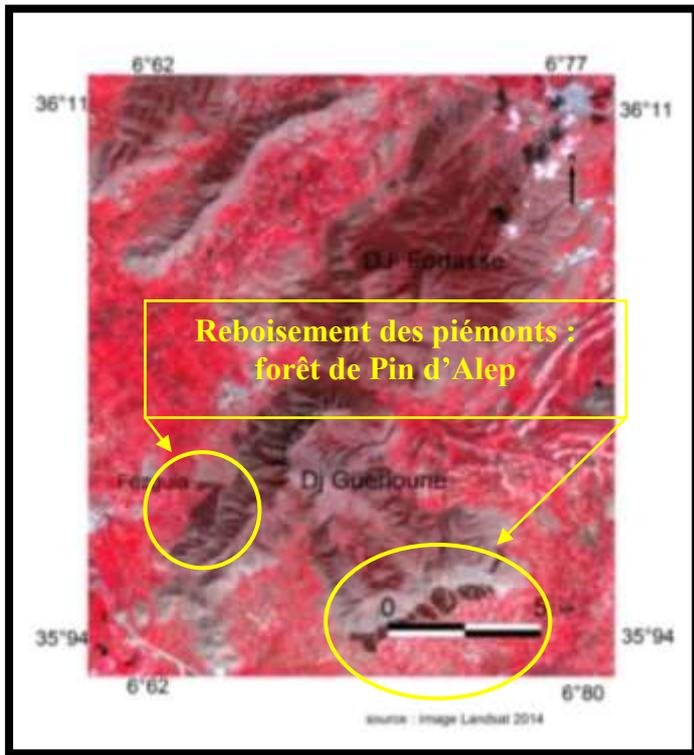


Figure 64 : Le versant occidental Dj Guérioun (Aïn M'Lila 2014) (Image Landsat en fausse couleur 2014)

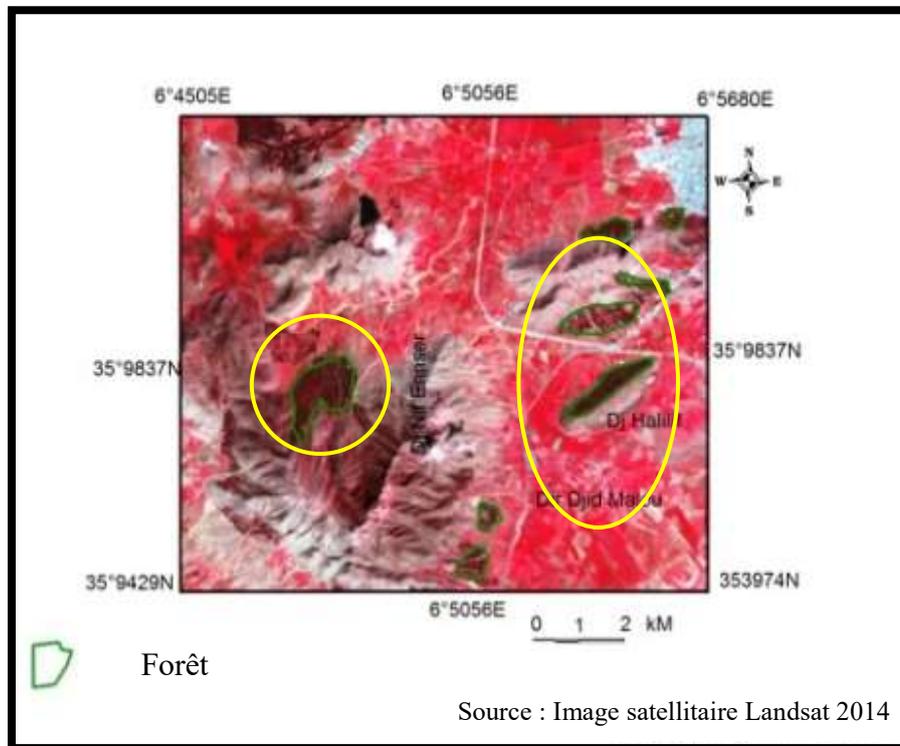


Figure 65 : Le versant Dj Nif Ennsar Aïn-M'lila (2014) (Image Landsat en fausse couleur 2014)

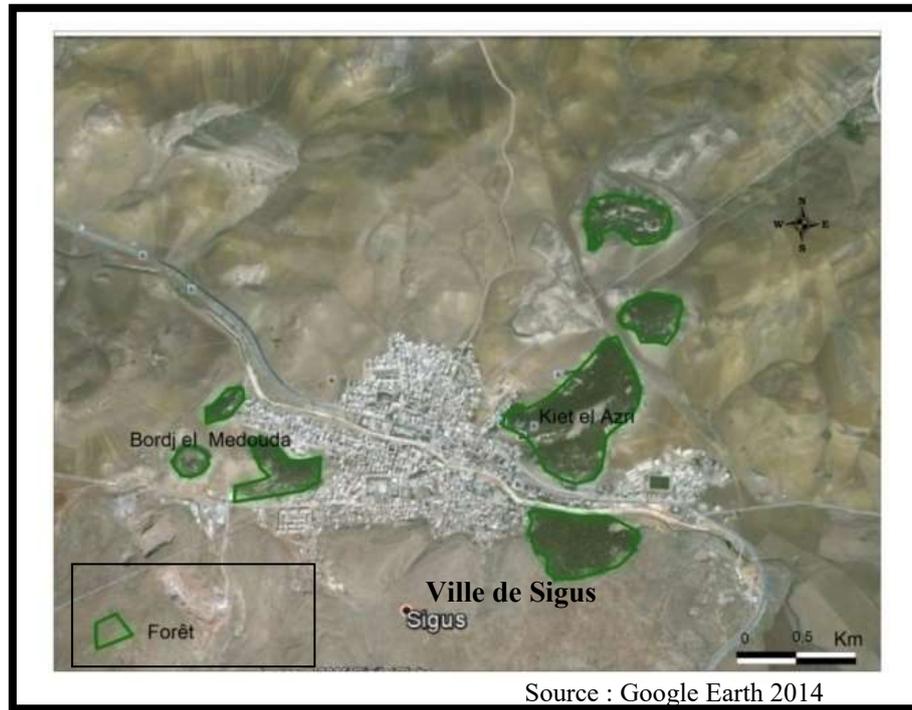


Figure 66: La zone de Sigus en 2014

D'après les figures 65, 66, 67 on remarque que l'opération de reboisement qui a été débuté depuis 1963 a produit des résultats positifs sur le milieu, tous les piémonts des montagnes (Dj Guérioun Dj Nif Ennser, Dj Fortass Dj Hallilif, Sigus, Dj Sidi Reghiss) sont couverts par le Pin d'Alep. (Le pin d'Alep apparie en couleur sombre dans les figures 65, 66, la végétation apparie en couleur rouge)

## I.2. Etat de la forêt dans la région d'OEB

### I.2.1. Les facteurs de La dégradation de la forêt

La dégradation de l'espace forestier liée par plusieurs facteurs naturels et anthropiques telles que :

- Les incendies.
- Le surpâturage et le défrichement.
- Les maladies (La chenille).

## **a. Les incendies**

### **a.1. Les causes des incendies**

Les situations idéales de développement des incendies se rencontrent lorsque sont réunies certaines conditions de climat, de végétation, de topographie et de gestion sociale et économique de l'espace. Les causes profondes ou structurelles des incendies de forêts en région d'étude sont bien établies :

**-Le climat** : Il s'agit de la sécheresse estivale (climat aride) et des vents qui caractérisent ce type de climat (vent du sirocco).

**-La végétation** qui par sa composition floristique et sa structure, est très inflammable. La couverture forestière dans la zone d'étude est un mélange entre les espèces naturelles (chêne vert) et les espèces de reboisement (Pin d'Alep) et d'après les services de forêt tous les incendies recensés sont dans les forêts de pin d'Alep, Broussaille et les maquis.

Les aiguilles du pin d'Alep sont très inflammables ; les caractéristiques structurelles des peuplements sont favorables à la montée en puissance et au développement du feu. Donc les formations à Pin d'Alep sont parmi les plus sensibles à l'éclosion et à la propagation des incendies, par contre elles ont des capacités de résistance à un certains niveaux d'échauffement, une considérable régénération naturelle, une adaptation aux conditions édaphiques difficiles du milieu qui font d'elles une espèce susceptible de survivre et de se reconstituer dans la plupart des cas.

### **-La topographie et les facteurs socio-économiques**

Les reliefs des opérations de reboisement se font en piedmont de la montagne (Photo 9) ou l'augmentation de l'interface forêt /habitat, influent notablement sur le risque d'incendie. Exemple : les communes d'Ouled Gacem (Dj Fortass) Hanchir Toumghani (Dj Guérioun), El Harmlia.

Les bergers causent souvent des incendies en brûlant les forêts et les maquis, pour favoriser la repousse d'une nouvelle végétation herbacée pour les animaux au pâturage. Les paysans utilisent aussi le feu afin d'éliminer les chaumes et de repousser la forêt pour faire place à l'agriculture (CF.OEB 2014)

Les feux de forêts dans la région ont dramatiquement augmenté pendant les dernières décennies, en raison des rapides changements d'utilisation des terres et des conflits d'intérêts socio-économiques. D'après la Figure 67, qui montre l'évolution de la surface brûlée dans la zone d'étude, la surface brûlée a augmenté entre les années 1990 -2010 à cause des facteurs (naturel, anthropique et politique (les années noires)) : 272,39 Ha entre les années 1990-2000 et 370,55 Ha entre les années 2000-2010 ; et de 2010 à 2014 la surface brûlée est diminuée jusqu'à 101,31 Ha.

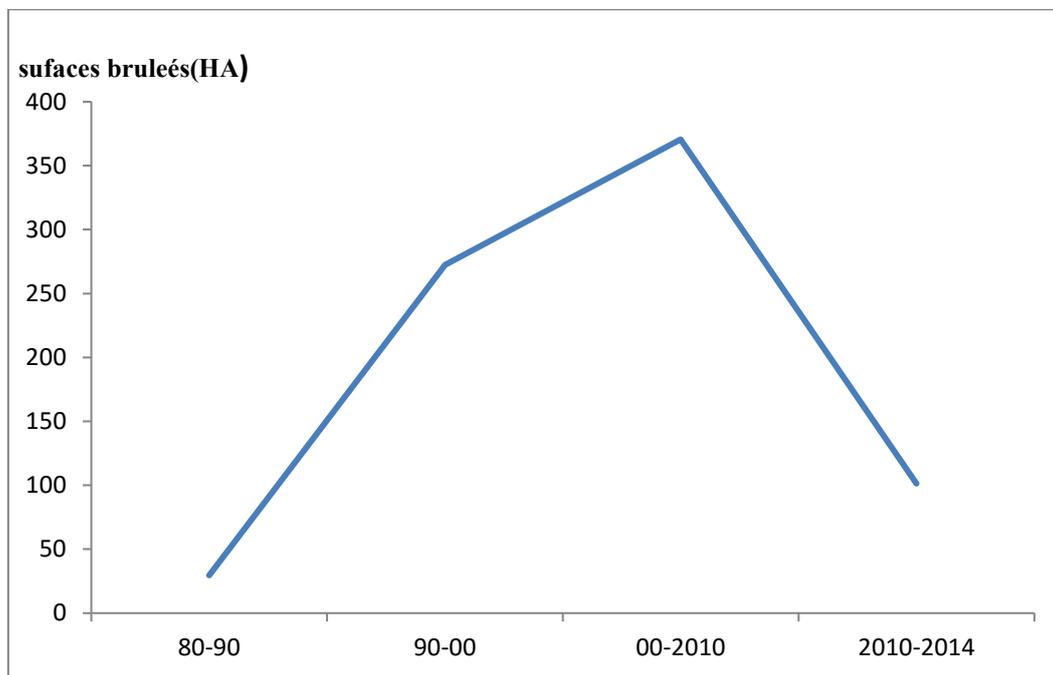


Figure 67 : Evolution de la surface brûlée dans les forêts de la région d'Oum El Bouaghi



Photo 9 : La relation forêt /habitat (Piémont du Dj Guérioun )  
(Photo prise par l'auteure 2014)

### **b. La chenille processionnaire du pin d'Alep**

La chenille processionnaire du pin d'Alep est un ravageur largement distribué dans les parties méridionales de l'Europe, et les pays du bassin méditerranéen. Une chenille adulte mesure de 25 à 30 mm, elle s'alimente, de préférence la nuit, sur des aiguilles de pin d'Alep et provoque une défoliation totale de l'arbre, ce qui affaiblit et la rend moins résistante aux attaques d'autre ennemis, et par conséquent finit par mourir.

Dans la zone d'étude, presque toutes les forêts de pin d'Alep sont touchées par cette maladie (la période entre janvier et février), et malgré toutes les interventions des services forestiers faisant usage des différents traitements et les moyens, la chenille reste active.

### **c. Le défrichage**

Le défrichage s'intègre dans la modification plus vaste des milieux naturels. Les processus de la dégradation de forêt par de défrichage s'organisent historiquement de la façon suivante (Côte .M .1981) (Figure 7)

- L'époque berbère est caractérisée par des aménagements agricoles systématiques sur les piémonts. Ces aménagements supposaient la présence d'un sol et l'existence d'eaux de ruissellement importantes et régulières.

- première grande rupture : La colonisation romaine : les premiers temps romains ne firent que continuer l'agriculture précédente (polyculture). Mais le 1<sup>er</sup> siècle après J-C. introduisait pour les besoins de Rome une monoculture céréalière « minière, les défrichements en plaines, une large destruction des forêts (chauffage des thermes).

- l'ère pastorale a souvent été incriminée dans le processus de dégradation. Les pasteurs qui ont hanté les zones d'étude du 10<sup>e</sup> au 18<sup>e</sup> siècle avaient pour eux un avantage : leur petit nombre la faible charge des parcours a même permis une recolonisation très large par un matorral sur des terres préalablement cultivées.

Ainsi au pied de Dj Guérioun, Sidi Reghiss, Fedjouj, le matorral à la veille de la colonisation reconquis les bas-versant et le haut des glacis qui portent des traces d'aménagements agricole ancien (M Côte 1981).

- Second grande rupture : la période coloniale

C'est dans les 100 dernières années qui s'est produit l'essentiel de la dégradation que nous constatons. La colonisation commençante a été grosse consommatrice de bois (chauffage, construction, locomotives pendant la guerre 1914-1918...). Refoulées par la colonisation, et coincées par la démographie, les populations rurales ont défriché les forêts.

### **-Le période post coloniale et actuelle**

Une grande vague de reboisement a commencé après l'indépendance par l'implantation d'espèces très adaptées aux conditions générales du milieu.

En 1966, alors que l'état reboisait le versant nord du Dj Fedjouj, les habitants abattaient les derniers arbres du versant sud ; en 1974, des charbonnières fumaient encore sur le Dj Guérioun. Ce n'est que près la large diffusion des réchauds et bouteilles de gaz en milieu rurale ou la pression sur le couvert végétal diminué. (Côte. M .1981).

La région d'Oum El Bouaghi à une vocation agro-sylvo-pastorale, et les reliefs des forêts se font en piémont de la montagne, se fait que la pression sur la couverture forestière reste toujours agressive, les incendies et le surpâturage restent d'actualité (CF. OEB 2014)

## II. La dégradation des cultures irriguées : Les périmètres d'irrigation

### II.1. Le périmètre d'irrigation de Fourchi

#### a. Situation ancienne (période coloniale) –indépendance

Le périmètre de Fourchi crée en 1957 qui est doté d'une superficie de près de 574 ha. Les îlots où parcelles ont une superficie de 3 à 4 ha, se situent à cinq kilomètres au sud- Est de la ville d'Aïn-M'lila.

C'est une plaine qui correspond à une zone des dépôts quaternaires. Son altitude est de l'ordre de 800 mètres. Parfaitement plane, elle connaît néanmoins des problèmes de drainage des eaux. Les sols sont hydromorphes et salés par endroits en raison de la présence dans les environs d'affleurements triasiques (6g/L) (DAS OEB 2014), de très faible taux d'argile.

La grande ressource de cette région est l'eau souterraine qui est exploitée à partir de trois puits (débit 20L /s) et deux forages (200L/S et 100L/s) ; L'eau provient d'un forage profond situé à l'ouest de l'aire d'irrigation. La distribution se fait par gravité car le forage est implanté sur un petit promontoire. Son débit est de 120 l/s.

Les canaux d'irrigation à ciel ouvert se composent d'un canal principal en béton d'une longueur de 5,6 kilomètres qui fait le tour du périmètre. Les canaux secondaires, en béton également, sont aussi des canalisations semi-portées d'une longueur de 21 km. Celles-ci quadrillent l'ensemble du périmètre. Le type a été choisi en raison de son coût assez bas puisque la canalisation est une demi-buse. En outre, elle ne stérilise pas beaucoup d'espace et elle permet le passage des animaux (Figures 68, photo 10).

L'irrigation dans la zone permet le développement de nouvelles cultures (les vergers et prairies artificielles). Le périmètre abonde des légumes très variés, mais la culture de la pomme de terre qui est la plus étendue. Deux récoltes dans l'année et les rendements sont élevés. La qualité est excellente (Fremont.A 1962, Côte .M 1988,1996)



Photo 10 : Un ancien canal principal d'irrigation (La plaine de Fourchi)  
(Photo prise par l'auteure 2014)

#### **b. Situation après l'indépendance**

Les terres sont de statut communal, les agriculteurs n'ont jamais été propriétaires de leur exploitation. Ils ont été successivement locataires du temps du S.A.R (secteur d'amélioration rurale) et de l'organisme prédécesseur (1958-1971), coopérateurs durant la révolution agraire (1972-1983), membres de collectif pendant la période de restructuration (1984-1987) et exploitants depuis 1988, durant ces quarante dernières années, il y a eu une succession de statuts fonciers (Cherrad.S 1999)

Cette entité a largement contribué à transformer profondément l'agriculture locale qui est passée de la céréaliculture extensive à une polyculture semi-intensive.

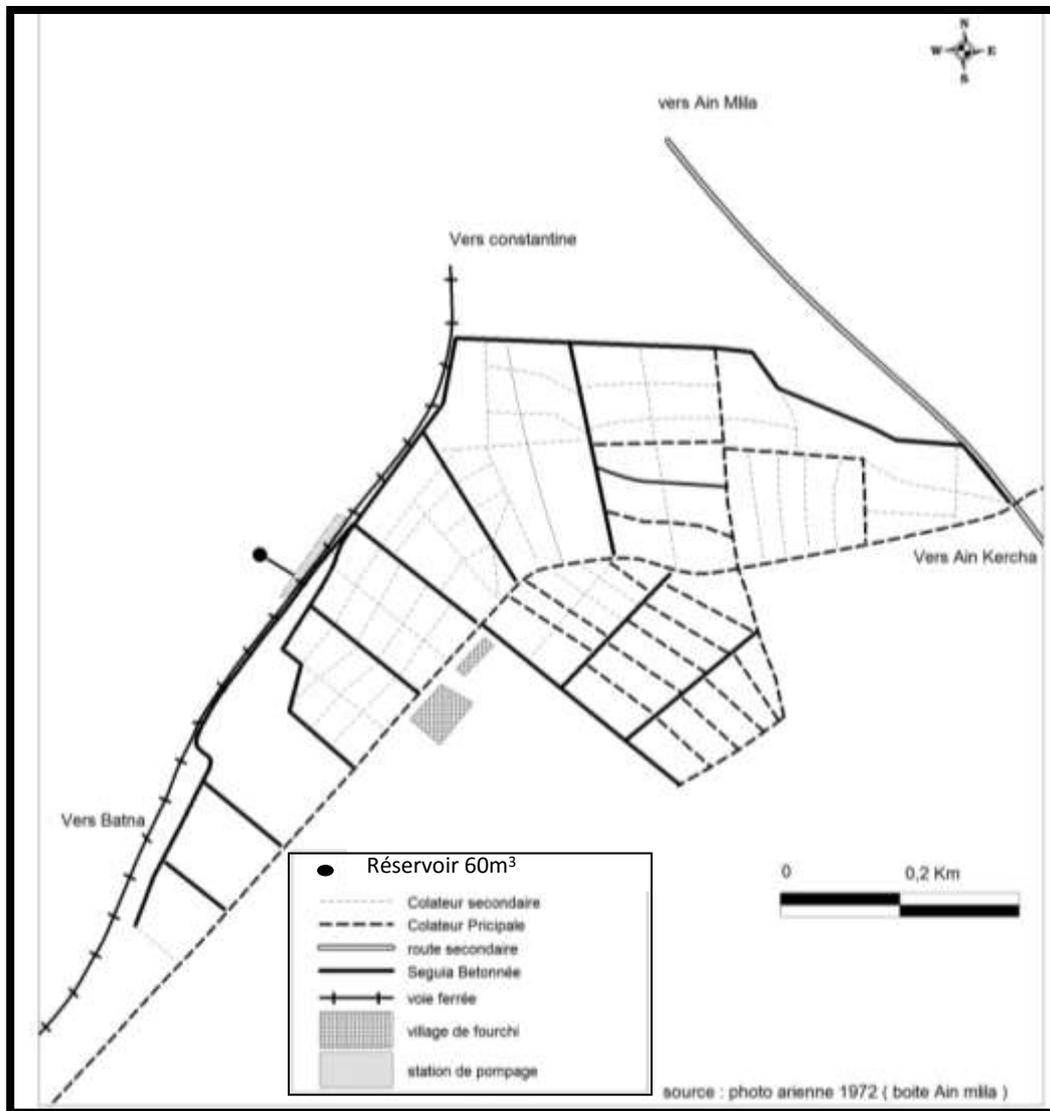


Figure 68 : Le périmètre d'irrigation de Fourchi (Aïn-M'lila de l'année1972)

## II.2. La mise en valeur agricole du périmètre

Cette polyculture se composait des cultures spéculatives (maraîchage, fourrages), de cultures vivrières (céréales) ainsi que de spéculations adaptées au milieu physique (tabac). Ce mouvement correspond certes aux grandes phases qu'a connues l'agriculture du pays.

-1958 à 1962, l'agriculture locale a reposé sur le tabac, les fourrages et la céréaliculture.  
-La période 1963- 1972 (période du S.A.R) a vu la réduction des superficies consacrées au tabac et aux céréales au profit de celles des fourrages et du maraîchage.

-De 1973 à 1985 (période de la révolution agraire). Les céréales et surtout le tabac reviennent en force alors que le maraîchage se maintient et les fourrages déclinent fortement. Et depuis 1987, 011 assiste à une certaine spécialisation de l'aire d'irrigation, le tabac et le maraîchage s'étendent respectivement sur 90 lia et 88 lia soit 39 % et 38 % de la superficie (presque 80 % de la superficie irriguée) alors que les céréales sont limités à 38 lia soit 17 % et surtout les fourrages sont complètement marginalisés avec 14 ha soit 6 % de la superficie.(Cherràd.1999)

La fin de la décennie 1980, on constate la diminution de la superficie irriguée s'est traduite par une baisse du niveau de la production ainsi que celle des rendements. Le rendement du maraîchage atteint péniblement les 50 q/ha, alors que celui des céréales stagne autour de 11 q/ha. Seul le tabac fournit un rendement acceptable avec une moyenne de 12 q/ha. (DAS. OEB 2014)

Actuellement et depuis les années quatre-vingt-dix est à cause de :

- L'instabilité de la nature juridique du foncier.
- L'eau : transformation de la fonction des forages (forage de 100 l/s destiné à l'alimentation de ville d'Aïn-M'lila en l'eau potable, et le deuxième forage est abandonnée).

Les deux paramètres sont les mécanismes générateurs et gestionnaires de l'aire d'irrigation de Fourchi, le périmètre a disparu totalement (Figure 69).

Une polyculture se composait de cultures de fourrages (la luzerne) (Photo 11) très répondu, de cultures de céréales (l'orge (photo 12)), ainsi que de culture adaptées au milieu physique (le tabac).



Photo 11 : La luzerne dans le périmètre de Fourchi(photo prise par l'auteure 2014)



Photo 12 : La culture de l'orge dans le périmètre de Fourchi  
(Photo prise par l'auteure 2014)

La dégradation du périmètre d'irrigation de Fourchi considéré une perte des terres cultivables (la surface agricole utile). Cette diminution s'est traduite par une baisse du niveau de la production ainsi que celle des rendements. La nouvelle situation a obligé les agriculteurs à chercher des nouvelles terres pour assurer la sécurité alimentaire dans les forêts.

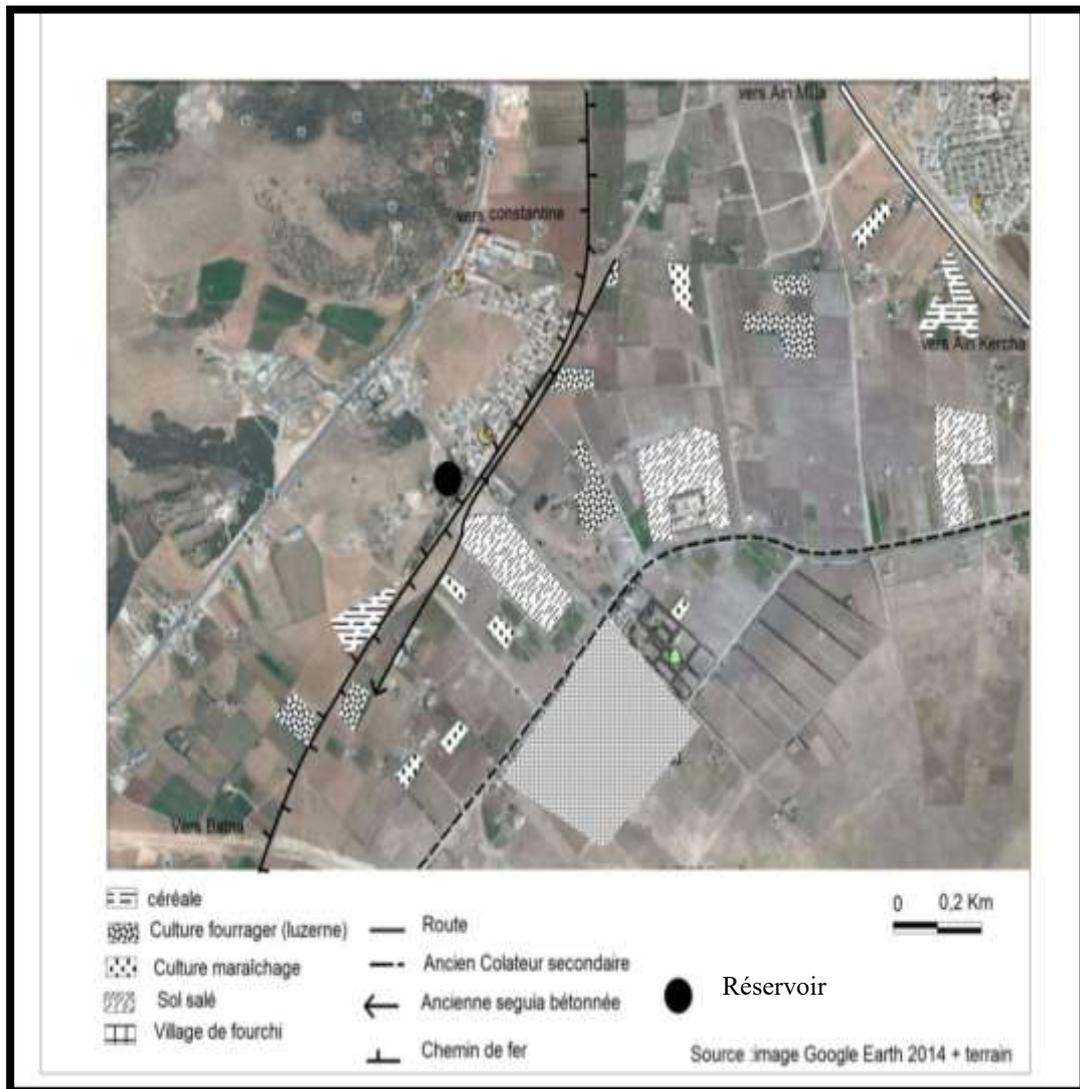


Figure 69: Le périmètre d'irrigation actuel de la plaine de Fourchi (Année 2014)

### III. La Dégradation du sol

La dégradation du sol résulte d'une altération des propriétés chimiques et physiques du sol in situ par différentes causes, la salinisation du sol ou l'érosion hydrique.

L'érosion du sol par le vent ou l'eau sont des processus de dégradations communes dans l'environnement de la zone d'étude, l'érosion hydrique dans la partie nord (écoulement exoréique, (bassin versant Boumerzoug amont présenter par le sous bassin versant d'oued El klab) et la salinisation de sol dans la partie sud (écoulement endoréique (zone de la sebkha et chott).

#### III.1. L'érosion hydrique : bassin versant d'oued El klab( Sigus )

L'érosion des sols est due aux plusieurs facteurs topographique, lithologique, le climat et l'action anthropique

##### III.1.1. Les facteurs d'érosion hydrique

L'érosion est une action exercée par les facteurs climatiques, souvent amplifiée par les facteurs humains. Ainsi, les facteurs qui interviennent dans le fonctionnement érosif du bassin sont :

###### a. Les facteurs passifs : La lithologie et la pente

Les paramètres topographiques sont fondamentaux pour expliquer l'importance des phénomènes érosifs :

- La déclivité de la pente : la pente est un facteur important d'érosion. Le ruissellement et l'érosion commencent sur des pentes fortes, l'érosion augmente avec la pente, également la perméabilité des sols et un acteur déterminant. En effet, si les sols sont absolument imperméables, le ruissellement d'eau sera total et ne dépendra pour une surface de pente donnée que de l'intensité de la pluie.

La lithologie, ce facteur est directement lié à la dynamique des milieux, car ils entrent en action comme facteur essentiel pour expliquer des formes d'érosion, c'est dans cette optique que Notre intérêt s'est porté sur ce facteur. La carte lithologique a été réalisée à partir de la carte géologique du bassin et le terrain puis intégrée dans le SIG.

Quatre faciès ont été retenus en prenant en considération le degré de friabilité. Ainsi on a regroupé les faciès argileux et marneux comme faible, marno-calcaire et marno-conglomérat comme moyennement résistants et le calcaire comme très résistants

**b. Les facteurs actifs :** Le climat (agressivité des pluies), l'occupation des sols, la végétation et l'action anthropique.

D'après l'étude des séries climatiques qui montrent que le climat (pluies) présente un caractère irrégulier dans le temps et l'espace (la moyenne de la pluie est de l'ordre 568,62 mm (station de Constantine)). Ce facteur a été amplifié par l'action anthropique (surpâturage, déboisement ...).

Les formes de l'érosion sont très diversifiées dans le secteur d'étude comme on l'a présenté dans la première partie

- Le ravinement intervient dans les terrains tendres constitués par la marne et argile.
- Les mouvements de masse : les glissements de terrain (en planche) qui se développe sur les rives d'oued El klab, les solifluxions, les loupes de solifluxion et le sapement des berges.

La méthodologie utilisée est basée sur le traitement de plusieurs supports : le traitement des images satellitaire pour réaliser la carte d'occupation des sols au niveau du bassin versant D'oued El klab, des photos aériennes (photo-interprétation à l'échelle 1/20000 à différentes dates) et investigation sur terrain.

Cette analyse multicritères est une méthode qui a pour objectif la manipulation de plusieurs critères sous forme des couches d'information. Et pour la concrétiser, on a suivi les étapes suivantes : (Figures 74,75)

### **III.1.2. La représentation cartographique de la sensibilité**

À partir des cartes géologique, topographique, pédologique, numérisé pour constituer une base de données numériques, on a utilisé le logiciels Arc GIS 9.2

### III.1.2.1. Sensibilité en fonction de pente

Au sujet de la sensibilité des terrains à l'érosion en fonction de l'inclinaison des pentes, quatre classes ont été distinguées. Elles couvrent respectivement :

- 56,7 % du terrain d'étude pour les pentes entre 0 et 5 %
- 12,02 % pour celles entre 5 % et 10 %
- 23,75 % pour celles entre 10 et 20 %
- 7,46 % pour celles supérieures à 20 %

À partir de ces classes, on a classifié la sensibilité des terrains à l'érosion comme suivant (Tableau 16) (Figure 70) :

Les classes de pente	Les classes de sensibilité	Pourcentage %
0 et 5 %	Faible sensibilité	56,7
5 % et 10 %	Moyenne sensibilité	12,02
10 et 20 %	Forte sensibilité	31,21
supérieures à 20 %.		

Tableau 16: Sensibilité à l'érosion en fonction de pente

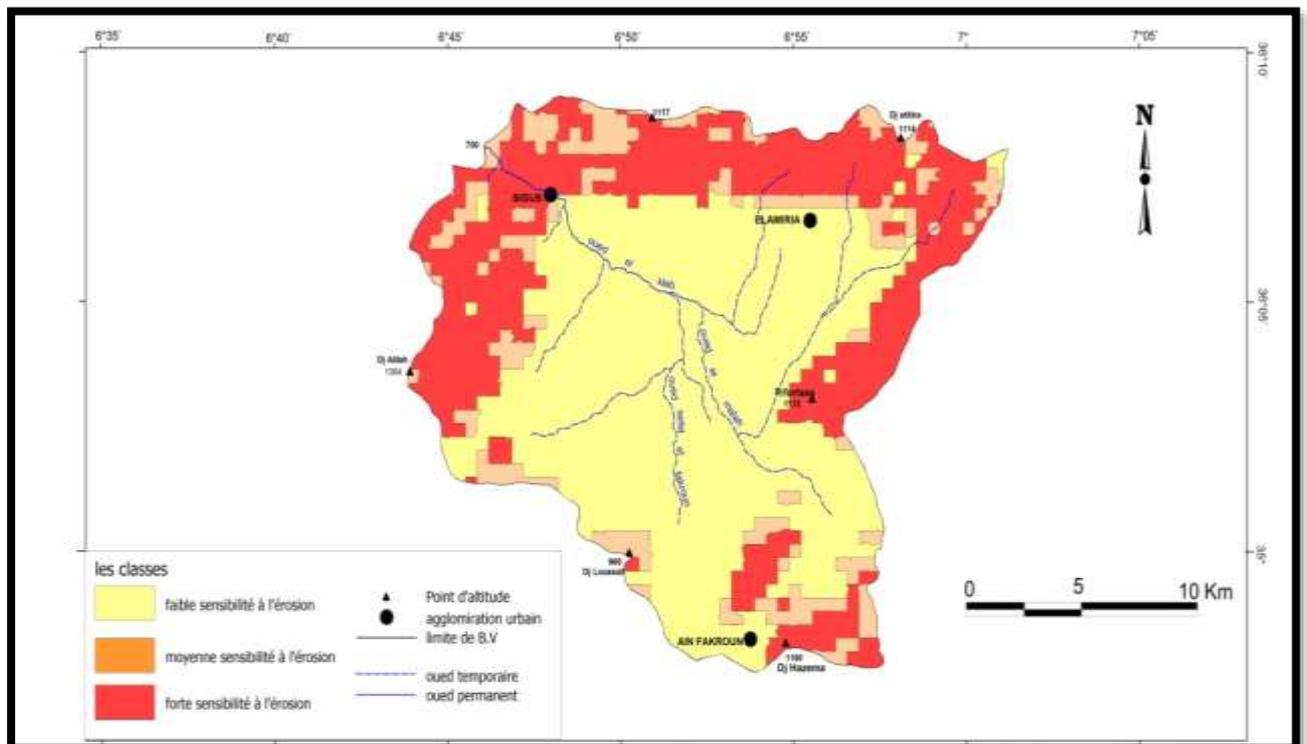


Figure 70: Sensibilité à l'érosion à partir des pentes

### III.1.2. 2.Sensibilité en fonction de lithologie

À partir de la formation lithologique on a classé la sensibilité des terrains à l'érosion comme suivant (Tableau 17) (Figure 71)

Les formations lithologiques	Les classes de sensibilité	Pourcentage %
Argile, marne, gypse et formation quaternaire (alluvions, glacis, terrasse)	Forte sensibilité	28,06
marno-calcaire et marno-conglomérat	Moyenne sensibilité	8,55
Calcaire, croute calcaire	Faible sensibilité	63,37

Tableau 17 : Sensibilité à l'érosion en fonction de lithologie

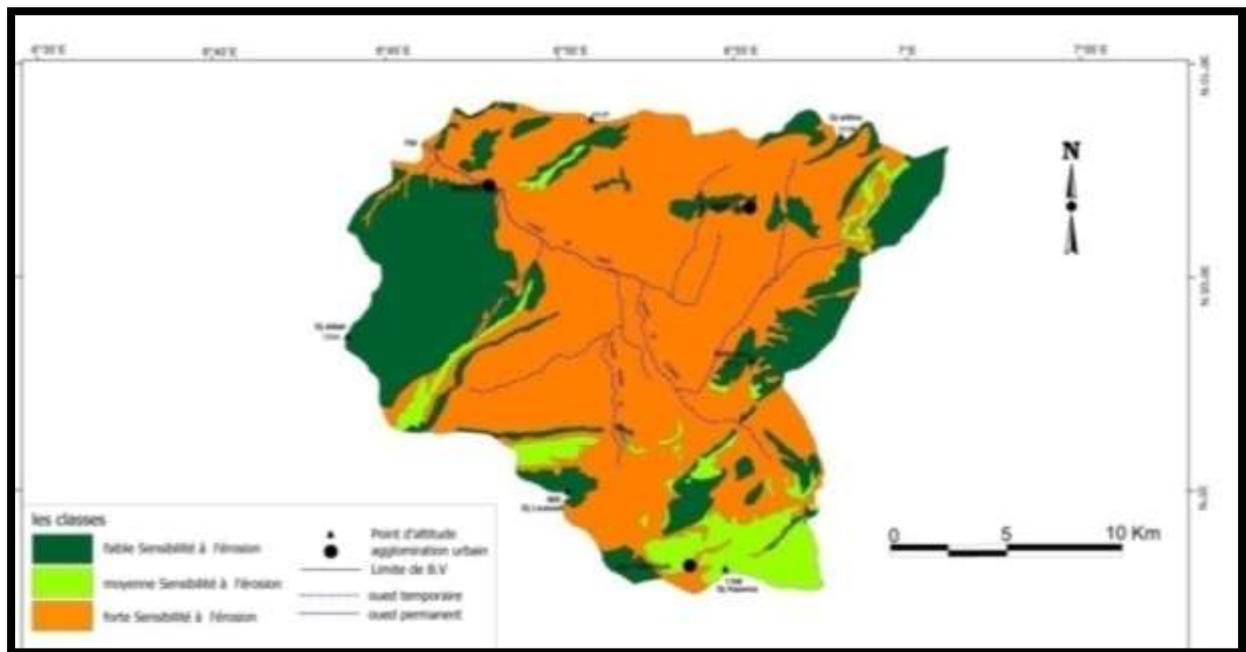


Figure 71: Sensibilité à l'érosion à partir de la lithologie

### III.1.2.2. Sensibilité en fonction de densité de drainage

Au sujet de la sensibilité des terrains à l'érosion en fonction de la densité de drainage, quatre classes ont été distinguées. Elles couvrent respectivement :

- 18,11 % du terrain d'étude pour Dd entre 0 et 1km/km<sup>2</sup>.
- 15,32% pour celles entre 1et 2 km/km<sup>2</sup>.
- 33,79% pour celles entre 2et 3 km/km<sup>2</sup>.
- 32,49% pour celles à supérieur 3 km/km<sup>2</sup>.

À partir de ces classes on a catégorisé la sensibilité des terrains à l'érosion comme suivant (Tableau 18) (Figure 72) :

Les classes de Dd	Les classes de sensibilité	Pourcentage %
0 et 1km/km <sup>2</sup>	Faible sensibilité	18,11%
1et 2 km/km <sup>2</sup>	Moyenne sensibilité	49,11%
2et 3 km/km <sup>2</sup>		
supérieur 3 km/km <sup>2</sup>	Forte sensibilité	32,49%

Tableau18: Sensibilité à l'érosion en fonction de densité de drainage

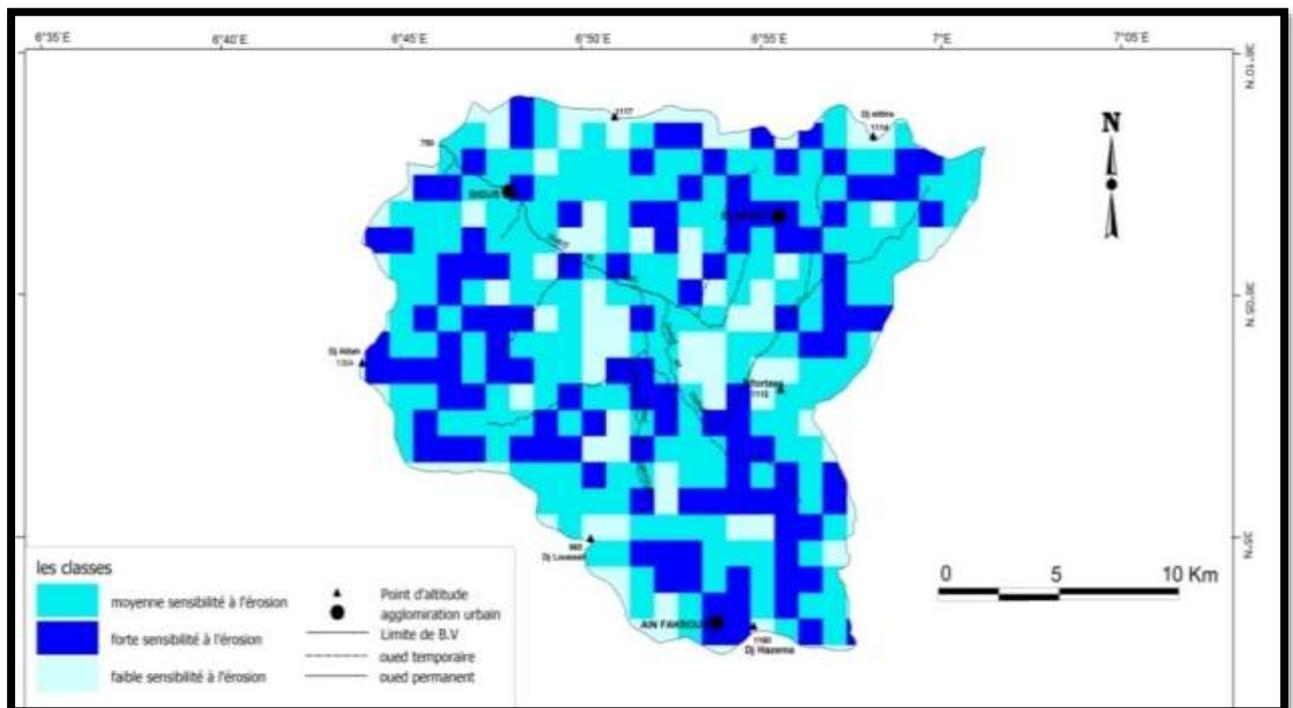


Figure 72: Sensibilité à l'érosion à partir de densité de drainage

### III.1.2. 4. L'occupation du sol : Sensibilité en fonction de L'occupation du sol

A partir de la catégorie l'occupation du selon a classé la sensibilité des terrains à l'érosion comme suivant : (Tableau 19) (Figure 73)

Les classes d'occupation du sol	Les classes de sensibilité	Pourcentage %
viles et terrains rocheuse	Faible sensibilité	28,6
Forêts	Moyenne sensibilité	38,96
Agriculture (Culture maraîcher et céréale)		
Terrain nus	Forte sensibilité	32,44

Tableau 19: Sensibilité à l'érosion en fonction de l'occupation du sol

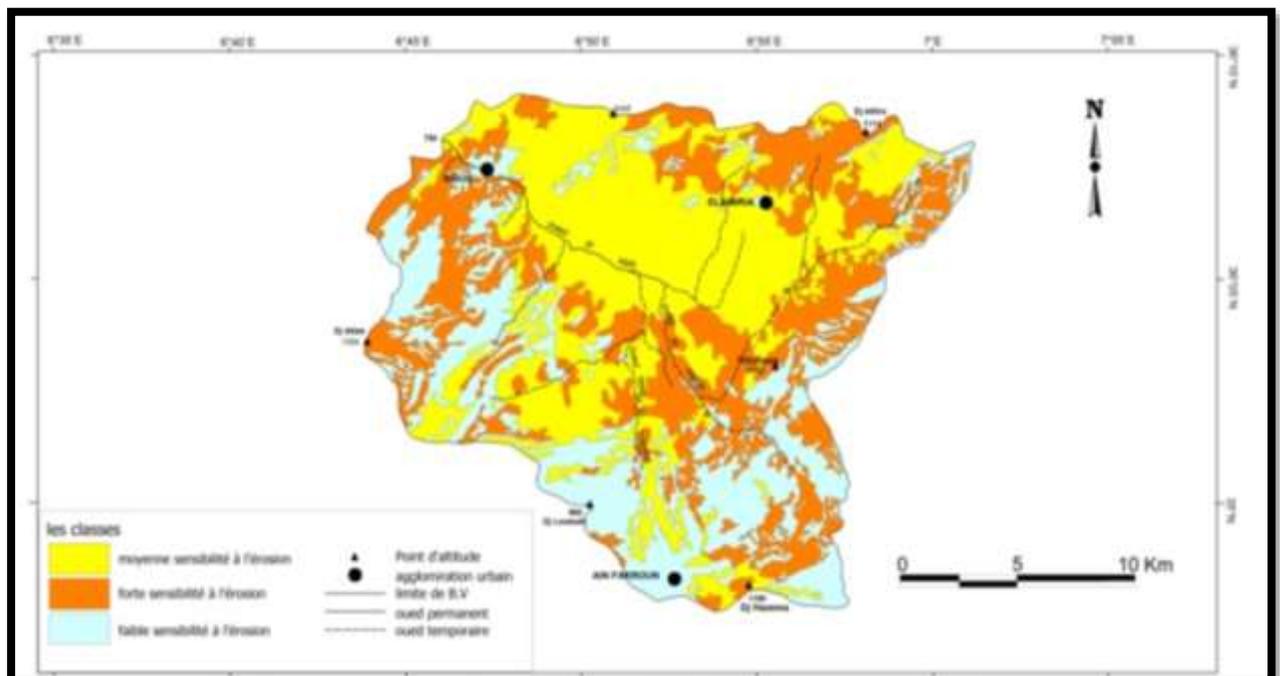


Figure 73: Sensibilité à l'érosion à partir d'occupation du sol

### III.1.3. La sensibilité multifactorielle à l'érosion

La carte de la sensibilité à l'érosion hydrique a été établie selon les étapes suivantes :

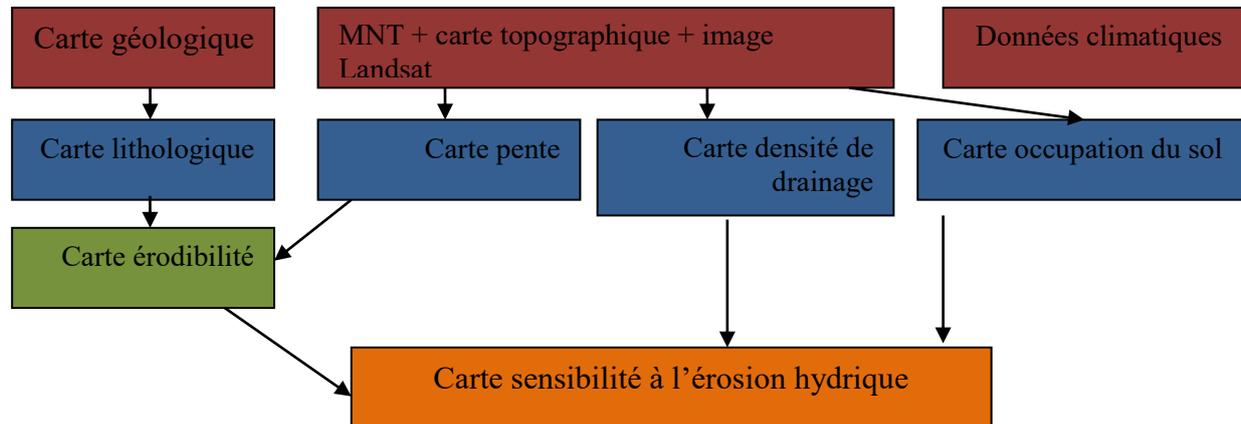


Figure 74 : Organigramme méthodologique de la cartographie de la sensibilité à l'érosion hydrique

La combinaison des facteurs d'érosion précédentes a permis d'identifier les différentes classes de sensibilité réparties de la façon suivantes : (Figure 75)

- Les zones à faible sensibilité à l'érosion hydrique concernent 28,81 % de la zone étudiée. (Surface 102,47km<sup>2</sup>), cette classe associe majoritairement les zones de : forêt, les villes et terrains rocheux
- Les zones de moyenne sensibilité à l'érosion hydrique couvrent 28.99 % de la zone étudiée (surface 103,11km<sup>2</sup>). Essentiellement sur des terrains avec une pente de 5 à 10 % et la couverture végétale céréale.
- Les zones de forte sensibilité à l'érosion hydrique représentent 42,19 % de l'espace étudié. (Surface 150,06 km<sup>2</sup>). Elles sont présentes dans la majorité de la zone étudiée, surtout dans La zone de Taxa, et au nord du bassin (les formations argileux et marneux)

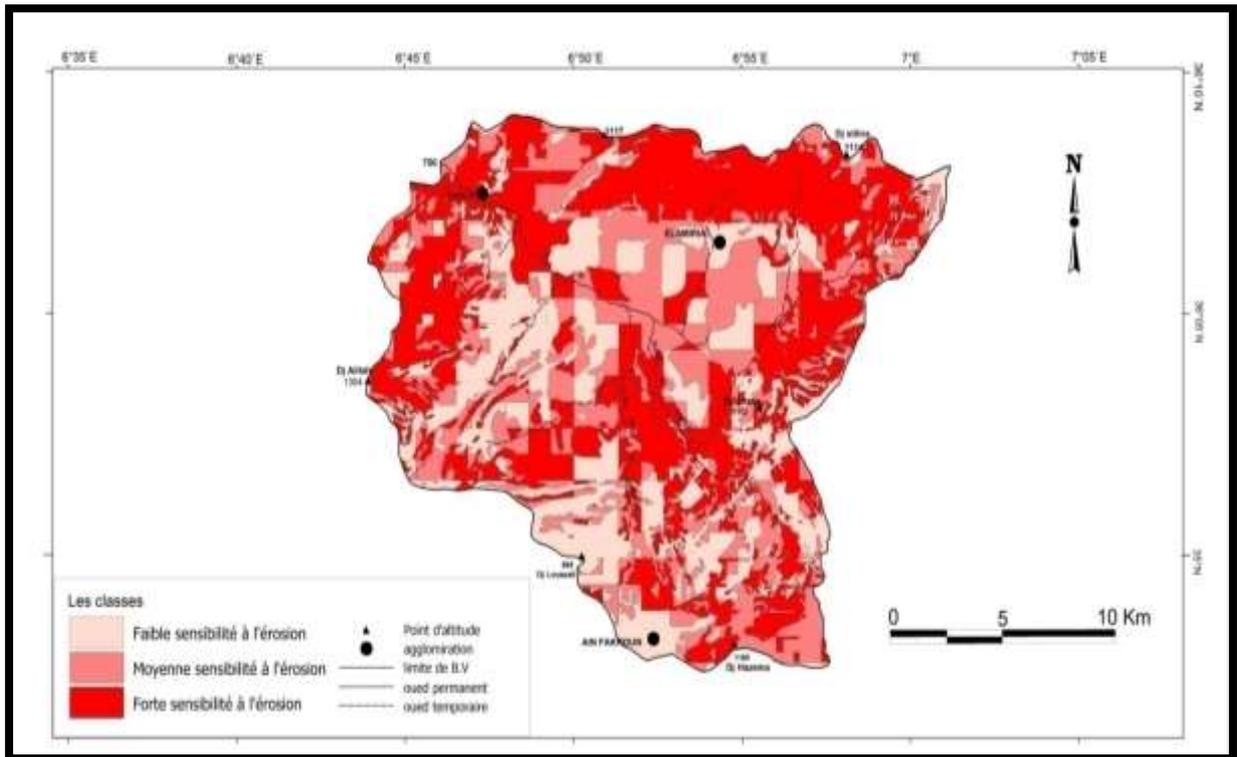


Figure 75: La sensibilisation à l'érosion hydrique dans le bassin versant d'oued El klab

### III.1.4. La quantification de l'érosion hydrique évaluée par les différentes méthodes

À cause de manque des mesures sur la dégradation spécifique au niveau de la station d'El Khroub on va la quantifier par les différentes méthodes théoriques telles que :

- Fournier
- Tixeront
- Tixeront /Sogreah Fournier

#### III.1.4.1. La méthode de Fournier

$$DS = 91,78C - 723,62 \quad \left\{ \begin{array}{l} C : \text{facteur de Fournier } P^2 / P \end{array} \right.$$

Les variantes	Station référentielle	Précipitation annuelle (mm)	P <sup>2</sup> /P	Lame d'eau ruisselée	Dégradation spécifique (Tan/km <sup>2</sup> /ans) en 2005	Dégradation spécifique (Tan/km <sup>2</sup> /ans) En 2014
Sous bassin						
Oued El Kleb	Aïn-Fakroun	382,26	31,77	39,20	2183,23	2567,18
Oued El Mellah	Fourchi	430,15	21,44	14,90	1235,14	1467,49

Source : Boussata.S 2005+Ramoul.S

Tableau 20 : La quantification d'érosion selon la méthode de Fournier

À partir du tableau 20 la dégradation spécifique atteinte pour les deux sous bassin d'oued Kleb et oued El Mellah respectivement : 2183,23 ; 1235,14 tan/km<sup>2</sup>/ans en 2005 et 2567,18 ; 1467,49tan/km<sup>2</sup>/ans en 2014.

### III.1.4.2. La méthode de Tixeront 1960

$$DS = 92 R^{0,21} \quad (R \text{ mm /an}) \quad \text{Lame d'eau ruisselée} = 720 (Pa - Po/1000)^{1,85}$$

Pa = moyenne annuel de la pluie  
 Po : 250mm 1600 < Pa < 316  
 150mm 1000 < Pa < 150

Les variantes	Station référentielle	Précipitation annuelle (mm)	Lame d'eau ruisselée (mm)	La dégradation spécifique (tan/km <sup>2</sup> /ans) en 2005	La dégradation spécifique (tan/km <sup>2</sup> /ans) en 2014
Sous bassins					
Oued El Kleb	Aïn-Fakroun	457,67	39,20	198,78	250,34
Oued El Mellah	Fourchi	372,93	14,90	162,24	189,45

Source : Boussata.S 2005+Ramoul

Tableau 21: La quantification d'érosion selon la méthode de Tixeront

La valeur du DS à partir de la méthode de Tixeront 1960 ; pour les deux sous bassin d'oued Kleb et oued El Mellah respectivement : 198,78 ; 162,24 tan/km<sup>2</sup>/ans en 2005, et 250,34 ; 189,45 tan/km<sup>2</sup>/ans en 2014.

## IV.1.4.3. La quantification d'érosion selon la méthode de Tixeront/ Sogreah 1969

Nature de perméabilité	Formule
Imperméabilité forte	$A = 8,5R^{0,15}$
Imperméabilité moyenne à forte	$A = 75R^{0,15}$
Imperméabilité faible à moyenne	$A = 350R^{0,15}$
Imperméabilité faible	$A = 1400R^{0,15}$
Imperméabilité nue	$A = 3200R^{0,15}$

Source : Boussata.S :2005

Tableau 22 : L'infiltration selon O.R.S.T.O.M

Selon le tableau 22 la zone d'étude est classée parmi les bassins de perméabilité moyenne à forte :  $A = 75R^{0,15}$ , et les résultats sont comme suite :

Les variantes	Perméabilité	Formule	Lame d'eau ruisselée (mm)	Dégradation spécifique tan/km <sup>2</sup> /ans	La dégradation spécifique (tan/km <sup>2</sup> /ans) en 2014
Sous bassins					
Oued Kleb	Moyenne à forte	$A = 75R^{0,15}$	39,20	130,03	145,06
Oued El Mellah	Forte	$A = 8,5R^{0,15}$	14,90	12,75	16,59

Source : Boussata.S 2005+Ramoul

Tableau 23 : La quantification d'érosion selon la méthode de Tixeront/ Sogreah 1969

La méthode de Tixeront est la plus proche de la réalité, donc on peut dire que l'érosion spécifique est importante dans le bassin d'oued El klab (130,03 tan/km<sup>2</sup>/ans en 2005 et 145,06 en 2014), ils concernent la partie septentrionale du bassin entre Sigus et Ain El Bordj. La structure synclinale de Taxa renferme des zones très sensibles à l'érosion, ceci implique que les retenues récentes sur l'oued Kranga risquent d'envaser à moyen terme, si ces zones ne sont pas protégées.

Le danger d'érosion dans le sous- bassin d'oued El Mellah représente une proportion moins importante.

### III.2. La salinisation du sol : changement de type d'activité agricole

La salinisation, processus par lequel les sols deviennent salés, correspond à l'accumulation de sels très solubles dans le sol, qui a pour conséquence une baisse de la fertilité des sols.

Les problèmes de sol salé et d'irrigation avec des eaux salées ne sont pas spécifiques d'une région particulière du monde. Ils sont connus en Europe [Russie, Hongrie] aussi bien qu'en zone aride. Cependant, ce problème est particulièrement répandu en zone aride et semi-aride, et il a été étudié surtout dans ces régions. On estime qu'un tiers des douze millions d'hectares de terres irriguées du monde est affecté par les problèmes de salinité (A.lallemand.B 1980). Près de 33% des terres arables dans le monde sont affectées par la salinité, soit 7% de la surface terrestre (Gupta et Abrol, 1990).

En Algérie, les sols agricoles sont dans leur majorité affectés par le problème de salinisation ou susceptibles d'être touchés (Halitim A., 1988, Durand, 1958). Les sols salins sont très répandus dans les basses plaines de l'Oranie, dans la vallée de Mina près de Relizane, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains Chotts. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu' À Touggourt, Ouargla et au –delà (Durand, 1958).

Dans la zone d'étude ce problème est posé dans la plaine d' Aïn-M'lila et dans les zones limitrophe de sebkha et chott.

#### III.2.1. Les sols du périmètre d'irrigation de Fourchi dans la plaine d'Aïn-M'lila

Les sols du périmètre d'irrigation sont hydromorphes et salés par endroits en raison de la présence d'affleurements triasiques, ils connaissent néanmoins des problèmes de drainage des eaux. L'exploitation ancienne de ce périmètre est basé sur le lessivage du sol salé, par le système de drainage, mais après la disparition de ce système, les agriculteurs locaux irriguent leurs terres par des eaux de puits (des puits illicites non contrôlée), et des eaux d'irrigation de qualité médiocre .Ainsi que l'utilisation de l'eau saumâtre de la nappe phréatique proche de la surface : l'eau charger du (NO<sup>+</sup>), et le lessivage insuffisant ou absent, ce qui a augmenté la salinisation du sol , 30 % des terrains du périmètre sont des sols passés de la salinisation primaire ou naturelle à salinisation secondaire (enquête personnelle 2014, DAS Ain M'lila 2014) .Cette situation a favorisé certaines cultures épisodiques, telle que l'orge et le tabac (Photo 13).



Photo 13 : Sol salé dans le périmètre d'irrigation de Fourchi  
(Photo prise par l'auteure 2014)

#### IV. La surexploitation des eaux souterraines dans la plaine d'Ouled Sellem

À cause de la surexploitation anarchique des eaux souterraines, la partie Nord-ouest de la zone d'étude située dans la plaine d'Ouled Sellem (les communes de Souk-Naâmane et Bir El Chouhada) est classée comme une zone rouge (DHW 2001) (Figure 76).

A partir de 2001 aucune autorisation n'est accordée pour la réalisation d'un puits ou d'un forage suivant les coordonnées suivantes (l'annexe).

	X	Y
P1	6° 18' 54.3"	35° 55' 18.5"
P2	6° 29' 19.2"	35° 50' 52.7"

Source : DHW, ADE OEB 2014

Tableau 24: Les coordonnées de la zone rouge

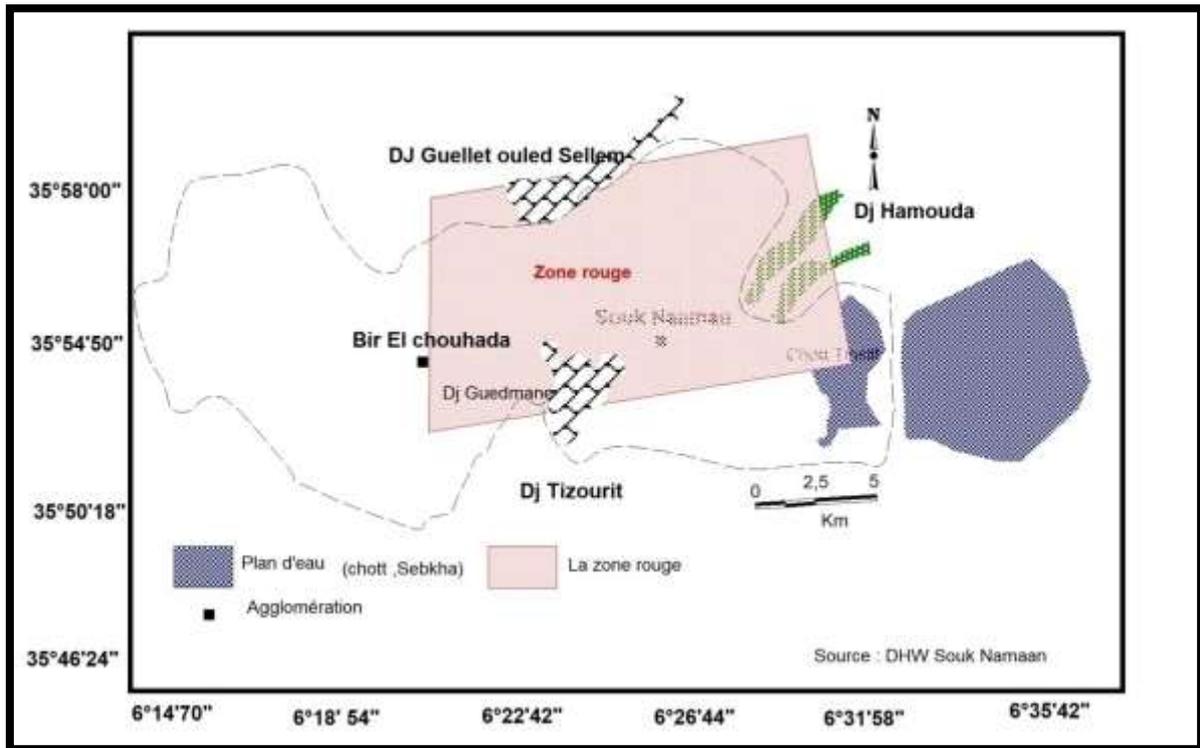


Figure 76: La localisation de la zone rouge dans la plaine d'Ouled Sellem

#### IV.1. Les points d'eau et leur qualité

La plaine d'Ouled Sellem englobe 807 points d'eau (repartie entre Souk-Naâmane et Bir El Chouhada) qui peuvent être classés comme suite (Zair N 2009, DHW, ADE Souk-Naâmane):

- 83 forages profonds : destinés à l'alimentation d'AEP avec un potentiel  $4,10\text{hm}^3/\text{an}$ , et des forages destinés à l'irrigation avec un potentiel  $8,51\text{hm}^3/\text{an}$ .
- 30 puits asséchés
- 134 puits abandonnés
- 553 puits de grand diamètre : un potentiel entre  $5,18$  et  $7,14\text{hm}^3/\text{an}$ . (ADE Souk-Naâmane 2014)
- 07 puits forés (sans comptées les puits illicites) (Figure 77)

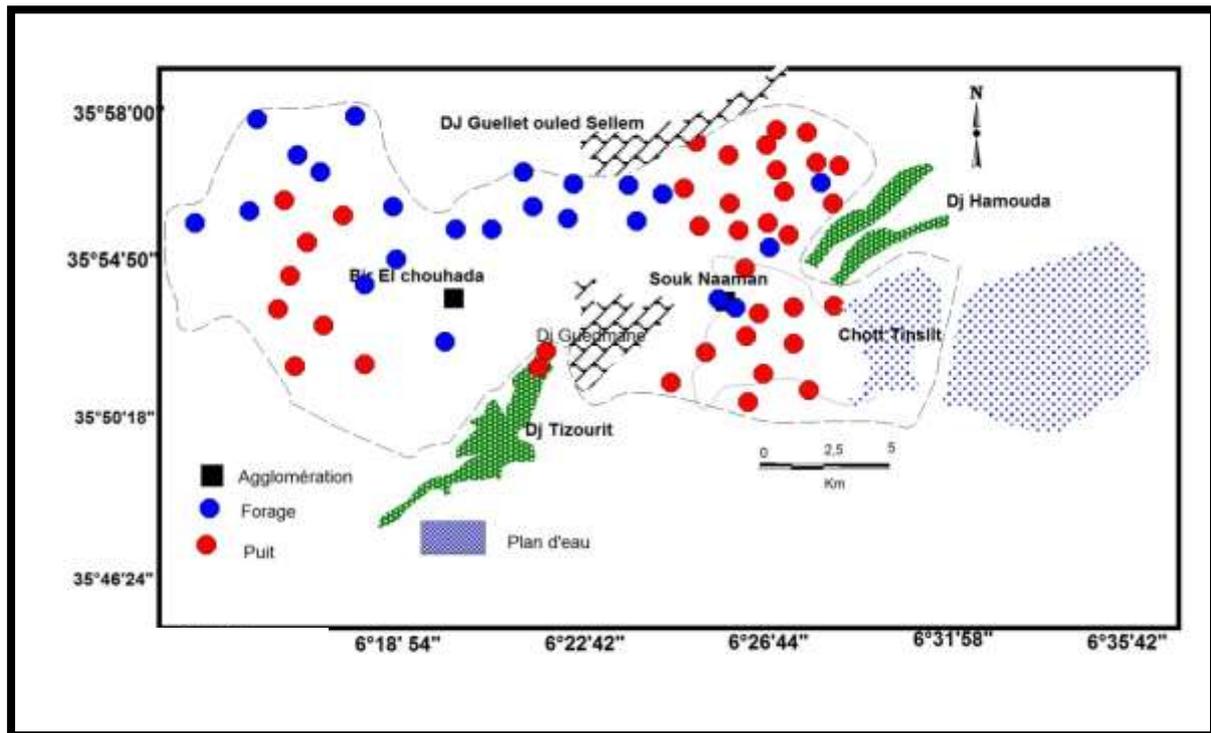


Figure 77 : Les points d'eau dans la plaine d'Ouled Sellem

## IV.2. La qualité des eaux

Les ressources en eau souterraine dans la plaine ont nettement régressé en raison de la baisse du niveau piézométrique et de l'augmentation de la salinité, Tableau 25

Les valeurs de la conductivité et  $\text{NO}_3^-$  permettent de se faire une idée sur la qualité de l'eau souterraine dans la région. Ces valeurs font état d'une salinité élevée.

Commune	Point de prélèvement (Eaux Brute)	pH	Cond ( $\mu\text{S/cm}$ )	Turb (NTU)	TH ( $^\circ\text{F}$ )	TAC ( $^\circ\text{F}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ mg/l	$\text{SO}_4^{2-}$ mg/l	$\text{NO}_3^-$ mg/l	$\text{NO}_2^-$ mg/l	$\text{NH}_4^+$ mg/l	$\text{PO}_4^{3-}$ mg/l
E8	6,85	<u>2300</u>	0,10	76	52	188	152	<u>32</u>	<0,01	0,03	<0,01	
K18	7,10	<u>3480</u>	0,30	73	38	128	205	<u>23</u>	<0,01	0,06	<0,01	
FT2 bis	7,16	<u>2060</u>	0,20	76	26	180	123	<u>45</u>	<0,01	0,05	<0,01	

Source : ADE CENTRE AIN M'lila 2013

Tableau 25 : Résultats d'analyse Physico-chimique des forages (eaux souterraines)

### IV.3. Les conséquences de la surexploitation des eaux souterraines

#### a. Sur le plan agricole

La plaine d'Oued Sallem a changé le type d'activité agricole des céréales vers les cultures commerciales résistant à la salinité des sols tels que le tabac et la luzerne.

#### IV.3. La production du tabac au niveau de la commune

Année	Superficies (Ha)	Rendement Qx/ha	production QX
2008-2009	580	16	8000
2009-2010	500	17	8500
2010-2011	700	14	9800
2011-2012	620	11	6820
2012-2013	700	15	1050
2013-2014	850	14	11900
2014-2015	850	15	12750

Source : DSA Souk-Naâmane2016

Tableau 26 : La production du tabac à la commune de Souk-Naâmane

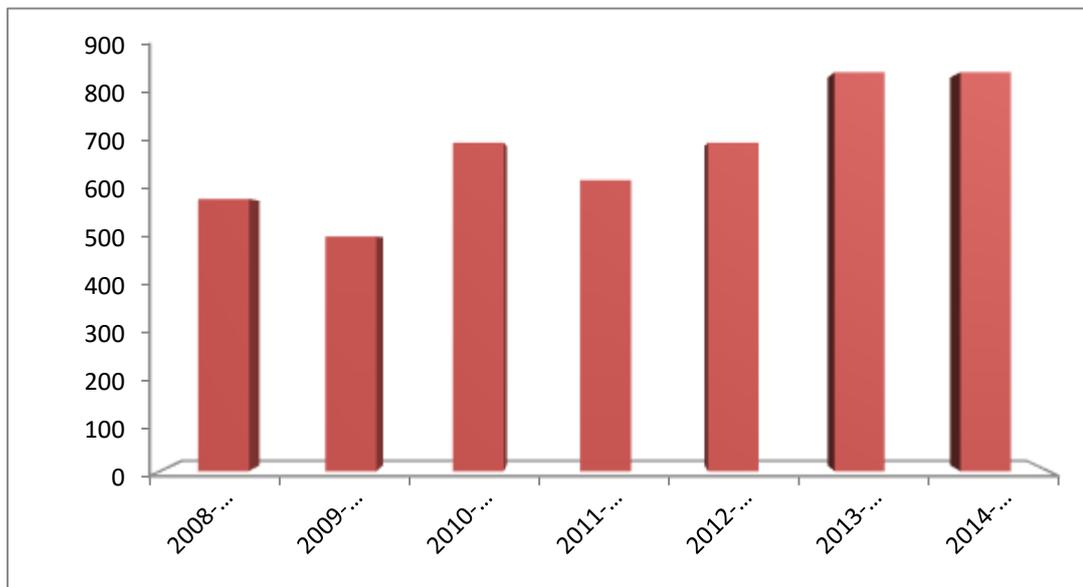


Figure 78 : L'évolution de la superficie de tabac à la commune de Souk-Naâmane

A partir du tableau 26 et la Figure 78, on distingue l'augmentation de la surface cultivée du tabac et la production,

Un indice de :

- L'importance du tabac pour l'économie de la région (prix de Q = 35000 DA)
- La dégradation du sol (La salinisation du sol)
- La salinisation des eaux souterraines.

#### **b. Sur le plan écologique : l'écosystème des zones humides : chott Tinsilt**

La région d'étude comprend une grande zone humide : chott Tinsilt. Cette zone est classée suivant la convention de RAMSAR depuis 2004.

La surexploitation des eaux souterraines et le changement climatique (la sécheresse) ont provoqué une perturbation dans les nappes souterraines, par la baisse du niveau piézométrique et de l'augmentation de la salinité.

Cette surexploitation est sans arrêt ce qui entraîne un assèchement du chott et rend la zone non favorable à la vie pour les oiseaux migrateurs ce qui risque de perturber la biodiversité et déclasser cette zone. (Houhamdi.et al 2008)

### **Conclusion du chapitre**

L'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi a subi plusieurs contraintes de diverses origines qui posent des pressions de plus en plus fortes, en plus des agents naturels, L'intervention de l'homme a fait subir à la zone d'étude des changements dans les caractères de l'espace et induit des formes de dégradation plus ou moins considérables.

Cette dégradation se manifeste de la manière suivante :

- ✓ **La dégradation de couvert végétal** : les unités forestières naturelles ou reboisées sont en état de dégradation à cause des incendies, les maladies et le défrichement.
- ✓ **La dégradation du sol** par :
  - L'érosion hydrique** : dans le bassin versant d'oued El klab.

La zone de Sigus est classée à forte sensibilité à l'érosion hydrique représentant 42,19 % de la surface du bassin versant. La dégradation spécifique est de 130,03tan/km<sup>2</sup>/ans.

- **La salinisation du sol** : dans les périmètres irrigués (périmètre de Fourchi dans la plaine d'Aïn-M'lila) et dans les zones limitrophes de chott et sebkha.

- ✓ **La surexploitation des nappes souterraine :** la plaine d'Ouled Sellem est classée comme une zone rouge (aucune autorisation délivrée pour la réalisation d'un puits ou d'un forage), les ressources souterraines ont nettement régressé en raison de la baisse du niveau piézométrique et de l'augmentation de la salinité.  
Les agriculteurs de la zone ont orienté leur vocation vers les cultures commerciales résistantes à la salinité des sols telles que le tabac et la luzerne.
- ✓ **La perturbation** de la biodiversité des zones humides représente un risque de déclasser certaines zones.

CHAPITRE 4

LES FACTEURS ASSOCIES A LA DEGRADATION  
DE L'ENVIRONNEMENT

## Introduction

La dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi s'enracinée loin dans le passé, elle s'est manifestée par cascades à partir de l'époque ancienne

(Les numides, les romaines...) jusqu'à l'heure actuelle.

Le milieu naturel connaît un changement de ses composantes : naturellement (système morphogénique naturel) et sous l'influence humaine.

Les processus de la dégradation s'organisent selon les facteurs suivants :

- Des facteurs historiques, politiques et institutionnels et socio- économiques.

## I. La dégradation sous l'influence de l'homme

### I.1. Les facteurs historiques

#### I.1.1. Aperçu historique

L'histoire de la région d'Oum El Bouaghi plonge dans l<sup>ère</sup> préhistorique à environ 8 000 avant Jésus-Christ. Des vestiges attestent de la présence de troglodytes vivant de chasse et de cueillette (Ibn-Khaldoun , JULIEN C.A., (1951), Djender M.1981 , Monographie de la wilaya OEB 2014,)

#### a) L'époque Numide

Partie intégrante du Royaume de Numide, jusqu'à la veille de la période punique, l'évolution de l'économie met en évidence un système agraire dominé par la culture de l'olivier faisant de Guediovala (Ksar Sbahi) et Makomades (Oum El Bouaghi) des centres d'échanges commerciaux importants. (Berthier a 1981, Monographie de la wilaya OEB 2014)

#### b) L'époque romaine

Les invasions répétées ont mis la Numidie sous le commandement de l'Empire romaine. L'agriculture céréalière est ainsi devenue la principale ressource des habitants de la région qui s'est érigée en grenier que Rome utilisait pour pérenniser sa prospérité économique.

La présence romaine est marquée par la fondation des villes et villages : comme Sigus, Sila Ksar Sbahi....) (.Photo14) ( JAUBERT. H 1910, JULIEN C.A 1951)

Cette occupation s'est traduite par une pression très accrue sur les formations forestières comme le soulignait M. Côte 1981 (Figure 7)



Photo 14 : Site archéologique dans la zone de Sigus (Photo prise par l'auteure 2014)

### **c) L'invasion vandale**

Sous la domination des vandales entre 593 et 430 avant Jésus-Christ, l'économie locale s'est désintégrée et les centres d'échanges ont été désorganisés. (Courtois.Ch1955, Monographie de la wilaya OEB 2014)

### **d) L'invasion byzantine**

Quant à la domination Byzantine de 701 à 523 avant Jésus-Christ, celle-ci s'est accompagnée surtout d'un accaparement des meilleures terres obligeant les autochtones à se réfugier dans les montagnes. (JULIEN C.A., 1951, monographie de la wilaya OEB 2014)

### **e) L'invasion Arabe**

La pénétration musulmane dans la région a rencontré une forte résistance menée par Tidia dite "El Kahina" qui a repoussé les armées d'Hassan Ibn Noûman dans la vallée de Meskiana et fait prisonnier Khaled Ibn Yazid. Après la mort de Tidia à Oued Nini en 708, les Amazighs ont embrassé l'Islam et participé activement à la conquête de l'Andalousie.

Aux Omeyyades en l'an 750 a succédé la Dynastie Aghlabide qui a instauré un essor économique et une stabilité sociale, jusqu'à l'arrivée de Fatimides en 1029. Mais avec l'arrivée des Beni Hilal, la désorganisation de l'économie et de la société a été totale et la région sombra dans le chaos et la misère. (Ibn-Khaldoun). (Monographie de la wilaya OEB 2014)

Mais le plus grave encore fut l'apport des mœurs pastorales. Avant leur arrivée il semble que les Berbères sédentaires et nomades avaient réussi tant bien que mal à se répartir les terres qu'il leur fallait. La venue des Hilaliens remit en cause cette harmonie des deux genres de vie qu'exigent le climat et le relief du Maghreb. Avec eux le nomadisme se fait envahissant, arrachant à la culture des céréales ou des vergers des terres qui étaient faites pour elles; ruinant par asphyxie villages et villes secondaires (Julien 1951).

Ce n'est qu'en 1160, sous le règne des Almohades que la région a retrouvé sa stabilité dans le cadre de la réunification du Maghreb, léguant à la mémoire des peuples la résistance légendaire de **Massinissa** et de **Jugurtha**.

L'Empire Ottoman n'a laissé pratiquement aucune trace dans cette région. (Monographie de la wilaya OEB 2014)

## **f) la colonisation française**

### **- Avant la Guerre**

La colonisation française, qui n'a réussi à occuper la région qu'en 1842, elle a été confrontée à une farouche résistance des populations locales durant toute la période d'occupation

La région d'Oum El Bouaghi est naturellement une région de passage entre le Tell au nord et la zone de Sahara au sud.

Pendant cette période, ces plaines de passage ont été occupées par les Chaouia les plus anciennes installations dans la région Le \* Henchir Iatach \* le pays de la soif (Fremont A. 1962), installée en bordure des principaux massifs montagneux ou même dans les plaines, les nomades arabes qui se déplaçaient entre le sud et Tell et les colons français pendant un demi-siècle.

Entre 1900 – 1914 : une pression démographique (Fremont. A 1962,1981, Côte. M 1980). est causée par l'implantation des colons français, quelque villages furent créés et développés dans la partie des plaines : Aïn-Fakroun , Aïn-Kercha , Aïn-M'lila , Oulad Hamla , Sigus ,.... Leur localisation est très significative de leurs deux principaux soucis : la

recherche les bonnes conditions agricole et la proximité des vois de communication (la route Batna – Constantine). Cette implantation transforme complètement la vie de la région grâce à des techniques nouvelles.

Les colons purent développer des exploitations agricoles rentables dans la partie moyenne des plaines entre les premières pentes et les sols salés des lacs. Là sur les alluvions les plus meubles et les plus humides grâce à l'irrigation ou au Dry Farming, ils ont étendu la culture de blé tendre, culture de pommes de terre, et l'élevage des moutons.

Les colons n'investissent que dans l'agriculture. Les plaines, des maigres pâturages de passages sont donc devenus de bons terroirs agricoles. Cette activité qui redonne si peu de ce qu'elle gagne, a beaucoup pris ; Les terres de parcours des chaouias et les nomades ou ils sont obligés de recherchés des nouveaux parcours dans les montagnes.

Donc le milieu naturel est occupé par :

Les Chaouias et les nomades dans les pieds des montagnes exercent le pâturage et un peu d'agriculture (jardin irriguée). Les colons dans les plaines exercent l'agriculture.

Cette situation crée un déséquilibre dans le milieu et dans l'économie. (Addi l. 1985, A. Fremont 1962, Côte. M 1980)

### **b. Pendant la Guerre**

Des transformations géographiques qui en résultent sont donc profondes : la redistribution de l'habitat (le sénatus-consulte) dont les conséquences furent néfastes pour la population et les paysans Algériens.

Les Djebels ont été vidés de toute la population ; les mechtas des plaines intra – montagnardes, aussi celles des premières pentes, au contact de la montagne et de la plaine ont été détruites. Le Guérioune, Dj Fortass, Nif Ennser..., sont devenus des déserts. Ils le sont d'autant plus que zone interdites ils ne peuvent même plus servir au parcours des troupeaux.

**Les plaines concentrent la totalité de l'habitat rurale de la région (les Chaouias, les nomades et les colons), une pression supplémentaire sur le milieu naturel.**

**La plupart des habitants ont émigré dans les villes et les villages exemple : La ville d'Aïn-M'lila est devenue une véritable ville 5000 habitants (recensement 1954).**

**Donc face à cette situation :**

**La recherche de nouveaux modes de vie, un nouvel espace agricole ou une nouvelle activité ? La Guerre a transformé la géographie, l'économie et la société de la région (Fremont .A1962, Côte. M 1980)**

## II. Les facteurs actuels : Après l'indépendance

### II.1. Les facteurs politiques et institutionnels

L'Algérie a connu des mutations importantes grâce au programme de développement entrepris par l'état et ce dès l'indépendance. Ce projet avait un double objectif : hisser le pays à un certain degré de développement économique et social et améliorer les conditions de vie des algériens.

Cependant, cette politique a beaucoup évolué au cours de l'histoire. En effet, l'intervention de l'Etat à travers sa politique d'industrialisation et de découpages administratifs n'a pas pu faire disparaître les disparités régionales héritées de la période coloniale (Hadeid. M 2009).

#### II.1.1. Le découpage administratif

Après l'indépendance, en 1963, l'Algérie est divisée en quinze départements algériens. La zone des hautes plaines constantinoises liées au département de Constantine.

1974 : Premier redécoupage territorial et réorganisation des wilayas et des communes.

La région d'étude est issue du découpage administratif 1974 (avec 10000 habitants) et remodelées lors du découpage de 1984 (Abed .B 2001).

Cette décision a été l'origine de la mutation fonctionnelle, spatiale et socio-économique de la région. et voici quelque indicateur socio-économique: (Layeb.H 1999)

-1<sup>er</sup> plan quadriennal (1970-73), seules 27 opérations avaient été programmées sur la région, pour un montant de 156 millions de dinars.

-le second plan quadriennal (1974-77) et la promotion administrative d'Oum El Bouaghi, la nouvelle wilaya bénéficie d'un volume d'autorisations de programme dix fois supérieur à celui de la période précédente (1 565 millions de DA).

- Le plan quinquennal 1980-84 révèle une poursuite de l'investissement sur la région (2 310 millions DA pour la wilaya au cours de la quinquennie)

- De 1967 à 1982, la wilaya d'Oum El Bouaghi a reçu plus de 8 milliards de DA 'investissements étatiques.

-De 1999-2004 et 2005-2007 la wilaya d'Oum El Bouaghi a reçu 57,053 milliards DA pour la réalisation de 2.520 opérations

### II.1.2. La période actuelle : La politique des Hauts Plateaux

Les wilayas des Hautes Plaines de l'Est Algérien (Sétif, Batna, Khenchela, Oum-El-Bouaghi, Tébessa et Bordj-Bou-Arréridj) ont bénéficiés d'un projet d'aménagement et de développement durable consacré exclusivement à cette région en 2004.

Cette démarche qui rentre dans le cadre d'un choix politique dont le développement économique, la solidarité et la promotion des activités agricoles sont les objectifs escomptés est axée sur plusieurs dispositions t'elles que l'exploitation judicieuse et rationnelle des ressources hydriques, l'organisation des agglomérations et la création de l'emploi.

Des montants plus au moins importants ont été engagées pour la concrétisation du développement global et redynamiser de la région d'étude ;

parmi les vingt-neufs (29) que compte la wilaya Oum-El-Bouaghi treize (13) seulement qui sont pratiquement toutes situées à l'Est ont bénéficié des projets entrant dans le cadre de fonds du programme des Hauts-Plateaux par contre la région Ouest a été injustement exclue malgré le fait qu'elle se compose de nombre importants de communes (Aïn-Kercha, Henchir, Toumghani, El-Harmelia, Ouled-Zouai, Ouled-Hamla, Souk-Naâmane et Bir-Chouhada, Sigus, El-Amiria.) . Sauf les communes d'Aïn-M'lila et Aïn-Fakroun qui ont bénéficié du programme. (DPAT OEB 2014)

La région d'Oum El Bouaghi enregistre actuellement une dynamique de développement non négligeable grâce aux différentes actions en cours qui sont de nature à combler progressivement les déficits cumulés et opérés les ajustements nécessaires apparus lors de l'exécution des programmes précédents. (DPAT OEB 2014)

Ces efforts auront inévitablement des impacts positifs et sérieux sur tous les aspects du mode de vie locale et participeront à la satisfaction croissante des besoins de la population comme ils permettront de jeter les bases d'un développement durable, mais des impacts néfastes sur l'environnement de la région.

### III. Les facteurs socio-économiques

Le facteur politique et institutionnel a eu pour effet un dynamisme démographique et une mutation des situations socio-économiques dans la région surtout dans deux villes d'Aïn-Fakroun et Aïn-M'lila. Les villes d'Aïn-Fakroun, Aïn-M'lila, font partie des petites villes c'est-à-dire celles qui comptaient entre 5 000 et 40 000 habitants au milieu des années 1990. (Aïn-M'lila 33 345, Aïn-Fakroun 25432 d'après le recensement 1987) (Abed .M et al 2001).

Entre 1990-2008, on a constaté un développement commercial et économique remarquable de ces deux villes : Aïn-Fakroun, par le volet de l'habillement et Aïn-M'lila par les pièces de rechange automobile.

En une vingtaine d'années et après ce développement ces deux villes ont connu une croissance qui avoisine ou dépasse les 100 % supérieure à la moyenne nationale (recensement 2008 : Aïn-M'lila 65371, Aïn-Fakroun 48804). (Benlakhlef .B 2011).

Actuellement la ville d'Aïn-M'lila est passée de ville petite à une ville moyenne. (Estimation de 2014).

Ce développement est un agent déterminant de la transformation physique de ces villes sur le plan urbain (architecture) (photo 15), sociale (les habitudes de consommation et les goûts), spatial (extension des villes vers des zones non favorables à la construction), économique (emploi) et environnemental (dégradation de l'environnement par la pollution, risques naturels ...). (Benlakhlef .B 2011, Adad .M et al 2011)

On va détailler quelques impacts de ce développement dans la partie suivante.



Photo 15 : Le développement architectura du bâti à la ville d'Aïn-M'lila  
(Photo prise par l'auteure 2014)

## **Conclusion du chapitre**

Dans ce chapitre, nous avons étudié quelques facteurs associés à la dégradation d'environnement, et nous avons précisé des facteurs historiques et des facteurs actuels.

La dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi est liée à plusieurs facteurs :

L'héritage : L'invasion ancienne (romaine, byzantine, arabe et française) qui a été accélérée pendant la phase de l'indépendance par le découpage administratif et la politique de développement (industrialisation) et actuellement par la politique des Hauts Plateaux.

Le facteur politique et institutionnel a eu pour effet un dynamisme démographique et une mutation des situations socio-économiques dans la région surtout dans deux villes d'Aïn-Fakroun et Aïn-M'lila.

Ce développement socio-économique a transformé la physique de ces villes sur le plan urbain, sociale, spatial, économique et environnemental.

## Conclusion de la deuxième partie

L'environnement dans la région a subi plusieurs contraintes de diverses origines qui posent des pressions de plus en plus fortes. En plus des agents naturels, l'intervention de l'homme a fait subir à la zone des changements dans les caractéristiques de l'espace et induire des formes de dégradation plus ou moins considérables.

Cette seconde partie présente un constat sur l'état de la dégradation de l'environnement dans la région. Elle est organisée autour de deux chapitres :

En premier lieu, il s'agit de faire un constat sur les types et les formes de la dégradation, ou on constate que la dégradation se manifeste sous plusieurs aspects :

- ✓ **La dégradation de couvert végétal** : les unités forestières naturelles ou reboisées sont en état de dégradation à cause des incendies, les maladies et le défrichement.
- ✓ **La dégradation du sol** par :
  - **L'érosion hydrique** : dans le bassin versant d'oued El klab.  
La zone de Sigus est classée à forte sensibilité à l'érosion hydrique représentant 42,19 % de la surface du bassin versant. La dégradation spécifique est de 130,03tan/km<sup>2</sup>/ans.
  - **La salinisation du sol** : dans les périmètres irrigués (périmètre de Fourchi dans la plaine d'Aïn-M'lila) et dans les zones limitrophes de chott et sebkha.
- ✓ **La surexploitation des nappes souterraine** : la plaine d'Ouled Sellem est classée comme une zone rouge, les ressources souterraines ont nettement régressées en raison de la baisse du niveau piézométrique et de l'augmentation de la salinité.  
Les agriculteurs de la zone ont orienté leur vocation vers les cultures commerciales résistantes à la salinité des sols telles que le tabac et la luzerne.
- ✓ **La perturbation** de la biodiversité des zones humides peut présenter un risque de déclasser certaines zones.

Le deuxième chapitre a vu l'intégration de quelques facteurs associés à cette dégradation. Il s'agit de l'héritage de l'invasion ancienne (Romaine, Byzantine, Arabe et Française) qui a pu être accélérer au cours de la phase de l'indépendance par le découpage administratif et la politique des Hauts Plateaux et la transformation socio- économique des villes les plus importantes de la région (Aïn-Fakroun et Aïn-M'lila)

## **TROISIEME PARTIE**

# **ESSAI DE LA CLASSIFICATION LES TYPES DE LA DEGRADATION : APPLICATION DES OUTILS DE LA TELEDETECTION**

**CHAPITRE 5**  
**APPLICATION DES OUTILS DE LA**  
**TELEDETECTION DANS L'EVALUATION DE LA**  
**DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT**

## Introduction

La surveillance est l'une des méthodes essentielles pour faire des recherches sur l'environnement. En fait, le suivi doit observer la dynamique de l'environnement, discerner et mesurer ces changements, en intégrant les dimensions spatiales et temporelles de sa dégradation.

Les techniques de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques ont été utilisées depuis les années « 90 » pour cartographier les dynamiques et fournir un outil d'aide à la décision, surtout en matière d'aménagement du territoire. (Samaali H 2011)

Dans ce chapitre, nous proposons de présenter une approche basée sur le choix de plusieurs sources de données (images satellitaires, extraits Google Earth, photographies aériennes, cartes topographiques, ...à différentes dates et à différentes échelles) pour la détection des changements de l'environnement.

### I. La télédétection : Apports et limites

#### I.1. Les données images

Trois images ont été utilisées :(23-04-1985), (19-03-2007), et (22-03-2014) de Landsat 4 ,7 ,8 avec une résolution de 30 m x 30 m et se constitue de six à huit canaux. Ces scènes ont été sélectionnées en fonction de leur faible taux d'enneuagement. (Tableau 28).

#### I.2. Le choix des images

Le choix des images est en fonction des critères suivants :

- L'année d'acquisition (le plus grand écart temporel entre les images retenues).
- Le champ au sol de l'image (l'ensemble de la zone d'étude).
- La nébulosité (minimale).

Nous avons estimé que les images suivantes combinent au mieux ces critères.

Image	Satellite	Date	Type d'image	Résolution	Projection	Mode spectral	Nébulosité
Image 1	S :Landsat 4	23-04-1985	TIFF	30m	UTM : Zone 32N	30m multi-bandes	Faible
Image2	S :Landsat 7	19-03-2007	TIFF	30m	UTM : Zone 32N	30m multi-bandes	Faible
Image 3	S :Landsat 8	22-03-2014	TIFF	30m	UTM : Zone 32N	30m multi-bandes	Faible

Tableau 28 : Caractéristiques techniques et géographiques des images retenues.

### I.3. Le suivi de changement de l'environnement

Pour réaliser des cartographies des changements de l'environnement à partir d'une cartographie de l'occupation des sols, les images permettent de les réaliser à l'aide de données d'origine diverses (socio-économiques, fonctionnement physique du milieu...).

Nous avons finalement mis en œuvre une procédure technique en combinant la détection des changements par la composition colorée multi-dates, la classification dirigée et la comparaison des classifications.

La chaîne de traitement simplifiée est présentée schématiquement ci-après. (Figure 79)

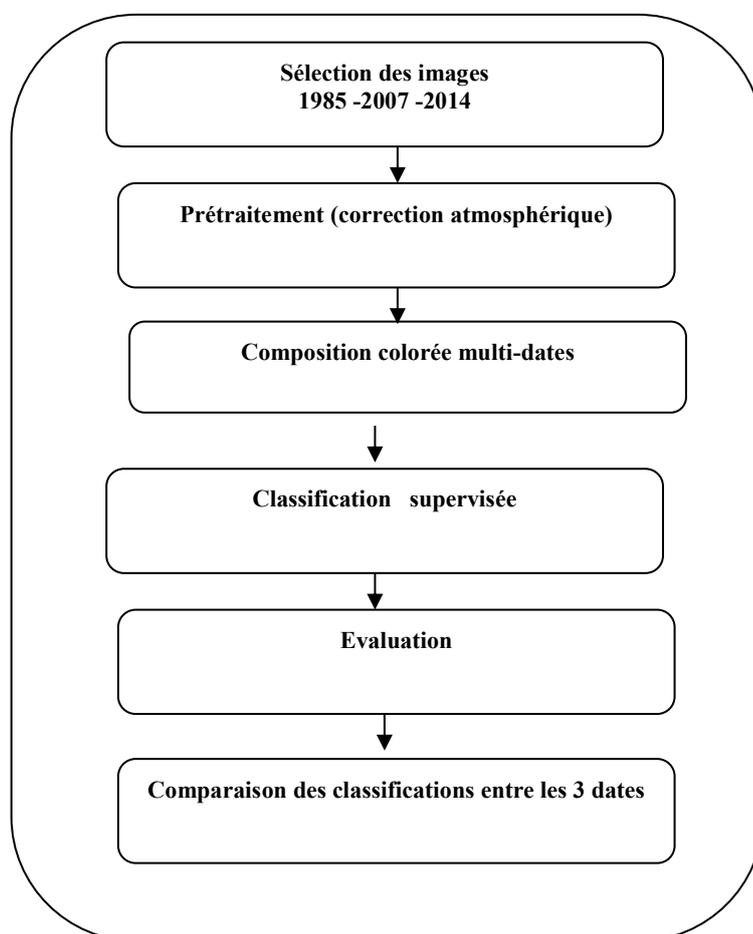


Figure 79: Schéma simplifié de la chaîne de traitement

### I.3.1. Acquisition de données de terrain

L'acquisition de données de terrain est nécessaire pour réaliser une classification supervisée des images de télédétection et pour affiner notre appréhension des modes d'occupation du sol. La campagne de terrain s'est déroulée en plusieurs phases, en poursuivent plusieurs objectifs :

Détermination des zones tests.

- Une prise de contact avec le terrain : connaissance des modes d'occupation des sols.
- Détermination des coordonnées des points amers et plus de 50 photos numériques ont été prises. (Figure 80)

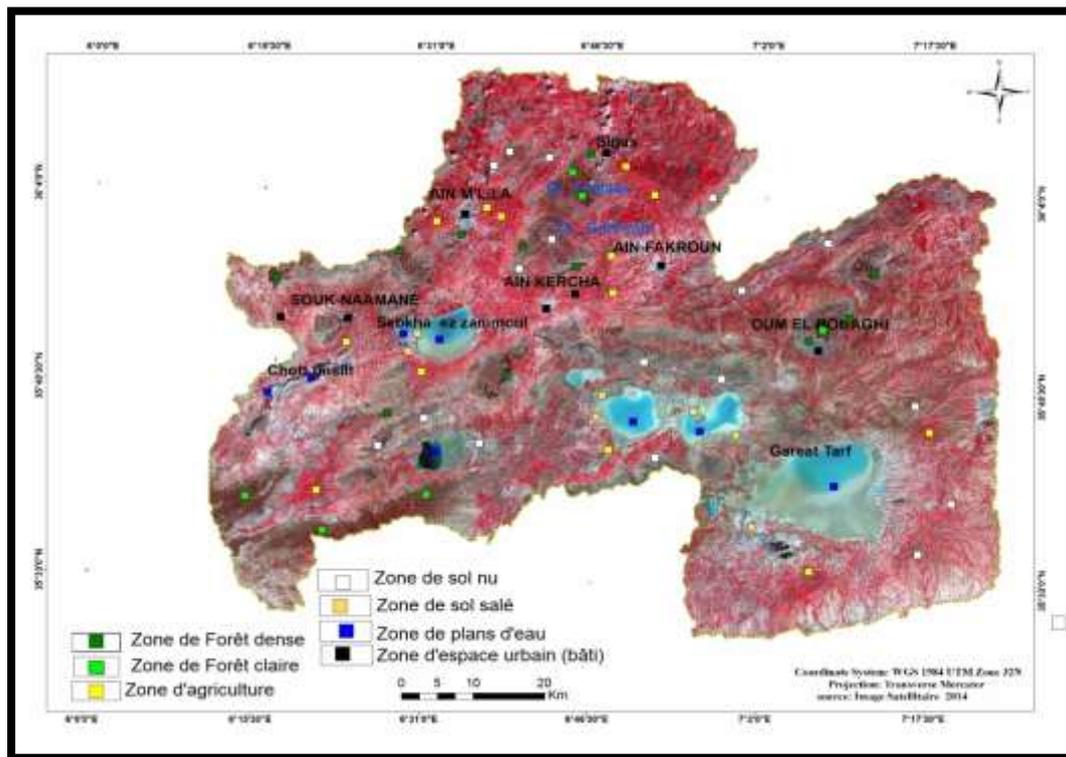


Figure 80 : Localisation des zones « tests » pour l'établissement de la classification supervisée (L'image LADSAT en fausse couleur 2014)

### 1.3.2. La composition colorée

Nous avons opté pour une composition colorée des canaux 4, 3, 2, ou 5, 4,3 qui nous permettent d'identifier les différentes unités d'affectation du sol de façon nette par rapport aux autres compositions colorées.

Dans cette composition colorée : les surfaces des plans d'eau apparaissent en bleu plus ou moins sombre, les sols nus en blanc et gris, les surfaces des forêts en couleur sombre (forêt de conifères : Pin d'Alep), la végétation en rouge et marron foncé (plus ou moins intense), les différents types des routes et les agglomérations en bleu clair et en bleu-vert. (Figures 81,82).

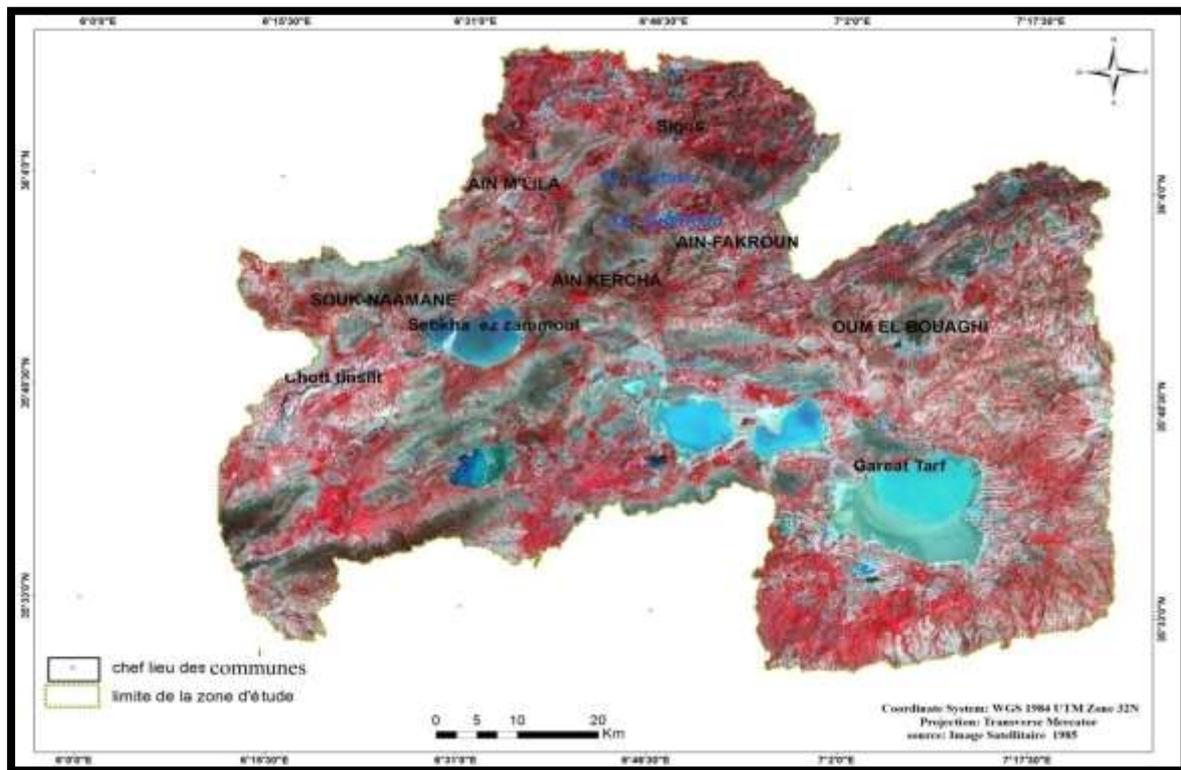


Figure 81 : La composition colorée (4, 3,2) l'image satellitaire TM 1985 en fausse couleur

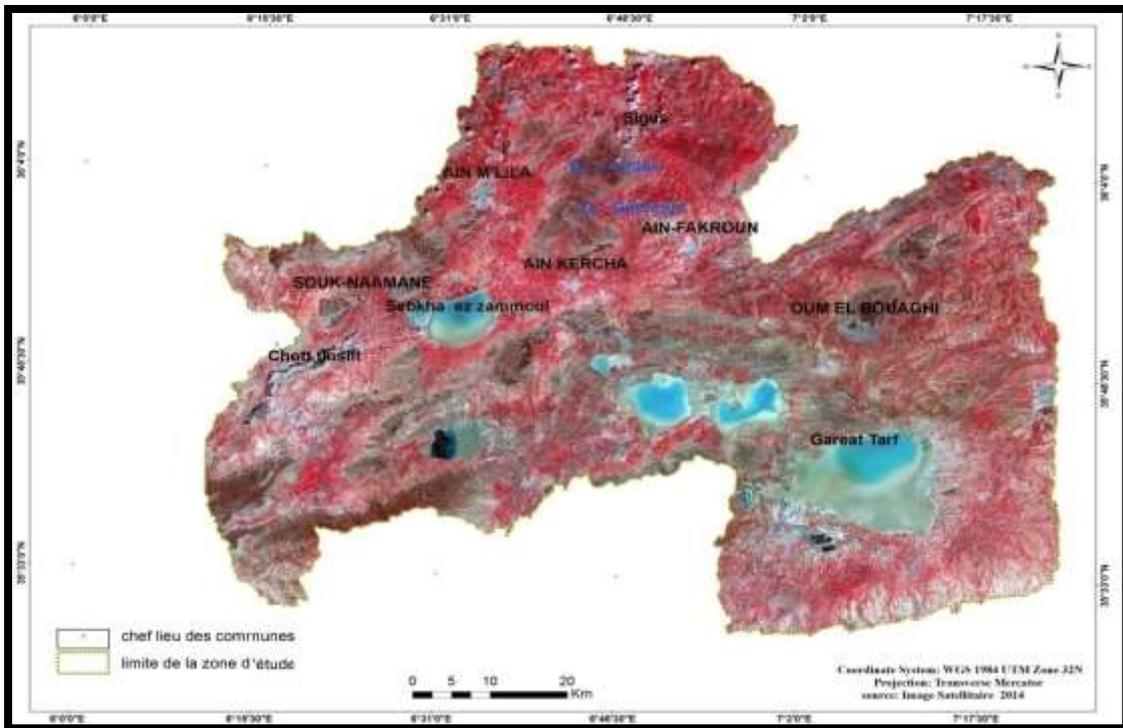


Figure 82 : La composition colorée (5, 4,3) l'image satellitaire TM 2014 en fausse couleur

### I.3.3. Classification et comparaison d'images

**Le principe:** La technique de la comparaison des classifications d'images permet de localiser et d'identifier les changements d'occupation du sol. Une méthode a ainsi été appliquée à chaque image en vue de les comparer par la suite, mais La difficulté consiste dans la reproduction exacte de la même classification sur chacune d'elles.

La méthode de classification supervisée utilisée pour cette étude est celle de « maximum de vraisemblance ». La connaissance de la zone d'étude est capitalisée et mise à profit pour déterminer l'appartenance de chaque pixel à une classe. La classification supervisée a été effectuée sur les images géo référencées dont le but est de superposer les couches d'informations ayant servi à la digitalisation des noyaux de classification.

**Le choix des classes :** les classes ont été définies pour la classification supervisée des trois images satellitaires. Ce nombre de classes nous a permis de limiter certaines confusions. Après synthèse, la classification finale se compose de sept groupes thématiques : (Figure 83).

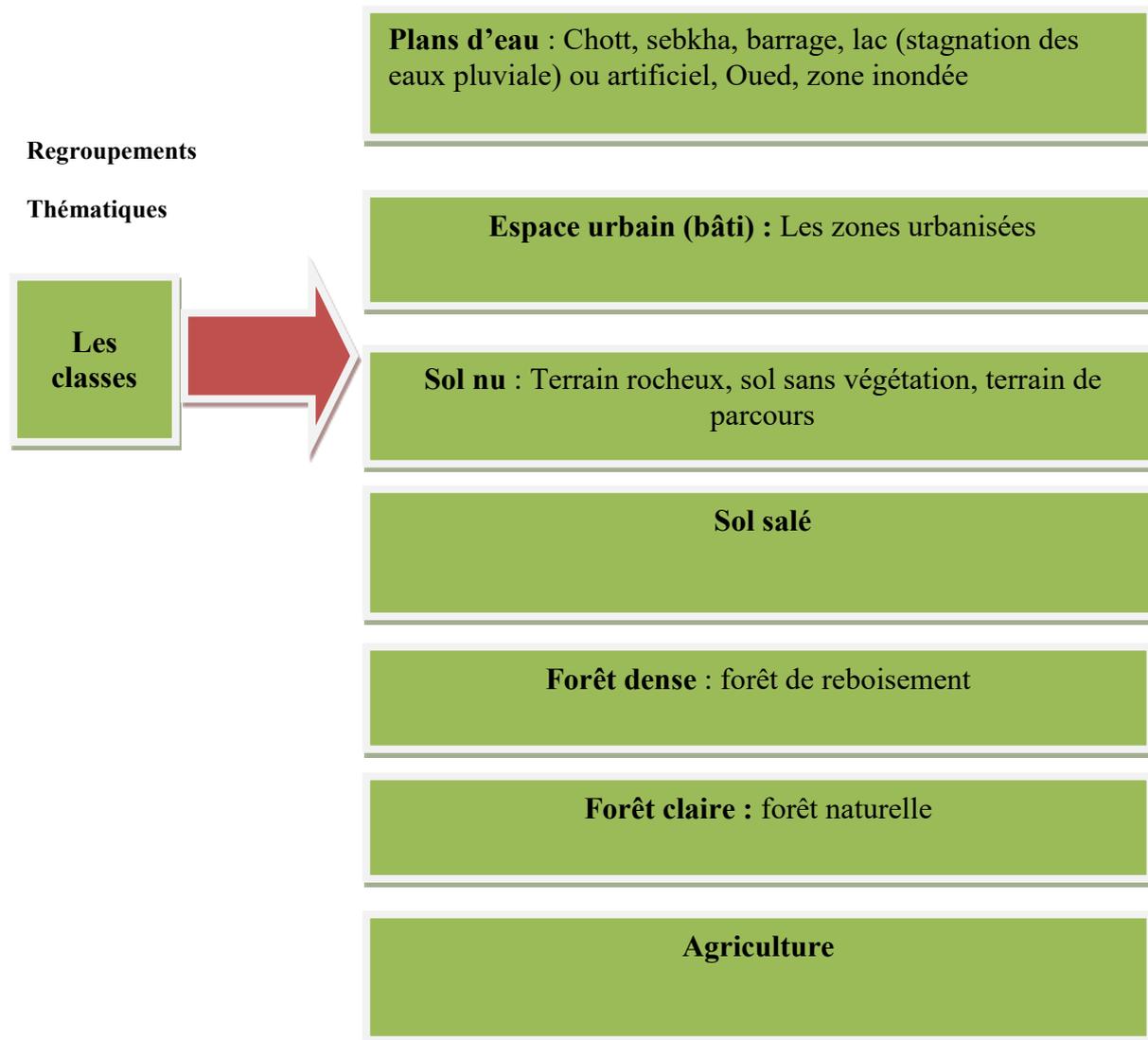


Figure 83 : Nomenclature retenue après regroupements thématiques opérés sur la classification Supervisée

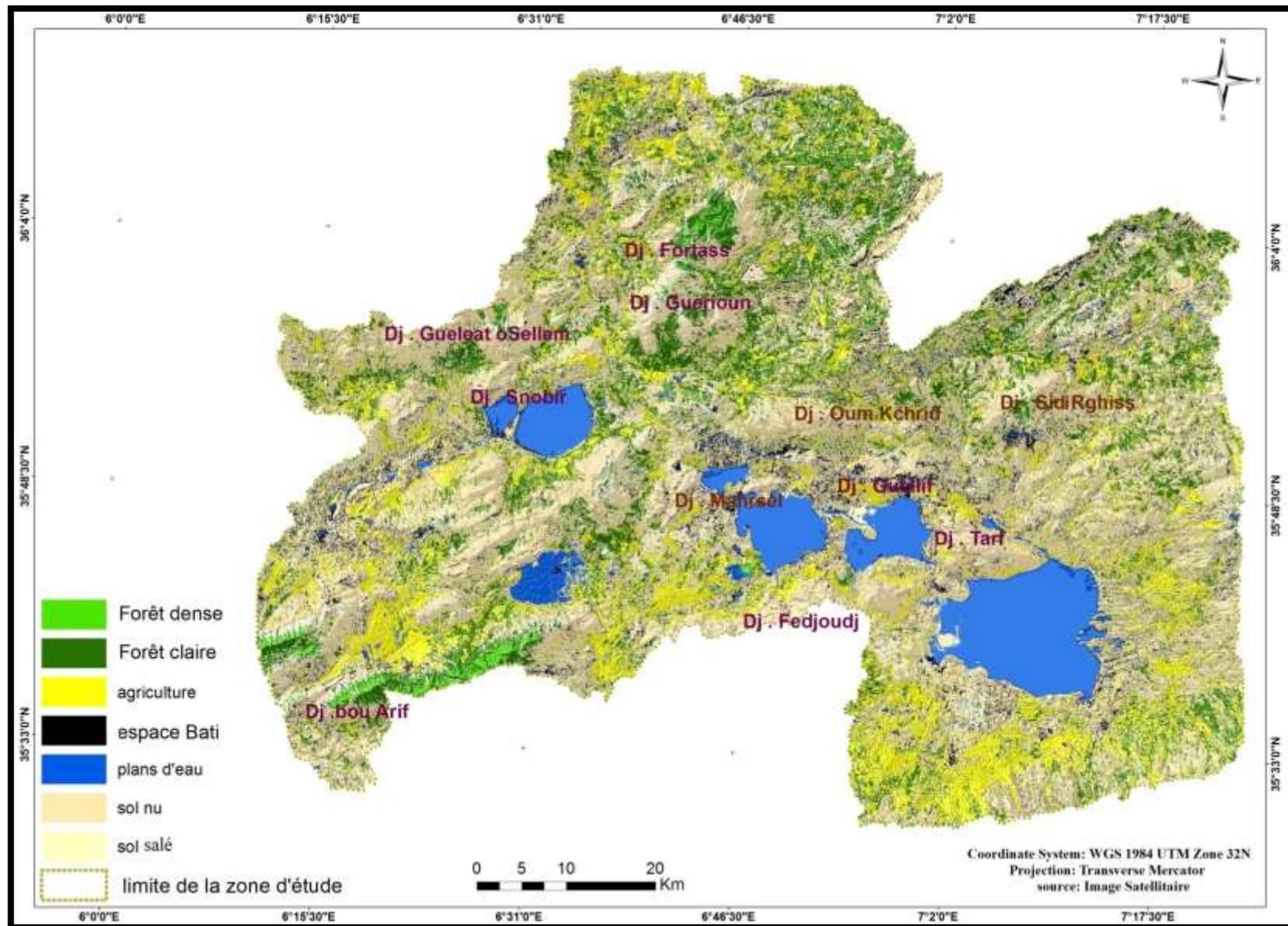


Figure 84 : Carte thématique d'occupation du sol de l'année 1985

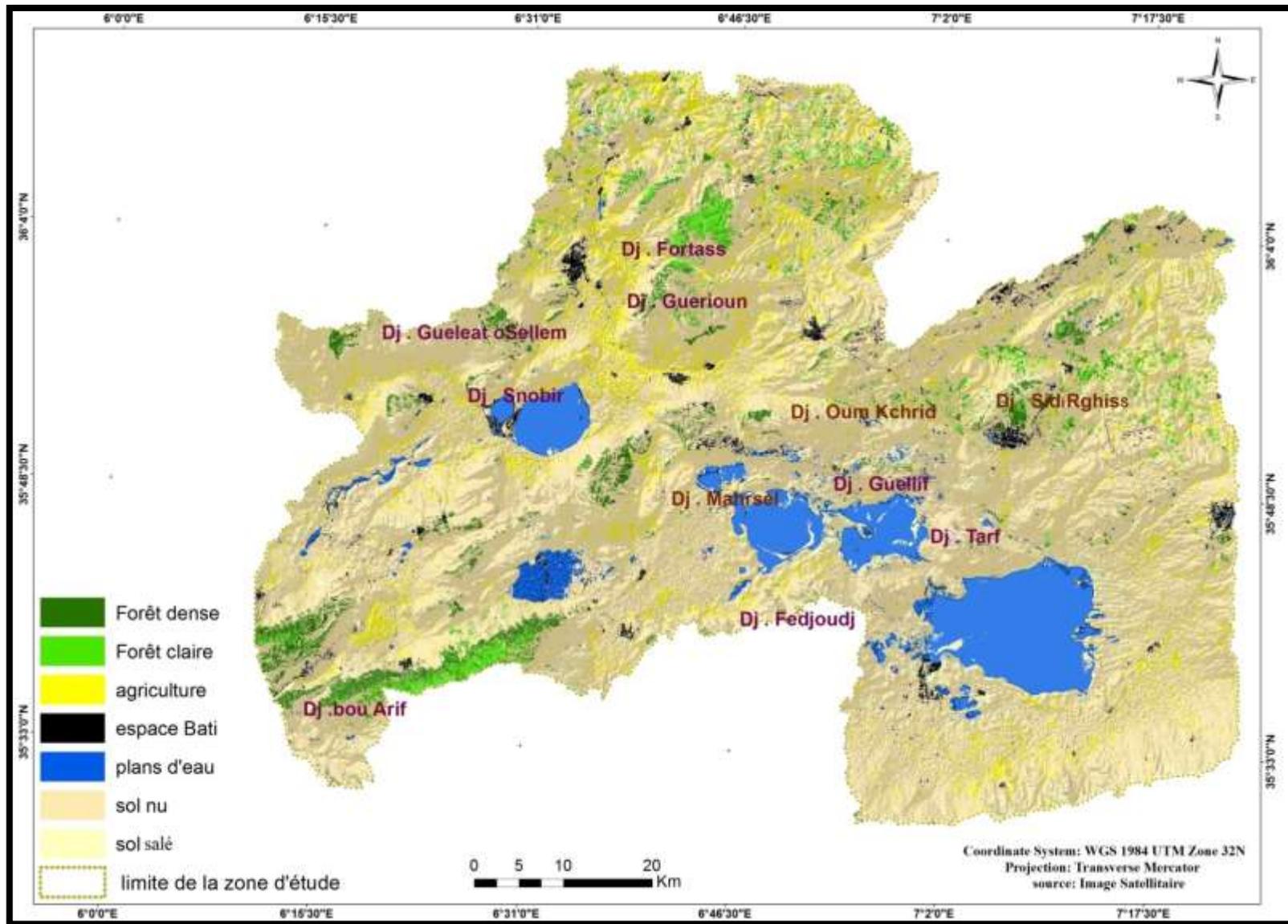


Figure 85 : carte thématique d'occupation du sol de l'année 2014

#### I.4. L'évaluation de la qualité des classifications supervisées

L'évaluation de la performance des classifications supervisées sur les images Landsat 1985 et 2014 a été effectuée visuellement, en comparant les résultats avec d'autres documents, telles que les photographies aériennes ou des cartes topographiques, et statistiquement, par les matrices de confusion (tableaux 29,30).

Cette dernière permet de vérifier si les pixels tests ont été affectés à la bonne classe de sortie, « c'est-à-dire que des pixels correspondant à une unité paysagère se retrouvent classés dans une classe représentative d'une autre unité paysagères » (Samaali H 2011).

	Forêt dense	Forêt claire	Agriculture	Sol nu	Sol salé	Plans d'eau	Espace bâti	Total %
Forêt dense	67,95	34	0	0,37	0	0	0	6,33
Forêt claire	21,54	64,29	14,14	0,12	0	0	0	5
Agriculture	0	0	85,86	0	0	0	0	23,09
Sol nu	10,51	1,71	0	93,13	10,56	3,69	21,62	36,54
Sol salé	0	0	0	3,90	89,35	0	32,73	18,36
Plans d'eau	0	0	0	1,70	0	78,45	15,02	8,13
Espace bâti	0	0	0	0,77	0,10	17,86	30,63	2,35
Total en %								
<b>Coefficient de précision = 85,2432%</b>								

Tableau 29 : Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 1985

	Forêt dense	Forêt claire	Agriculture	Sol nu	Sol salé	Plans d'eau	Espace bâti	Total %
Forêt dense	90,02	7,61	0	3,18	0	0	0	10,96
Forêt claire	5,15	91,21	0,11	1,37	0	0	0	12,38
Agriculture	0	0,08	98,89	0,22	0	0	0	9,52
Sol nu	4,83	1,10	1	90,67	4,58	2,32	11,19	29,18
Sol salé	0	0	0	0,41	91,67	0	4,10	11,11
Plans d'eau	0	0	0	0,07	0	97,60	0,73	13,07
Espace bâti	0	0	0	4,07	3,65	0,08	98,83	13,78
Total en %								
<b>Coefficient de précision = 91,5189%</b>								

Tableau 30 : Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 2014

L'analyse de la matrice de confusion conduit en général à retenir les points essentiels qui mettent l'accent sur les difficultés méthodologiques rencontrées résultant :

Une confusion spectrale engendrée par la proximité de la réponse spectrale des thèmes : l'espace bâti, les plans d'eau se forme du chott et sebkha, et les zones de sols nus, la forêt claire et l'agriculture où l'on noté les confusions les plus importantes surtout dans la classification de 1985.

La pertinence globale de la classification supervisée de l'image Landsat 1985, s'avère moins satisfaisante, puisqu'elle est égale à **85.25 %** (nombre de pixels correctement classifiés / Nombre total des pixels), donc l'approche méthodologique pour la classification de l'image (Maximum de vraisemblance) peut être considérée comme globalement acceptable même S'il y a des erreurs d'affectation des pixels entre la classe de « espace bâti » et la classe « plans d'eau » et entre la classe « forêt claire » et la classe de l'agriculture et sol nu.

La précision globale de la classification supervisée de l'image Landsat 2014 s'avère satisfaisante l'ordre de **91,51 %**, elle est satisfaisante malgré toujours la confusion entre les classes.

### **-Indice de Keppa**

Cet indice proposé par Cohen (1960) et appliqué pour la première fois aux images satellitaires par Congalton et al. (1983), est sensible à la fois aux erreurs de commission et d'omission (Caloz et al, 2001). Il s'exprime par :  $Kappa = (Po - Pc) / (Pp - Pc)$  Où  $Po$  est la proportion correcte observée,  $Pc$  la proportion correcte attendue due au hasard et  $Pp$  la proportion correcte lorsque la classification est parfaite. Le coefficient de Kappa est compris entre -1 et 1. Si la classification est parfaite,  $Kappa=1$  ; si la proportion correcte observée est plus grande que la proportion correcte attendue due au hasard,  $Kappa > 0$  ; si la proportion correcte observée est inférieure à la proportion correcte attendue due au hasard,  $Kappa < 0$  (Pontius et al, 2001). Pour une classification donnée, un coefficient de Kappa supérieur à 0,8 indique une excellente qualité de classification ; un coefficient compris entre 0,6 et 0,8 indique une classification de bonne qualité, et quand il est en dessous de 0,6 la qualité de classification est faible.

Année	1985	2007	2014
Indice de Kappa	0,78	0,92	0,89

Tableau 31 : Coefficient de kappa

### 1.4.1. Validation de la classification

Les résultats d'analyse, pour déterminer les pourcentages d'occupation pour chaque classe Présentée sur le tableau 32, montre la comparaison des pourcentages de chaque unité d'occupation des sols entre les trois dates. (Figure 86)

L'analyse des résultats montre une extension des surfaces pour : les plans d'eau par 11,93 %, l'espace bâti par 6,18% et forêt dense par 9,65%. La régression des surfaces pour : la forêt claire par 21,58% et l'agriculture.

On va analyser les classes forêt, espace bâti, et plans d'eau en détail dans le chapitre suivant.

Surface(Km <sup>2</sup> ) Type d'occupation du sol	1985		2007		2014	
	%	En Km <sup>2</sup>	%	En Km <sup>2</sup>	%	En Km <sup>2</sup>
Forêt dense	3,81	230,46	14,73	890,31	13,33	805,79
Forêt claire	26,49	1600,50	15,94	963,31	4,91	297,05
Agriculture	18,19	1098,93	10,62	942,20	11,10	671,11
Sol nu	28,02	1693,45	18,38	1110,95	28,50	1722,10
Sol salé	2,90	175,80	2,75	166,29	2,82	170,97
Plans d'eau	16,57	1001,13	29,96	1610,39	28,50	1722,05
Espace Bâti	3,16	191,31	5,93	358,42	9,34	564,50
Totale	100	6041,86	100	6041,86	100	6041,86

Tableau 32 : Pourcentage et surface des unités d'occupation des sols

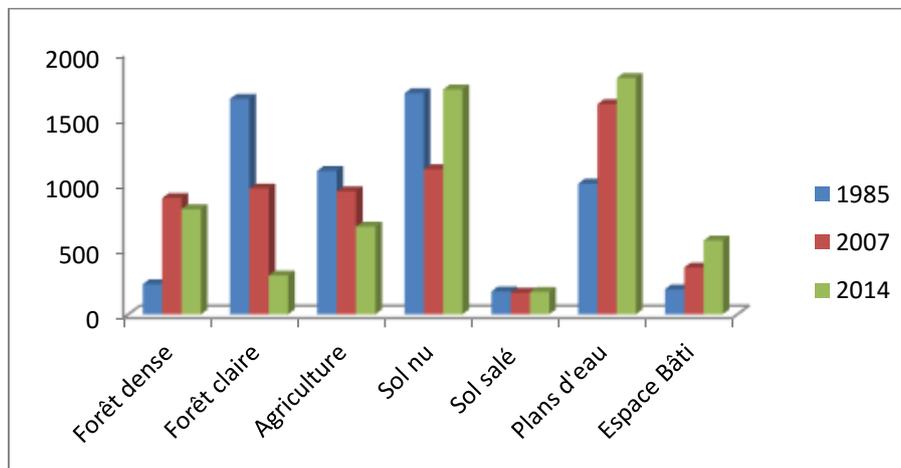


Figure 86 : Comparaison entre la surface des unités d'occupation du sol

## 1.5. Les masques et la détection des changements

La détection des changements d'une classe thématique entre les deux dates (1985 et 2014) est possible grâce à l'utilisation des masques dans le logiciel ENVI 4.7 (par masking) Ou dans celui d'Arc Gis 9.3 ou 10.1.

Exemple de visualisation de la classe « forêt » et masque des autres classes (Figures 87, 88)

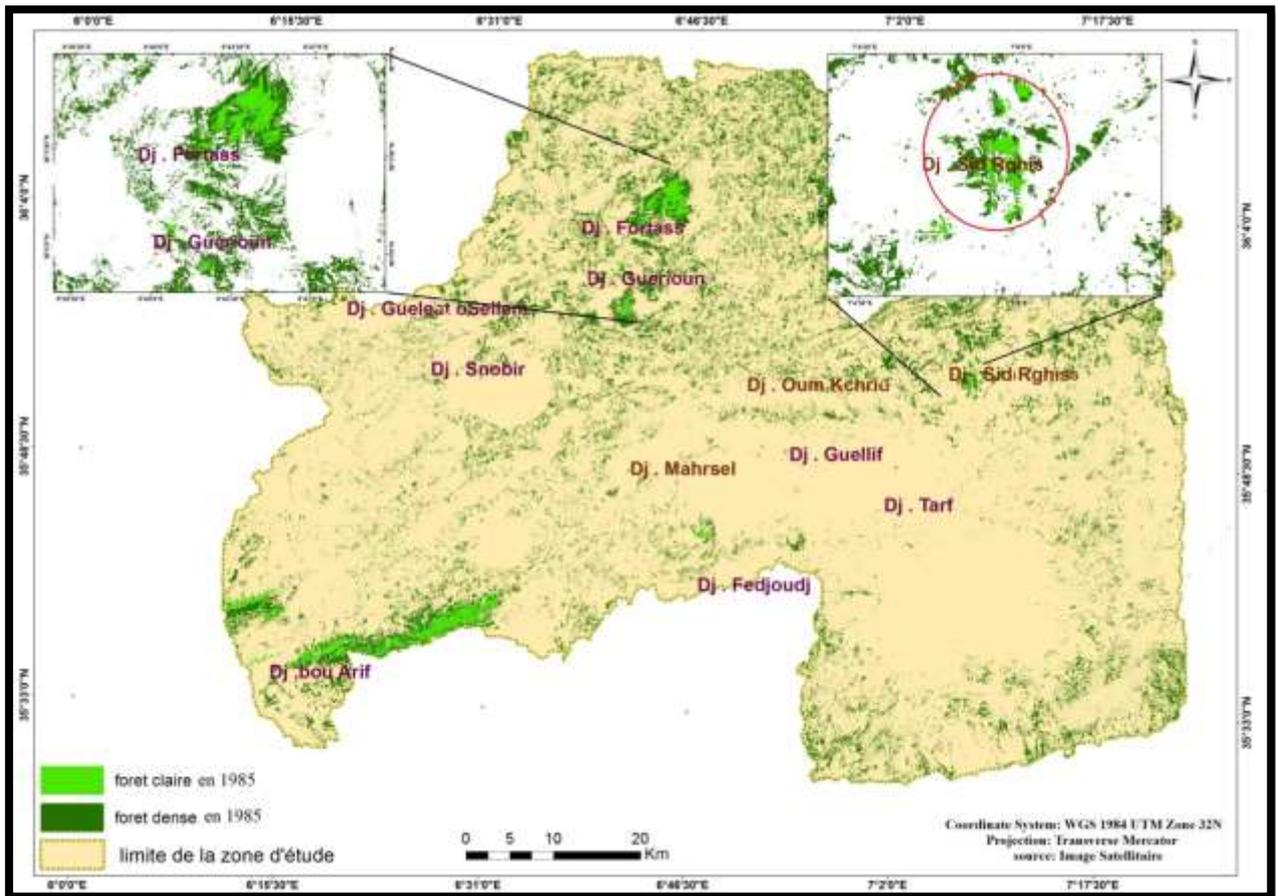


Figure 87 : Visualisation de la classe « forêt » et masque des autres classes de l'année 1985

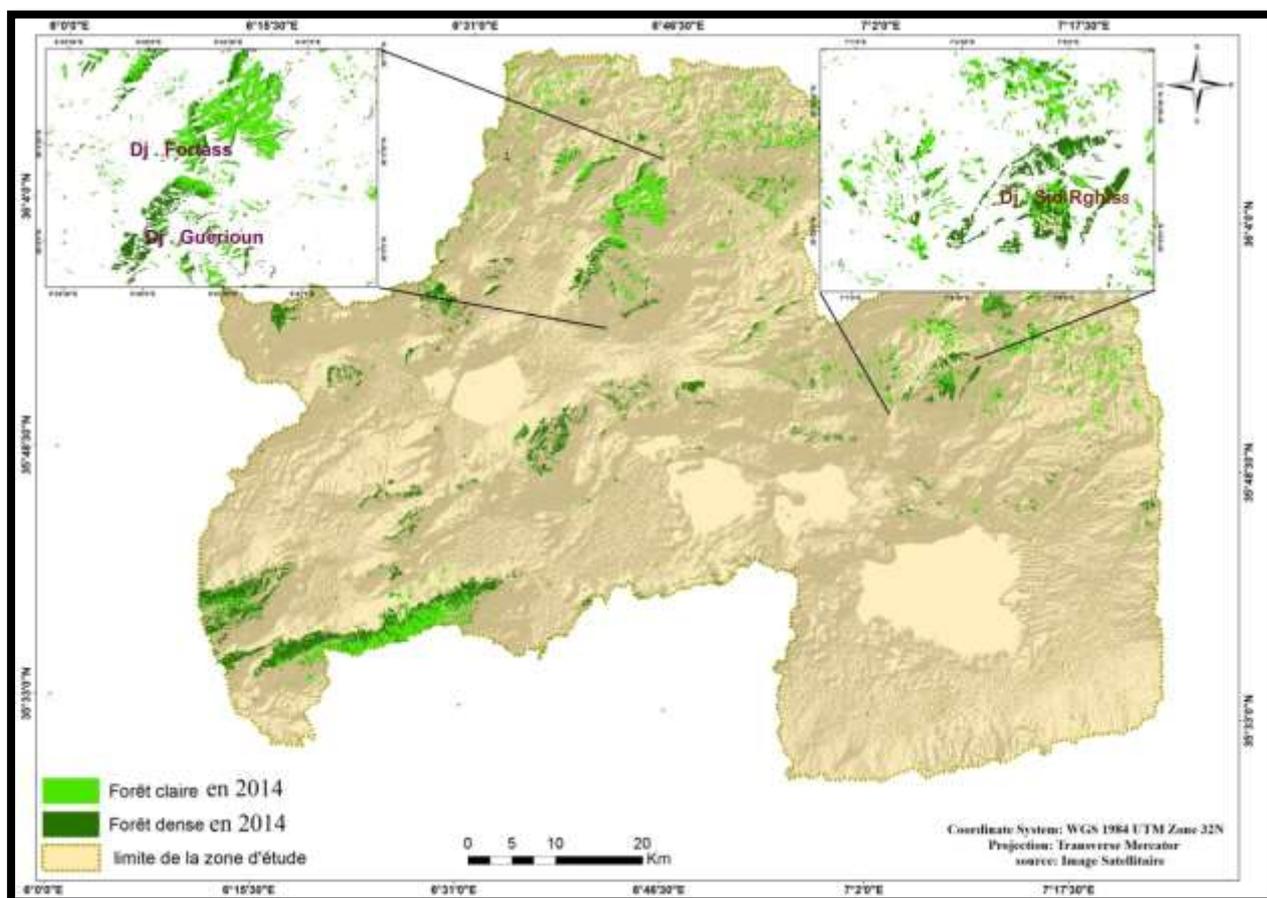


Figure 88 : Visualisation de la classe « forêt » et masque des autres classes de l'année 2014

## II. Autre documents

### II.1. Les extraits Google Earth

Les extraits Google Earth constituent une opportunité pour la mise à jour de données antérieures (cartes topographiques, photographies aériennes et autres...). Ils sont utilisés pour la photo-interprétation des paysages de la zone d'étude. L'ensemble de ces extraits a été mosaïqué et calé à base du référentiel Lambert Nord Algérie ou UTM, afin d'assurer une meilleure superposition avec les autres types de données.

### I.2. La photo-interprétation

La photographie aérienne est le complément indispensable de l'image satellitaire.

Nous disposons pour cette étude la couverture aérienne suivante :

- Les couvertures aériennes (mission 1972 à l'échelle 1/20000) couvrant les feuilles :

Aïn-M'lila, AïnYagout , El khroub , Aïn-Fakroun.

-La couverture aérienne (mission 1959 à l'échelle 1/25000) couvrant les feuilles : El khroub (Zone de Sigus).



Figure 89 : Mosaïquée de la couverture aérienne de la mission 1959 de la zone Sigus (Traitement personnel avec le logiciel ENVI 4.7)

### III. Intégration des SIG

Les différentes sources documentaires et cartographiques ont servi de base à l'alimentation d'un système d'information géographique (SIG). Le SIG est alors un outil de saisie de mise en mémoire, de transformation, d'analyse et de représentation de données qui donnent une description d'une partie de la surface terrestre et des aménagements.

Le SIG couvre de nombreuses applications très diverses et permet d'aborder des échelles spatiales très variées. Il représente un outil efficace pour explorer des échelles de temps multiples (du passé au futur proche et lointain). Cependant, il constitue un volet indispensable pour le suivi et la détection des changements dans l'occupation du sol. Les résultats issus du traitement des données images peuvent être croisés avec des données vectorielles pour avoir un document de synthèse. (Samaali.H 2011).

### III.1. Caractéristiques des informations intégrées dans le SIG

Le tableau suivant N°33 présente quelques couches matricielles et vectorielles qui ont été intégrées dans le SIG réalisé pour la zone d'étude :

Couche	Type	Source
Couches vectorielles (limite, la pente, réseau hydrographique, Sol La géologie...)	Vecteur	Cartes topographiques à différents échelle 1/200000, 1/50000 Carte géologie, Photos aériennes... ..
couches matricielles : classification supervisée de l'image 1988, 2007, 2014	Raster	Raster (image satellitaire traité) SRTM.

Tableau 33 : Quelques couches constitutives du SIG réalisé pour la zone d'étude

### III.2. La cartographie : valorisation des résultats

La cartographie est l'un des moyens de visualisation de l'information géographique et de présentation les dimensions spatiale et temporelle.

### Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons proposé une approche basée sur le choix de plusieurs sources de données (images satellitaires, extraits Google Earth, photographies aériennes, cartes topographiques, ... à différentes dates et à différentes échelles) pour la détection des changements de l'environnement.

On a utilisé alors la technique de la télédétection par le traitement des images satellitaires. La comparaison entre trois images a mis en évidence le changement de l'environnement spatial et temporel. Il s'agit d'une extension des surfaces des plans par 11,93 %, l'espace bâti par 6,18% et la forêt dense par 9,65%. La régression des surfaces pour : la forêt claire par 21,58% et l'agriculture. L'objectif du chapitre qui suit est :

L'étude diachronique de la dégradation dans le domaine forestier, le milieu urbain et les plans d'eau.

## CHAPITRE 6

# ETUDE DIACHRONIQUE DU CHANGEMENT DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA REGION D'OUM EL BOUAGHI

## Introduction

La méthodologie générale du travail est exprimée par l'organigramme ci-dessous (Figure 90) dont déroulent différentes phases d'analyse

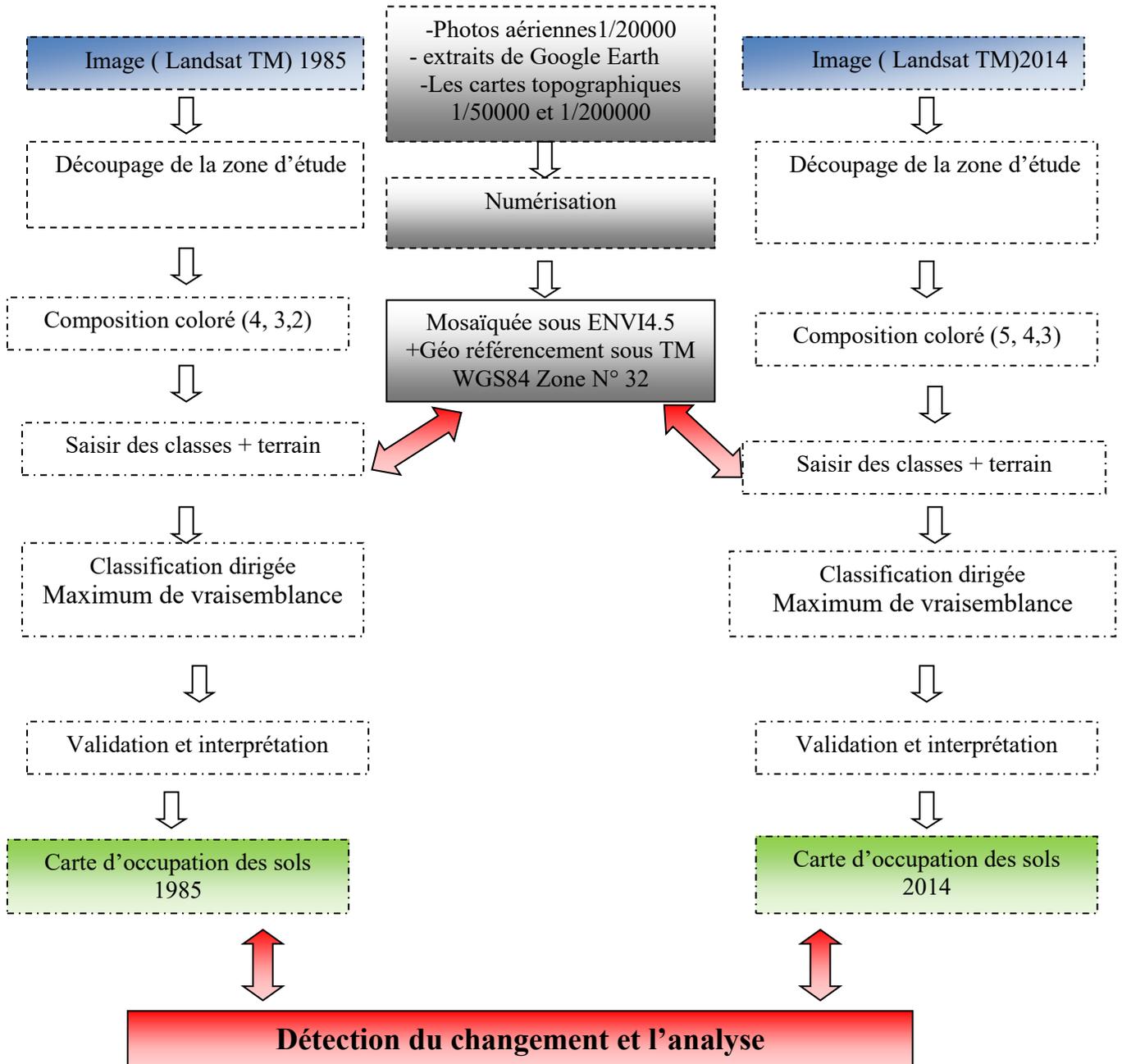


Figure 90 : Schéma méthodologique pour la détection des changements

## **I. Le domaine forestier**

### **Introduction**

Les unités forestières naturelles sont très rares dans la zone d'étude. Une absence d'arbre est marquée à l'exception de quelques bosquets autour d'Aïn-M'lila, Aïn-Kerche et Oum El Bouaghi (Femoud.A1962).

Les étendues forestières dans la zone d'étude ont été repérées à travers les photographies aériennes de 1959,1972, 1973, les cartes topographiques aux 1/50000 de 1960, la carte de végétation au 1/ 40000 de 1840, extrait de Google Earth et les images satellitaires.

Le couvert forestier naturel de la zone d'étude présenter par : Dj Guérioun, Dj Nif Ennser, Dj Fortass , Dj Sidi Reghiss ,Dj Fedjouj ,Dj Hanout seghir et Kebir ,Sigus....

### **I.1. Le couvert forestier**

Le couvert forestier de la zone d'étude est composé par des unités forestières naturelles et des reboisements

#### **I.1.1. Le couvert forestier de Dj Guérioun**

Sa superficie est de l'ordre de 5117,91 Ha. Selon les services de forêt (2014) ; les levés de terrain nous ont permis de distinguer une mosaïque marquée par chêne vert, genièvrerie, et Pin d'Alep. L'état physique de la forêt est moyen.

En général, les piémonts Nord-Ouest de la montagne (la zone de Fesguai) ne sont marqués que par de pin d'Alep (le reboisement), avec une surface de 200 hectares (CF Aïn-M'lila 2014) (Photo 16).

#### **I.1.2. Le couvert forestier Dj Fortass**

Sa superficie est de l'ordre de 1706,52 hectares selon les services de forêt (2014), marqué par le chêne vert et les maquis (photo 17), l'état de la forêt moyenne.

#### **I.1.3.Le couvert forestier Dj Nif Ennser**

Sa superficie est de l'ordre de 1348,36 hectares selon les services de forêt (2014), marqué par le chêne vert et maquis et Pin d'Alep (Photo18), l'état de la forêt moyenne.



Photo 16 : Le versant occidental du Dj Guérioun (la zone de Fesguai)  
(Photo prise par l'auteure 2014)

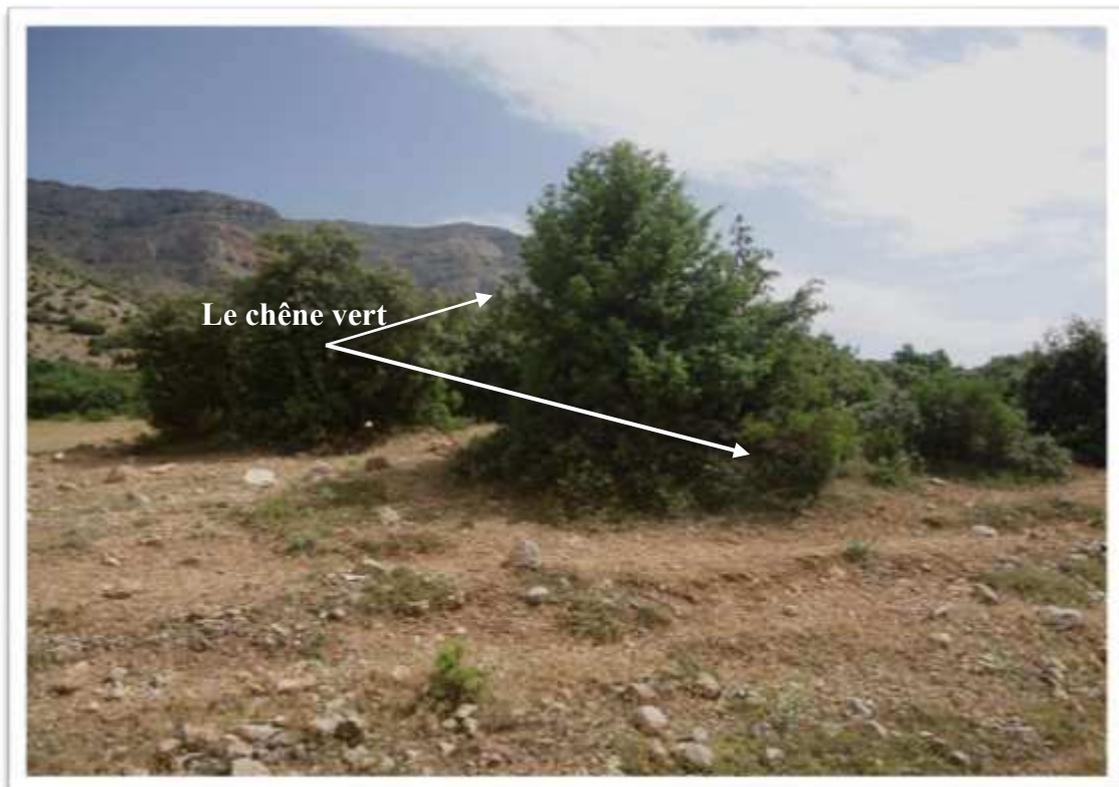


Photo 17 : La couverture forestière du Dj Fortass  
(Photo prise par l'auteure 2014)

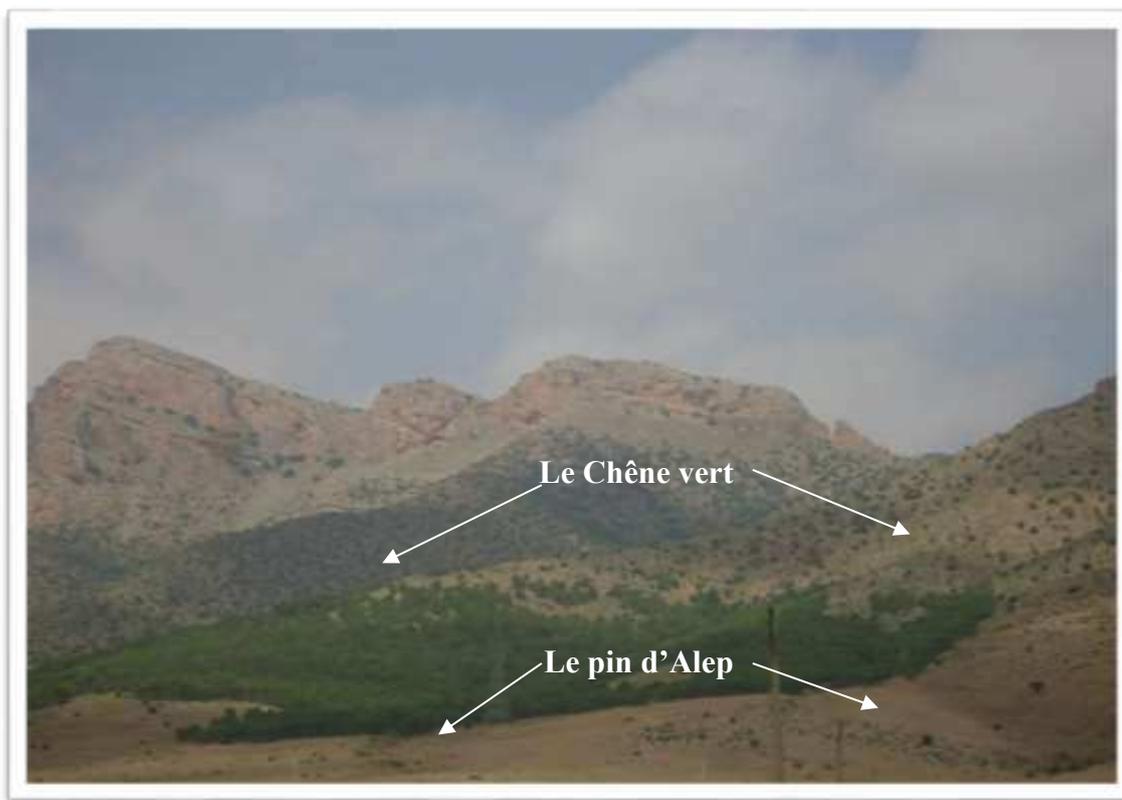


Photo 18 : Le couvert forestier du Dj Nif Ennser  
(Photo prise par l'auteure 2014)

#### **I.1.4. Le couvert forestier Dj Sidi Reghiss**

Sa superficie est de l'ordre de 1106 Ha selon les services de forêt (2014), marqué par le genévrier de Phénicie, oléastres, quelques îlots de cèdres, Pin d'Alep et la grande partie le chêne vert, l'état de la forêt moyenne.

## **I.2. Apport de la télédétection à l'étude de l'évolution du couvert forestier**

### **1.2.1. Comparaison des classifications et détection des changements**

La détection des changements dans la classe thématique « forêt » est possible grâce à l'application des masques radiométriques. Cette technique nous a permis de croiser les couches thématiques « forêt » en utilisant les extensions disponibles dans le logiciel ENVI 4.7 et le logiciel ARC GIS 10.1 entre Les périodes 1985 et 2014. (Figure 91, 92).

Les calculs réalisés par le logiciel Arc GIS pour tout ce qui est formations forestières (couches vectorisées à partir des résultats du masque radiométrique) ont affiché les résultats suivants : Tableau 34,35

Les années	1985	2007	2014
Surface en%	3,83	14,73	13,33
Surface en Km <sup>2</sup>	230,46	890,31	805,79

Tableau 34 : Les surfaces de la forêt dense

Les années	1985	2007	2014
Surface en%	26,49	15,94	4,91
Surface en Km <sup>2</sup>	1650,78	963,31	297,05

Tableau 35 : Les surfaces de la forêt claire

### I.2.1. 1.La forêt dense

D'après Le tableau 34 et la figure 91 on constate : une augmentation entre 1985 et 2007, en 1985 elle couvrait 3,83% puis elle augmente en 2007 par 14,73% (travaux de reboisement), mais en 2014 elle s'abaisse légèrement à 13,33% à cause des incendies, le défrichement ...

Alors dans la période de 29 ans (1985 à 2014) la surface de la forêt dense dans la région est augmentée de 230,46 km<sup>2</sup> à 805,79 km<sup>2</sup>.

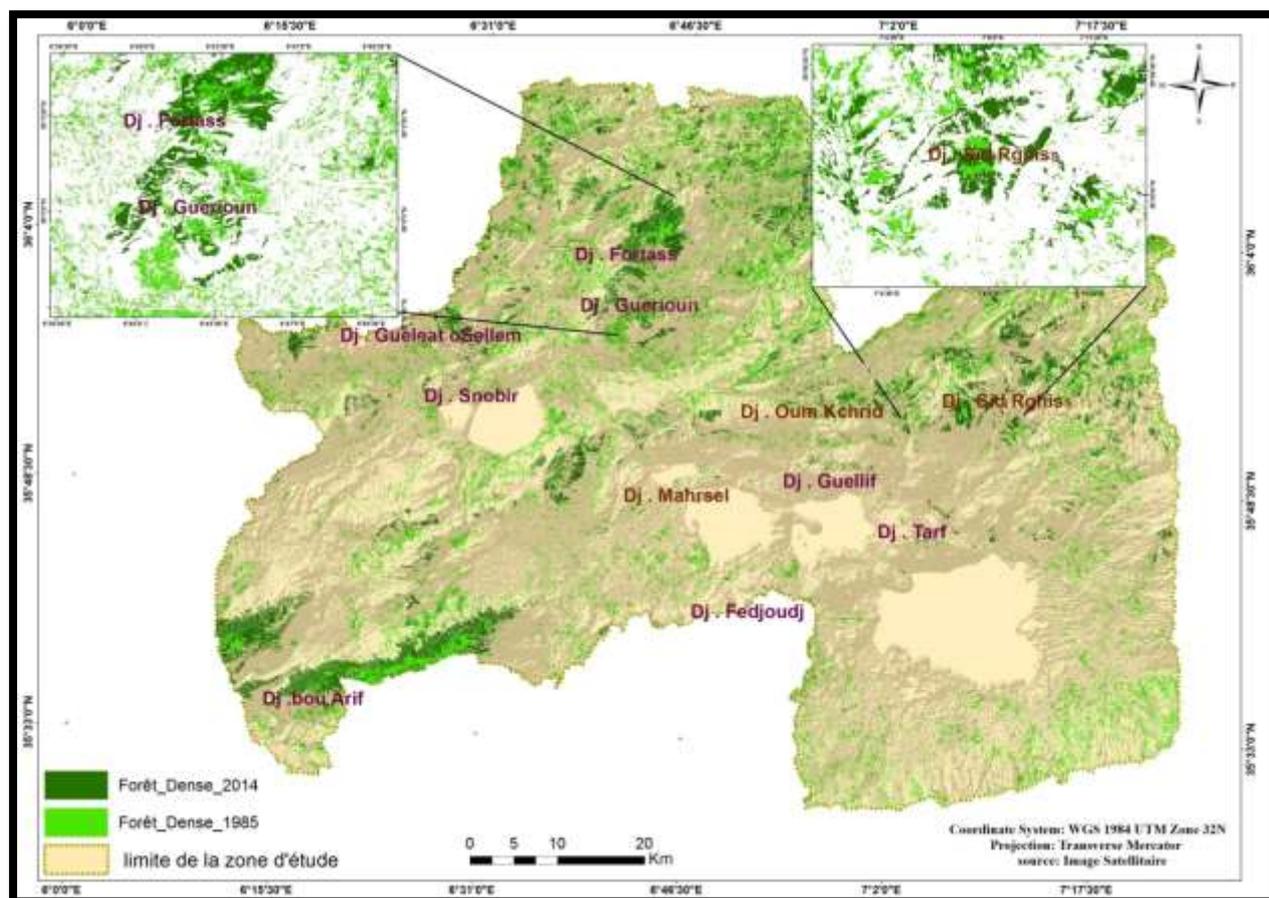


Figure 91 : Etat de la forêt dense entre l'année 1985 et 2014

### I.2.1. 2. La forêt claire

D'après Le tableau 35 et la Figure 92 on constate : une dégradation considérable dans la forêt claire ou naturelle, entre 1985 et 2014, en 1985 elle couvrait 1650,78 km<sup>2</sup> (26,49%) puis elle s'abaisse en 2014 en 297,05 km<sup>2</sup> (4,91%).

Pour étudier l'évolution de couvert végétal on change la saison de prise de vue pour démunies la confusion entre les deux classes forêt et l'agriculture (le mois d'aout pour l'année 1988 et 2015), et on va prendre le cas de la forêt de Fortass et Guérioun à Aïn-M'lila

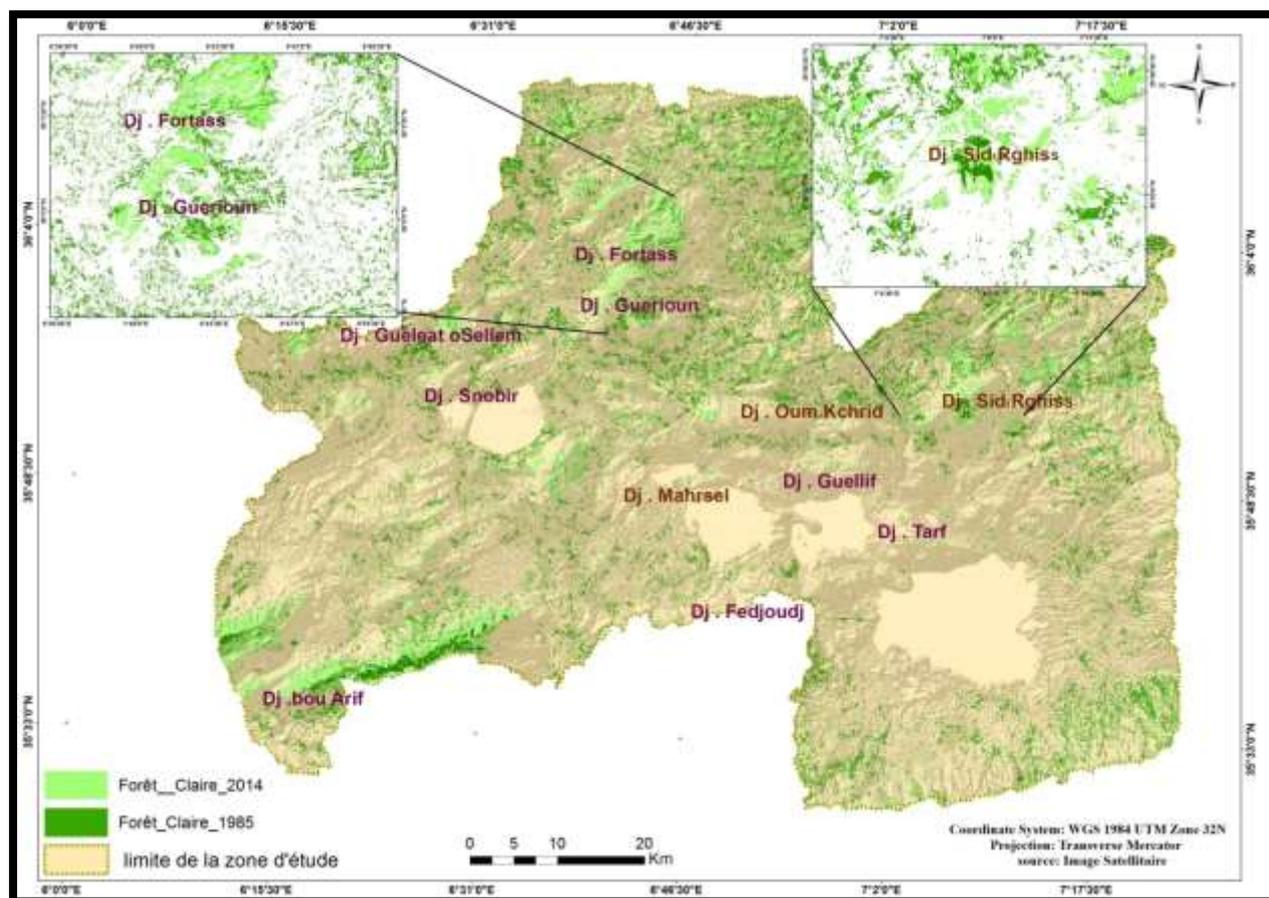


Figure 92 : Etat de la forêt claire entre l'année 1985 et 2014

### I.2.2. Etude de cas : La forêt de Fortass et Guérioun

Pour l'étude de l'évolution du couvert végétal dans la zone d'étude, on a choisi le Mont de Fortass et Gérioune (zone d'Aïn-M'lila), suivant le schéma (Figure 93)

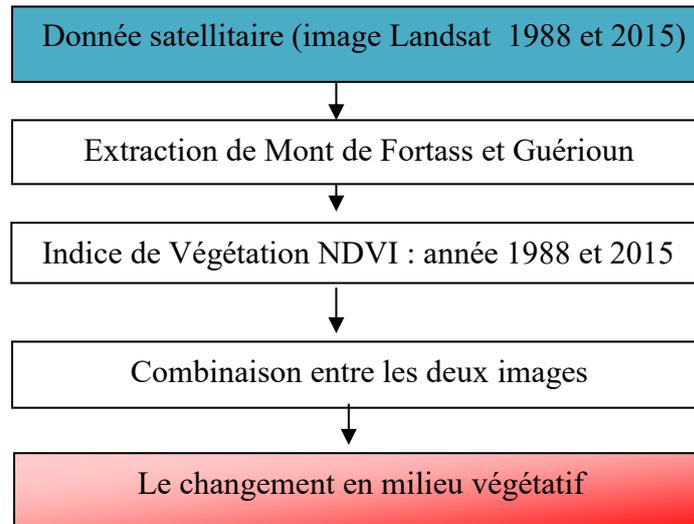


Figure 93 : Schéma méthodologique pour la détection des changements de végétation

#### I.2.2.1. L'indice de végétation NDVI

L'indice de végétation NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) est un indicateur des états phénologiques de la végétation et des variations inter et intra annuelles (Girard C. M., 1999, Bonn, F., 1996.). Il est influencé par les conditions climatiques à savoir l'état de l'atmosphère (humidité, particules solides...)

L'indice de végétation se calcule par combinaison de comptes numériques R (bande spectrale du rouge) et PIR (bande spectrale du proche infrarouge), selon la formule :

$$\text{NDVI} = (\text{PIR}-\text{R}) / (\text{PIR}+\text{R}) \text{ soit, } (\text{XS3}-\text{XS2}) / (\text{XS3}+\text{XS2})$$

L'indice de végétation constitue un seuillage appliqué à chaque image afin de la découper en deux groupes thématiques ; "végétation", "autres composantes que la végétation". Plus l'indice est proche de la valeur « 1 », plus il indique le groupe « végétation », (végétation en pleine activité chlorophyllienne).

En effet, la fin de l'hiver se caractérise par une forte activité chlorophyllienne de toutes les formations végétales. Cela tient à l'abondance pluviométrique des mois de janvier et de février et en partie à la douceur des températures. L'activité photosynthétique est dépendante de la

température, des précipitations et de l'ensoleillement (Samaali .H 2011). Durant le printemps (au début de la deuxième décade d'avril), les valeurs de l'NDVI de la forêt et de la zone céréalière chutent. La baisse de l'activité chlorophyllienne est corrélée au stress hydrique (faibles précipitations et température élevée) qui perdure de mai à septembre. L'NDVI, connaît alors ses valeurs les plus faibles (Samaali .H 2011). Le passage de la teinte claire vers les teintes noire nous indique l'absence d'une activité chlorophyllienne. Le noir et les nuances de gris, des couleurs représentant les surfaces où le couvert végétal est absent (la couleur blanche indique la présence de végétation).

### I.2.2.2. Le changement en milieu végétatif

D'après l'indice de végétation, on conclut qu'il existe trois zones : (Figures 94 ,95)

- ✓ Zone de régression : dans la forêt naturelle (claire) du Dj Fortass (zone bleu).
- ✓ Zone de stabilité : le piémont oriental du Dj Guérioun (zone jaune).
- ✓ Zone de progression : dans le piémont occidental du Dj Guérioun (forêt dense) à la zone de Fesguia (zone rouge), leur surface est 186,05 Ha.

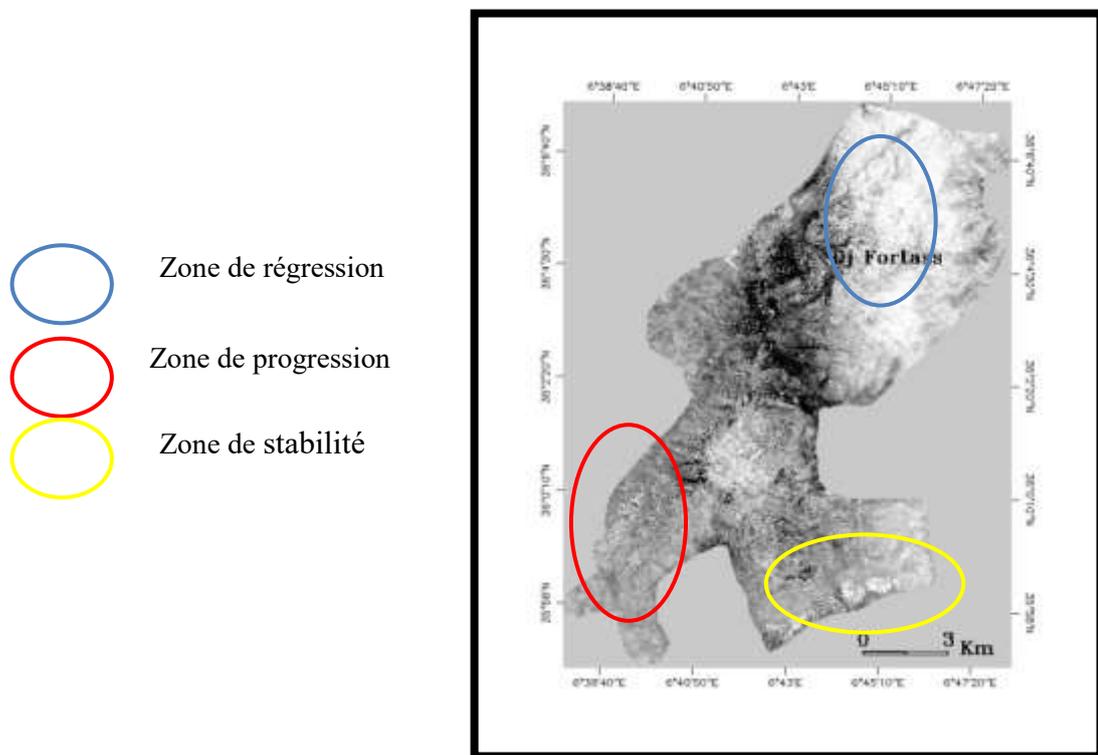


Figure 94 : L'indice de végétation NDVI Mont de Fortass et Guérioun(année 1988)

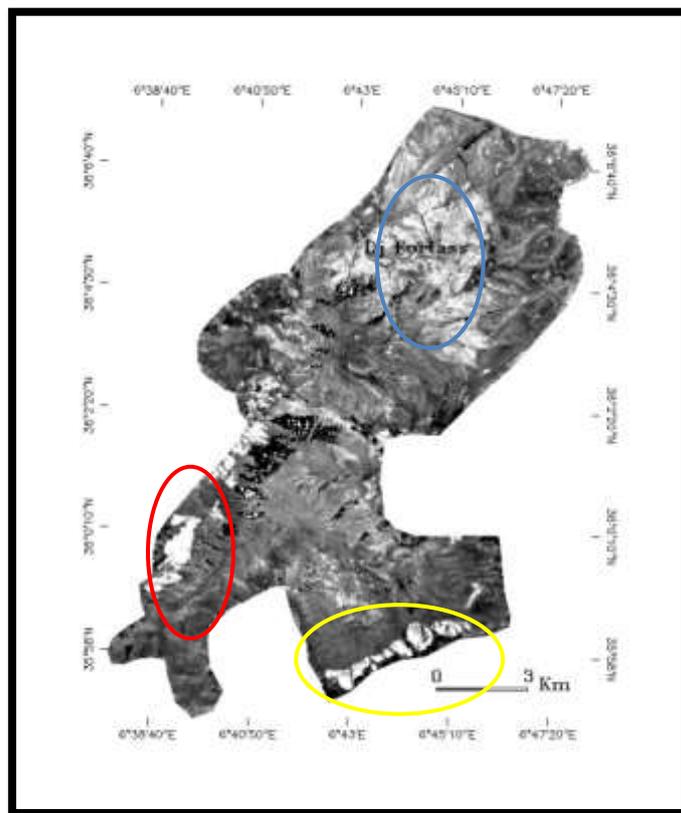


Figure 95: L'indice de végétation NDVI  
Mont de Fortass et Guérioun (année 2015)

### I.2.3. Forêt du Sidi Reghiss

Dj Sidi Reghiss 1635 m présenté comme une immense coupole surgissant de la plaine d'Oum el Bouaghi, on accède à l'étage subhumide. Cette unité couvre par une forêt domaniale très importante (forêt de Hrakta). Sa surface est 1016 Ha (CF d'OEB 2014). Elle couvre des unités forestières à série *génévriers de Phénicie*, *oléastres*, quelques îlots de cèdres, Pin d'Alep et la grande partie le chêne vert. (Photos 19, 20).



Photo 19 : Le cèdre à Sidi Reghiss  
Source :C.F 2014

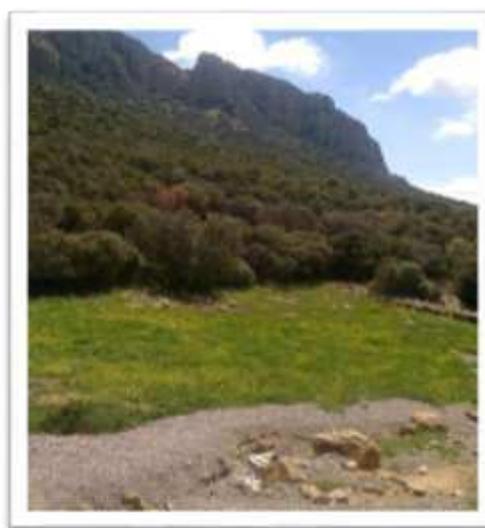


Photo 20 : Le chêne vert à Sidi Reghiss  
Source :C.F 2014

Les étendues forestières du Dj Sidi Reghiss sont été repérées à travers les cartes topographiques aux 1/50000 de 1960 et 1993, les photos ariennes, les images satellitaires de 1985, 2007, 2014 et des levés sur le terrain. D'après la figure 96 ont distinguée trois zones :

**Zone de régression** : présenté par le cercle jaune, cette partie de forêt claire est composée par de chêne vert et quelques îlots de cèdres, durant la période (1954-1980), des secteurs importants ont été défrichés suite à l'influence de plusieurs mécanismes. La forêt de chêne vert qui existe en 1960 et repérée sur les feuilles topographiques aux 1/50000 a connu un recul remarquable dans sa partie nord-est bien que dans sa partie Nord -ouest. Leur surface en 1985 est 80,122 Ha, en 2014 la surface à démunie en 39,69 Ha.

**Zone de stabilité** : présentée par le cercle bleu, cette partie de forêt dense est composée par Pin d'Alep, d'après les visites sur terrain ont constat une certaine stabilité dans la cette partie.

**Zone de progression** : présenté par le cercle rouge, à cause de l'action de reboisement a connu une évolution assez importante entre 1993 et 2000. En effet, plusieurs espèces très adaptées ont été plantées à titre d'exemple, on peut indiquer le reboisement de Pin d'Alep. Sa surface est 169,59 Ha.

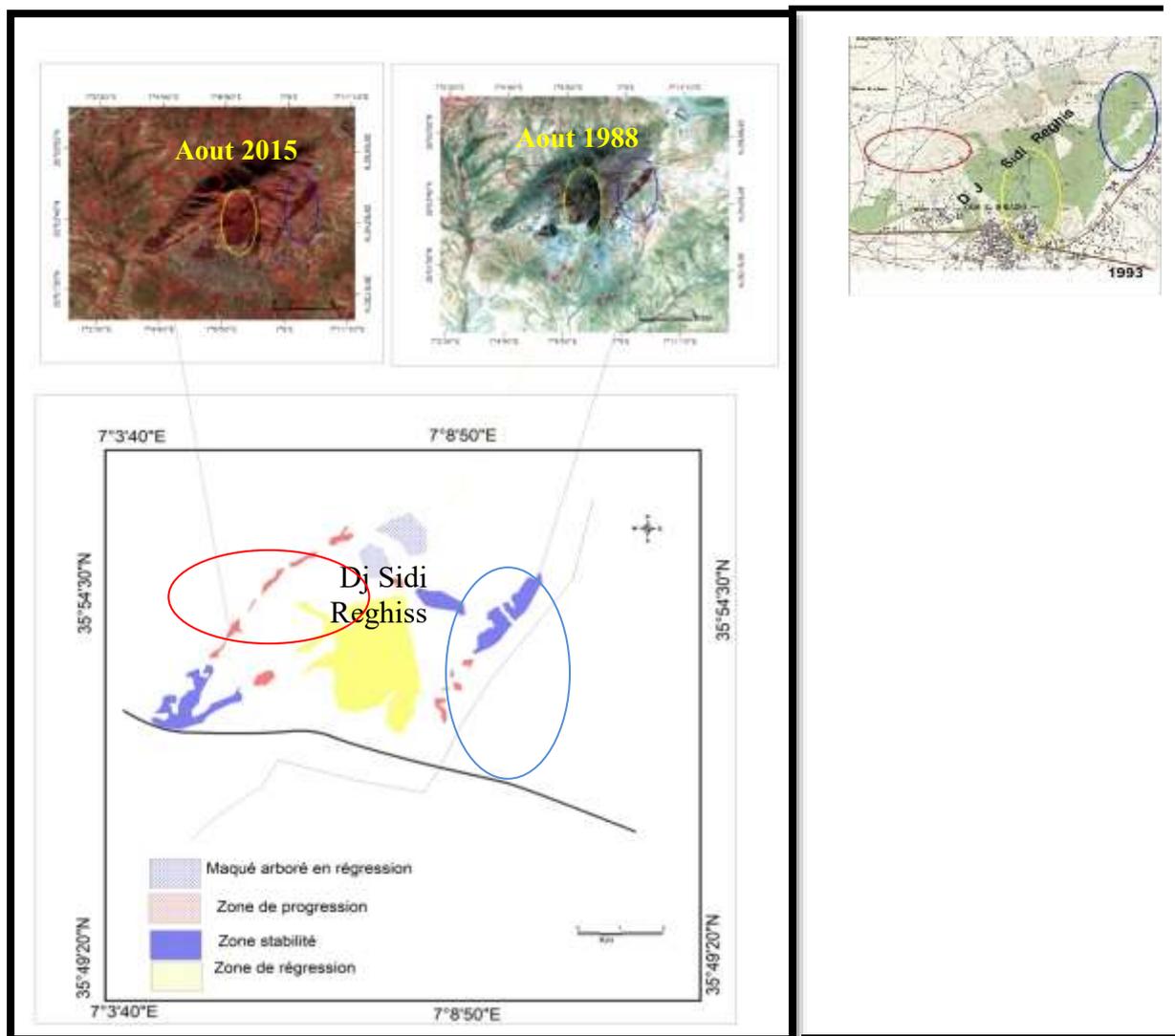


Figure 96: Evolution du couvert forestier de la forêt Sidi Reghiss (Carte topographique 1/50000, images satellitaires et le terrain)

## II. Evolution urbain entre 1985 et 2014 : Une extension spatiale du bâti assez remarquable

Notre objectif dans cette partie est suivre l'extension spatiale du bâti, et présenté les conséquences sur l'environnement.

## II.1. Apport de la télédétection et des SIG à la cartographie de l'évolution des espaces urbains

Le développement de la télédétection satellitaire et des différents outils informatiques, offre une aide incontournable pour l'étude des espaces urbains à évolution rapide. L'harmonisation, le traitement et l'intégration des données à différentes dates et échelles dans un système d'information géographique facilitent la cartographie et le suivi de la dynamique urbaine, la réalisation d'une cartographie thématique de base couvrant l'ensemble de la ville offre finalement cette vision globale du fait urbain. L'intérêt de l'approche thématique était d'identifier et d'analyser l'état des lieux et des transformations spatiales en relation avec la croissance urbaine de quelques villes.

Cependant l'approche méthodologique vise à développer une analyse qui facilite l'utilisation de la télédétection dans des études de suivi des milieux urbains. (Samaali H 2011)

L'évaluation de la qualité des classifications supervisées par des images Landsat 1985, 2007 et 2014 met en évidence des confusions majeures et visuelles entre la classe « espace Bâti », la classe « plans d'eau » présenter par les chotts et les sebkhas de la zone et la classe de sol nu (terrains rocheux), celle-ci est le résultat d'une ressemblance dans les valeurs radiométriques des pixels de chaque thème. En effet, les allures des signatures spectrales de l'espace bâti et des minéraux (croute du sel) en général sont toujours très rapprochées en termes de réflectance.

L'examen des cartes nous a permis de suivre et de quantifier l'extension spatiale du bâti depuis 1985 (Figure 97). En effet, on remarque une évolution annuelle remarquable de l'espace bâti.

À partir du tableau 36 et les figures 97,98 la surface de l'espace bâti dans la région d'Oum El Bouaghi, a passé de 191,31 km<sup>2</sup> en l'année 1985 à 564,50 km<sup>2</sup> en l'année 2014.

Année	1985	2007	2014
La surface en %	3,16	5,93	9,34
La surface (Km <sup>2</sup> )	191,31	358,42	564,50

Tableau 36 : Evolution de la surface de l'espace Bâti

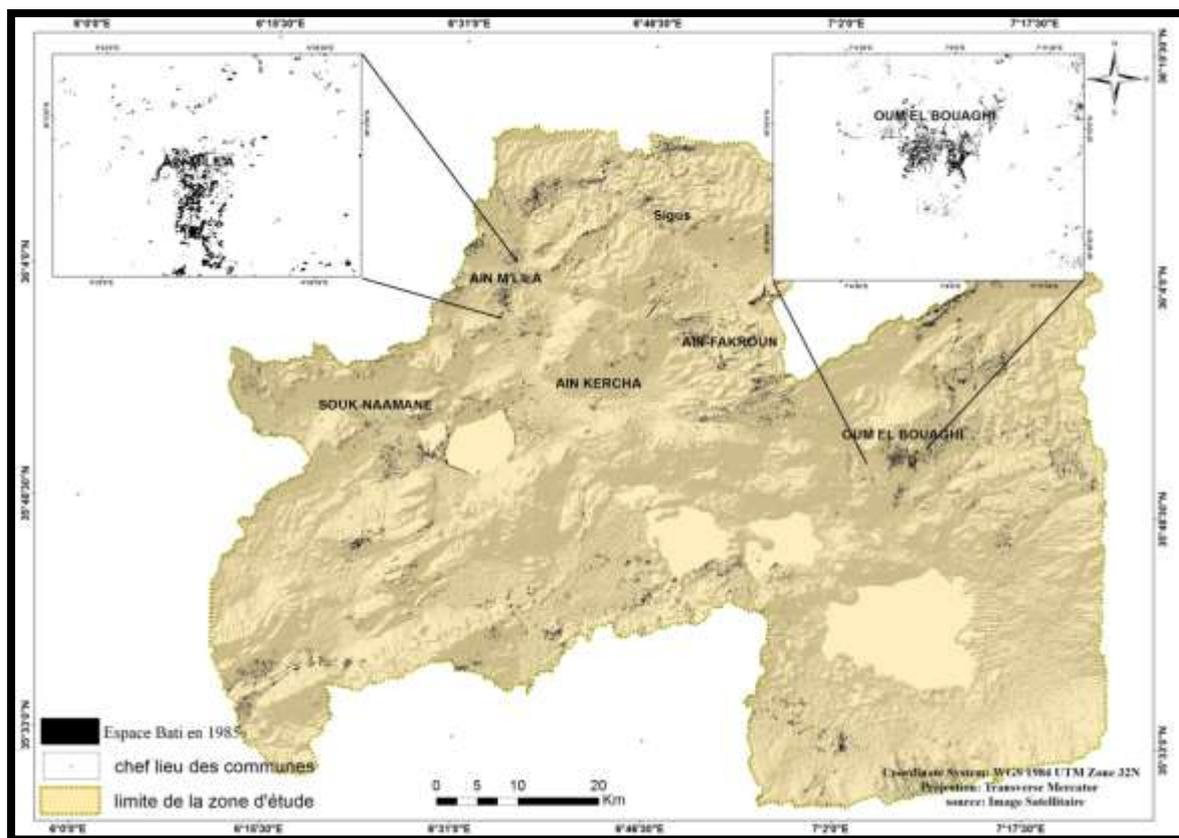


Figure 97 : L'espace Bâti dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 1985

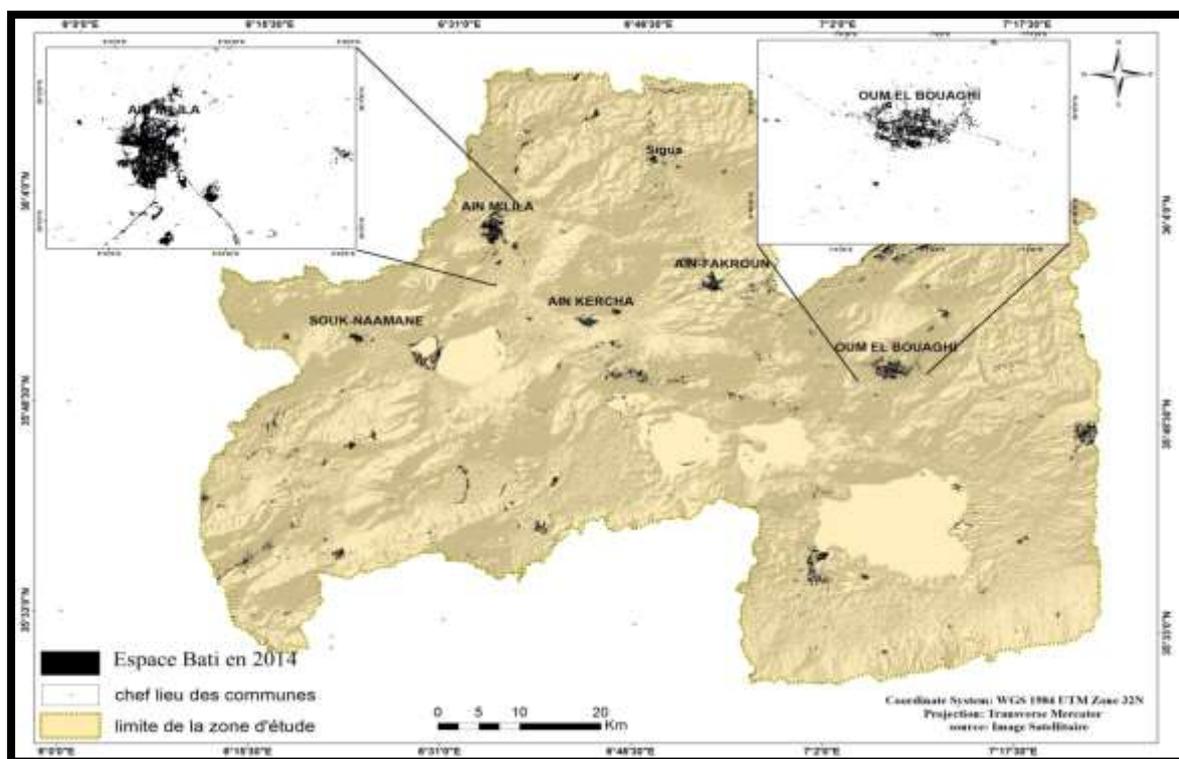


Figure 98 : L'espace Bâti dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 2014

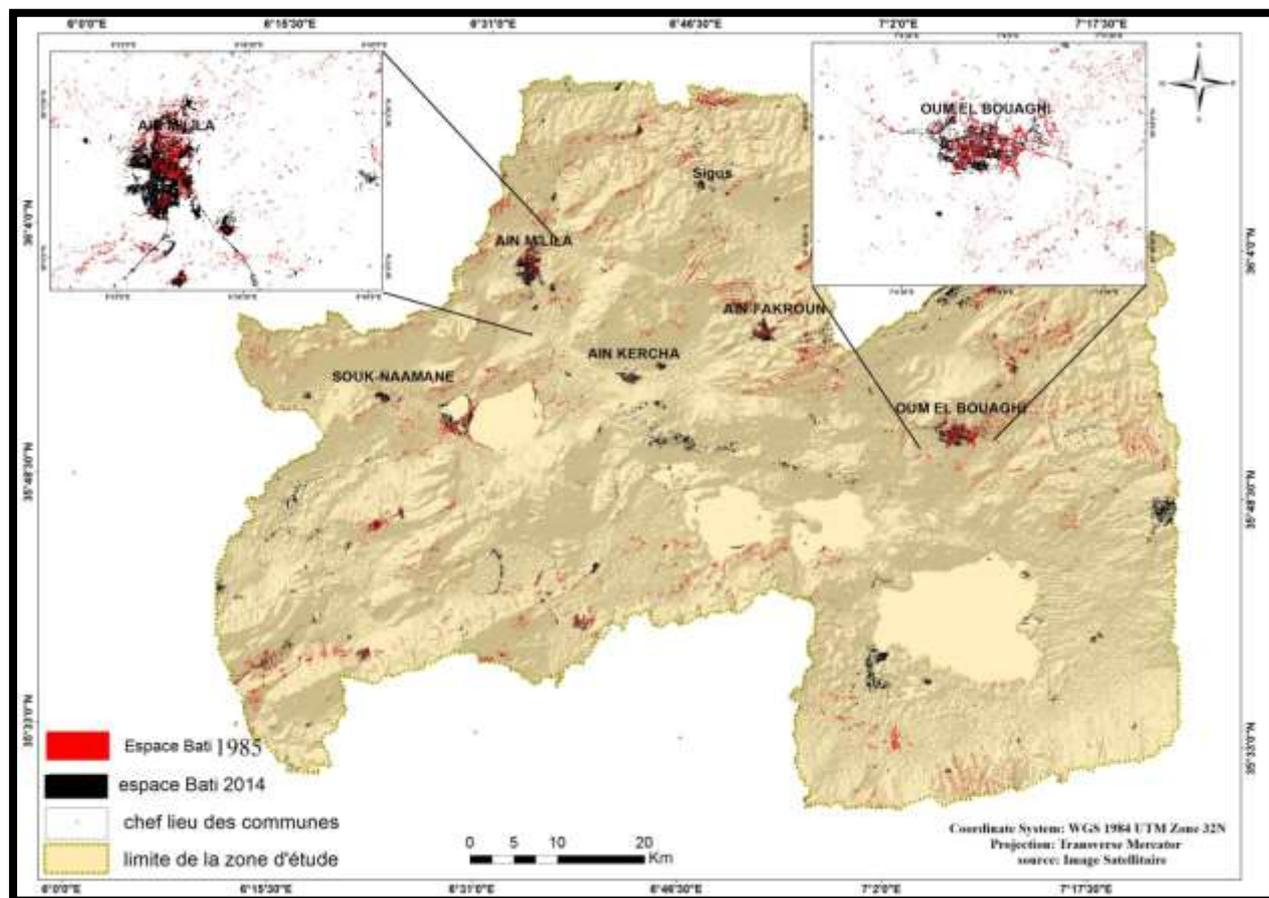


Figure 99 : L'étalement urbain dans la région d'Oum el Bouaghi entre 1985 et 2014

## II.2. L'extension des villes

A cause de la confusion visuelle entre la classe « espace Bâti » la classe « plans d'eau » présenté par les chotts et sebkhas et la classe sol nu, on essayera de démontrer l'extension spatiale des villes à l'aide des photos interprétations et des cartes topographiques pour les villes suivantes : Oum El Bouaghi, Aïn-Fakroun , Aïn-M'lila, Aïn-Kercha et Sigus

### II.2.1. La ville d'Oum El Bouaghi

En 1880 une première administration coloniale fut installée à Oum El Bouaghi dans un fort construit 1847 en annexe à une tour romaine. Une commune mixte se nommait CANROBERT. A partir de cette date, la ville a passé par plusieurs phases d'urbanisme : (Figure 100)

- **1896-1920** : cette période a connu la première apparition du noyau de la ville à côté de la route nationale N°10, en couvrant une surface de 34 ha, avec un nombre d'habitants 650 (DPAT OEB 2014)

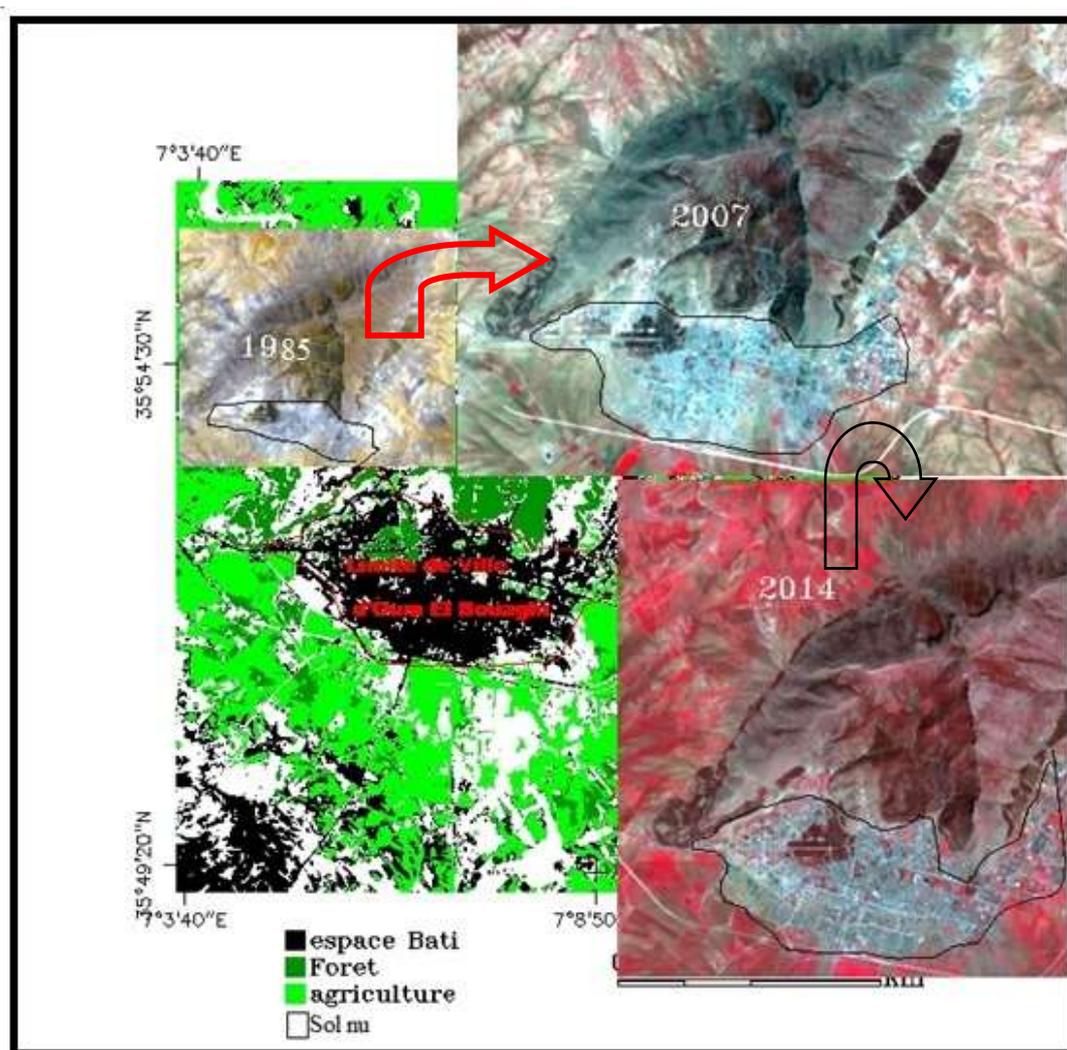


Figure 100 : Evolution de la ville d'Oum El Bouaghi entre 1985 et 2014

**1921-1953** : l'extension de la ville a pris le côté Est du noyau, forment des maisons anarchiques, et au sud-ouest, avec une population 2381 habitants (recensement 1954).

**1954-1973** : un développement anarchique dû à l'immigration durant la révolution qui s'est produit après l'indépendance, la surface de la ville 79 ha avec une population 8989 habitants

**1974-1987** : développement rapide de la ville, la ville d'Oum El Bouaghi a bénéficié d'un découpage administratif en obtenant une promotion de chef-lieu de la wilaya, de ce fait, il est apparu des nouveaux cités (ZHUN), la surface de la ville a augmenté jusqu'à 217 ha avec une population 34257 habitants (DPAT OEB 2014)

**1987-2007** : la surface de la ville atteint près de 739,4 ha, avec une population 47046 habitants (estimation DPAT OEB).

**2007-2014** : la surface de la ville atteint près de 938,3 ha, avec une population 91392 habitants (Estimation 2014).

#### II.1.2.1.1. Conséquences de l'extension de la ville : Les inondations

La ville d'Oum El Bouaghi (Canrobert) est située au piémont du Dj Sidi Reghiss, où coule un nombre important des oueds et Chaabat descend du versant (Figure 101).

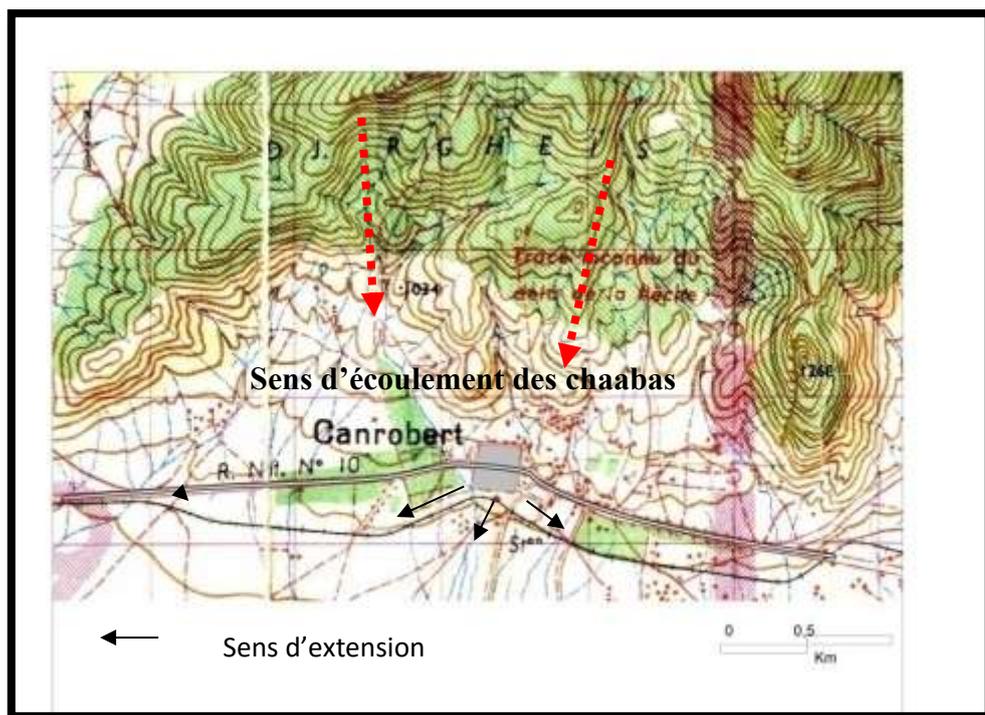


Figure 101: La situation de la ville d'Oum El Bouaghi (source : carte topographique 1/50000 de 1960)

Extension de la ville d'Oum El Bouaghi à partir de 1976 nécessite des aménagements des oueds (oued Meroui et Kouider) et éliminations des Chaabat qui présentent un risque d'inondation pour la ville.

Ces aménagements n'ont pas empêché des inondations (partie sud) en 1979, 1989, 2002 avec des conséquences graves (DHW OEB2014).

### **II.2.2. La ville d'Aïn-Fakroun**

La commune d'Aïn -Fakroun issue de l'ex commune mixte d'Aïn-M'lila a été créée à la suite de l'éclatement de cette dernière en 1957 (PDAU 1986). Le noyau occupé par les Européens en plan en damier.

Après l'indépendance la ville a connu un développement urbain important à cause de sa situation géographique.

La ville a passé par plusieurs phases d'urbanisme : (Figure 102) (les plans d'urbanisme 1977 et 1986 :

**-1957-1972** : d'après le plan d'urbanisme 1977, la ville a connu une prolifération des constructions illitales, notamment dans la zone périphérique, extension de la ville vers Nord - ouest (Mecte Bir Sedra, et El Hirech) et vers le sud la surface de la ville est 51,48 ha.

**-1985-1993** : durant cette période la ville connaît une importante croissance urbaine. A partir de 1988 la ville connaît le lancement de deux grands lotissements à l'ouest de la ville. En 1992 un programme de 502 logements sociaux et 500 logements de type RHP au sud. Cette expansion vers le sud et l'ouest portera une superficie en 1993 à 340 ha. Cette période aussi correspond à un développement commercial remarquable, la ville de devenir un pôle commercial à rayonnement national (Adad Med C et al 2011).

**-1994 - 2007** : la ville a connu une mutation importante sur le plan urbain, extension vers le sud de la RN 10, la surface de la ville atteint près de 394,10 ha.

**-2007- 2014** : la surface de la ville atteint 500 ha et toujours extension vers le sud -est et Ouest.

#### **I.2.2.1. Conséquences d'extension de la ville**

Le développement urbain de la ville d'Aïn-Fakroun est suivi par :

- Utilisation à outrance du foncier urbain (Adad Med C et al 2011).
- Des impacts négatifs sur l'environnement (les déchets, pollution, inondation...). (Photos 21, 22).
- Dégradation du cadre de vie urbain.

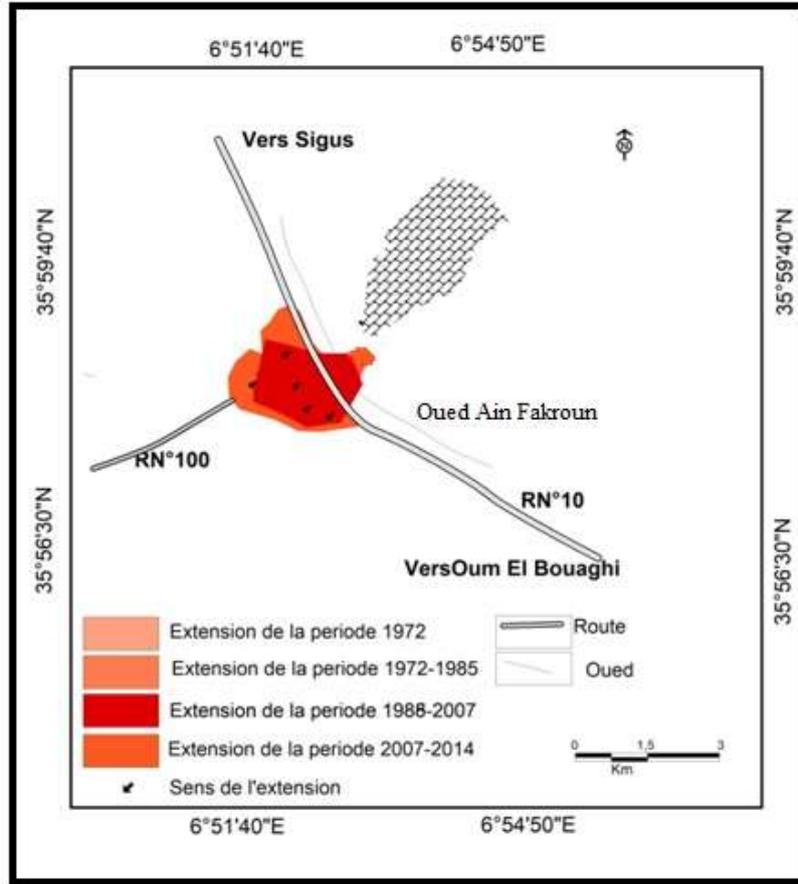
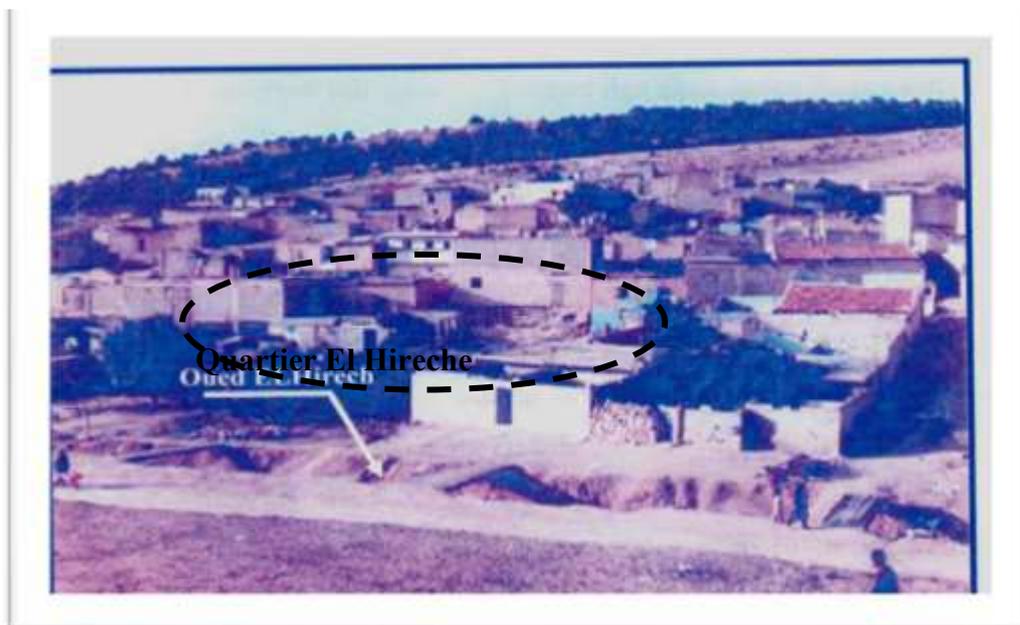


Figure 102 : L'extension spatiale de la ville d'Aïn-Fakroun entre 1972 et 2014 (Photo aériennes 1972, carte topographiques 1/50000 et images Landsat)





Photos 21, 22 : L'impact de l'extension urbain (La partie nord -Ouest de la ville d'Aïn-Fakroun en 2000 (El Hirech) (source :APC d'Aïn-Fakroun)

### II.2.3. La ville d'Aïn-M'lila

On délimite l'espace bâti de la ville, à l'aide du logiciel du SIG (Mapinfo, Arc GIS ...) et la photo-interprétation.

La ville d'Aïn-M'lila constitue le cœur de la région d'Oum El Bouaghi, à cause de sa place économique et sociale, soit dans le passé ou à l'heure actuelle. Elle est considérée comme pôle attractif (PDAU 2004).

La ville est passé par plusieurs phases d'urbanisme, et pour étudier la dynamique urbaine on a suivi les étapes suivantes : (Figure 103)

La délimitation de l'espace bâti à partir de photo aérienne de l'année 1972 et images satellitaires de l'année 2014. Après la superposition à l'aide de logiciel Mapinfo10, on remarque l'extension de la ville vers deux axes (vers le chef-lieu de la wilaya Oum El Bouaghi et la wilaya de Batna) ; la surface du bâti en l'année 1972 est estimé par 13,4 Km<sup>2</sup> et en l'année 2014 par 114,8 Km<sup>2</sup> (le chef-lieu Aïn-M'lila).

(232 Km<sup>2</sup> par un ensemble des pôles ou centres de vie comme : Fourchi, J'did Malou, Bir Ben Ayed, V.S.A et Soualhia) (PDAU 2004).

La ville d'Aïn-M'lila caractérisé par une densité très importante, soit 300.93 hab/Km<sup>2</sup>, avec un taux d'agglomération estimé à 72.57 %, c'est à dire la majorité de la population est localisé au niveau du chef-lieu ((PDAU 2004) (Figure 104).

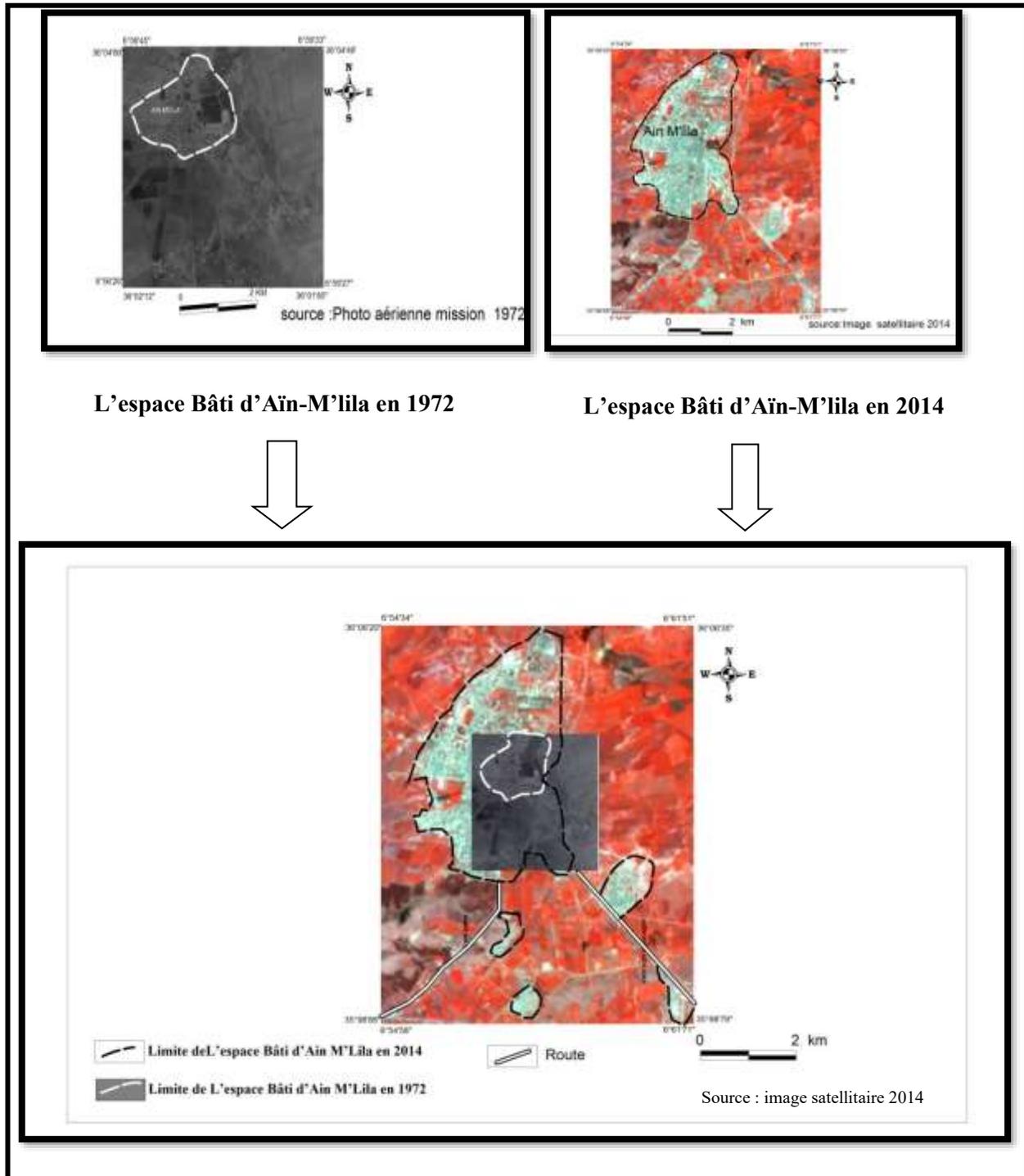


Figure 103: Méthodologie pour l'étude de la dynamique urbaine de la ville D'Aïn- M'lila entre 1972 et 2014

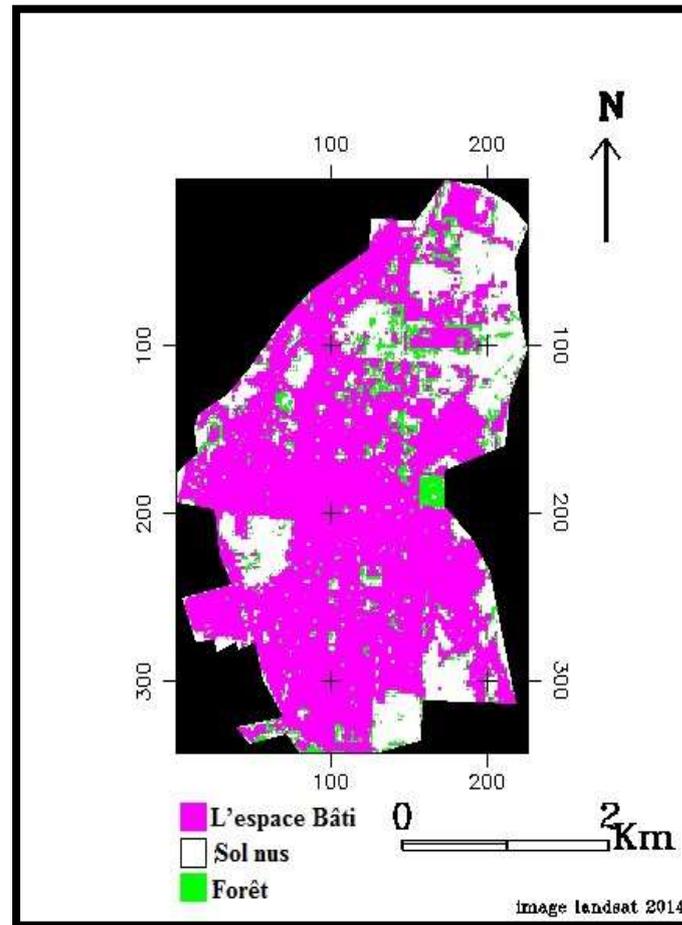


Figure 104 : L'occupation du sol dans la ville d'Aïn-M'lila (2014)

#### II. 2.4. La ville d'Aïn-Kercha

Le territoire de la commune urbaine d'Aïn-Kercha, située au Sud- Est de la région d'Oum El Bouaghi, promue au rang de chef-lieu de daïra en 1990.

La ville a passé par plusieurs phases d'urbanisation surtout après l'indépendance jusqu'à l'heure actuelle, mais l'extension de la ville a été limité par plusieurs contraintes telles que : la contrainte physique (hydrologique : présence des oueds) et les terrains agricoles à haut rendement.

La ville d'Aïn-Kercha est limitée au Nord par oued Kercha qui constitue une contrainte pour l'extension de ville à cette direction, de ce fait la ville a été orienter vers les autres directions (Figure 105). À partir des photos aériennes et les images de Google Earth, les limites de la ville en 1972 et les limites en 2014 sont superposé pour montrer le développement de la ville qui se manifeste surtout dans la partie Est. La partie sud-Est de la ville est occupée par des habitations

illicites (quartier kricha) qui constitue une contrainte pour l'oued Kricha (le couloir de servitude) et crée des inondations.

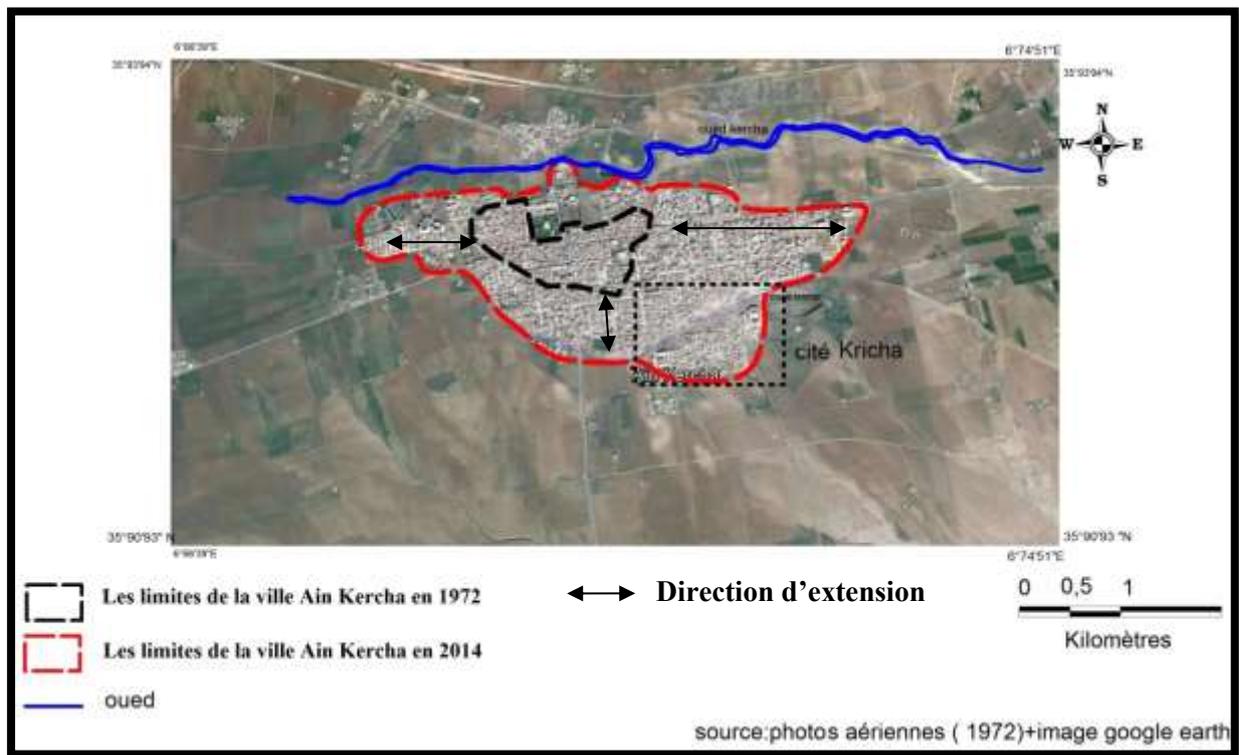


Figure 105 : L'extension de la ville d'Aïn-Kercha entre 1972 et 2014

### II.2.5. La ville de Sigus

Le premier noyau de la ville de Sigus est trouvé à proximité de l'oued El Klab une localisation stratégique afin de satisfaire ses différents besoins en eau. Au fil de son histoire, Sigus a vécu des mutations majeures pour aboutir aujourd'hui à une agglomération couvrant à peu près une surface de 25,7 km<sup>2</sup> pour une population supérieure à 20015 habitants (APC de Sigus 2014).

On peut résumer ces mutations en deux périodes majeures. La période coloniale (jusqu'au 1962) a été l'époque de la création de la ville nouvelle, dite « Européenne ». L'oued El Klab irriguait les jardins dès les plaines limitrophes à la ville.

La période d'indépendance correspond à l'explosion démographique de la ville, d'après les plans d'urbanisme, la ville à connaître une prolifération des constructions, extension de la ville vers Nord -Est et vers le sud-ouest. La surface de la ville est estimée à 1,048 km<sup>2</sup> en 1972 ; en 2007 : 20,7 km<sup>2</sup> et en 2014 atteint 25,7 km<sup>2</sup>. (Figure 106)

Cette croissance démographique a été accompagnée par un développement anarchique et chaotique, et le plus souvent incontrôlable, du tissu urbain, ce qui a eu pour conséquence de nombreuses installations dans des zones inondables (le couloir de servitude d'oued El Klab), causant de nombreux problèmes environnementaux. (Photos 23, 24).





Photos 23, 24 : L'extension urbaine de la ville de Sigus dans le couleur de servitude d'oued El Klab (Source : APC sigus 2014)

A l'origine les villes (Oum El Bouaghi, Aïn-Fakroun, Aïn-M'lila, Aïn-Kercha et Sigus) été localisées loin de la montagne et des oueds (zone à risque), l'urbanisation accélérés actuelle se traduit par une avancé et une descend de la ville à la direction de ces zones à risque, au final la ville d'aujourd'hui est directement exposées au risque.

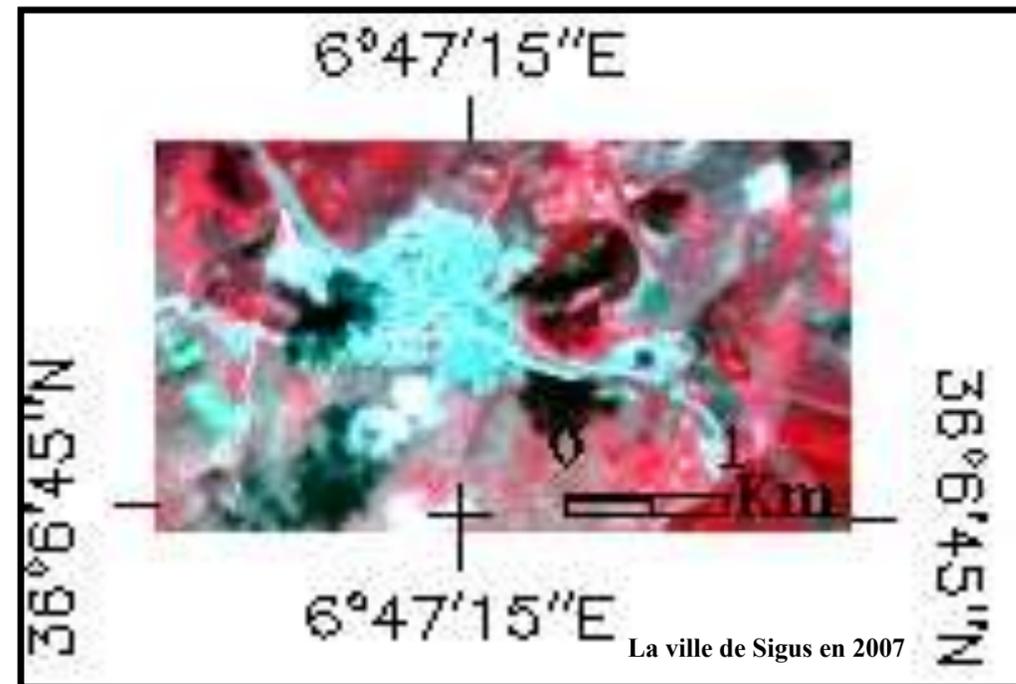
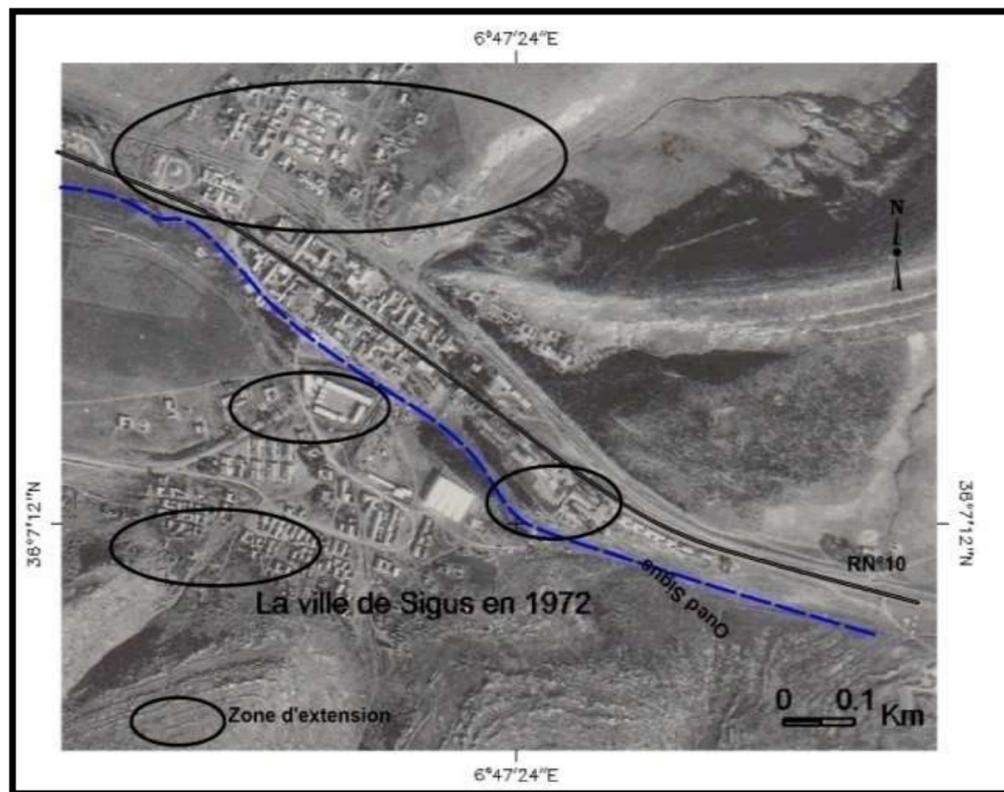
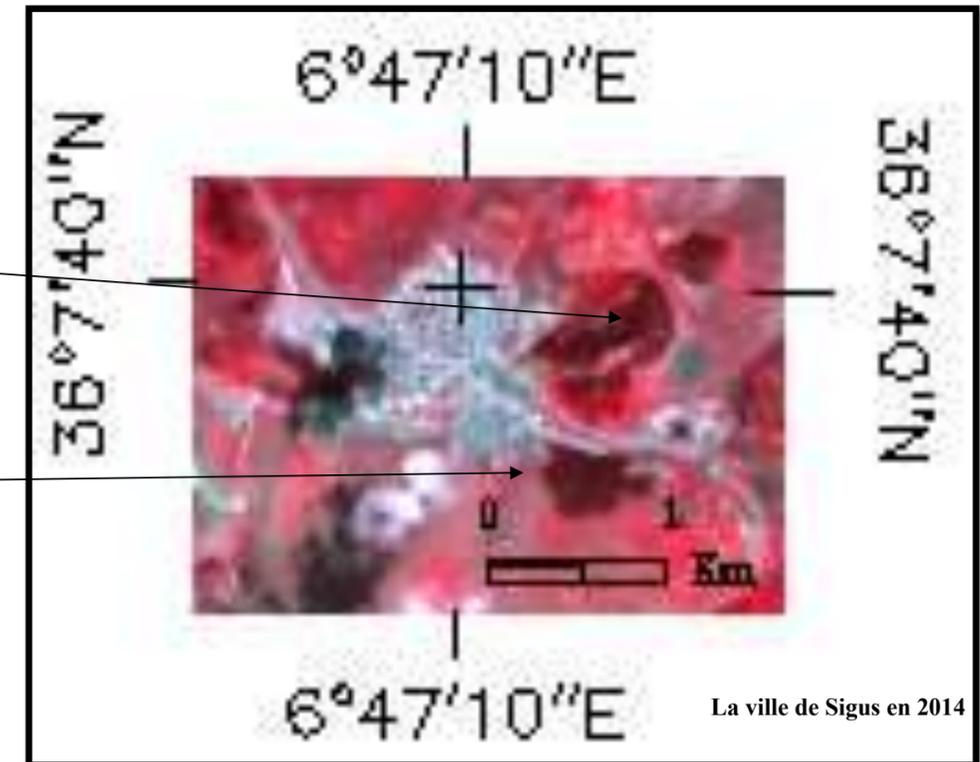


Figure 106 : L'extension spatiale de la ville de Sigus entre 1959 et 2014  
(Photo aériennes 1959, 1972, et images Landsat -2007-2014)

### III. Variabilité des Plans d'eau : Augmentation de la surface

La classe des plans d'eau regroupe : les zones humides, stagnation des eaux pluviales, Oued, barrage, lac artificiel ....., on constate l'augmentation de la surface des plans d'eau entre 1001,13 km<sup>2</sup> en 1985 à 1810,39 en 2014 (Figures 107 ,108)

A titre exemple, on va étudiés la classe des zones humides dans cette partie par. La stagnation des eaux et les zones inondables comme étant des impacts de la dégradation seront étudiées dans la quatrième partie.

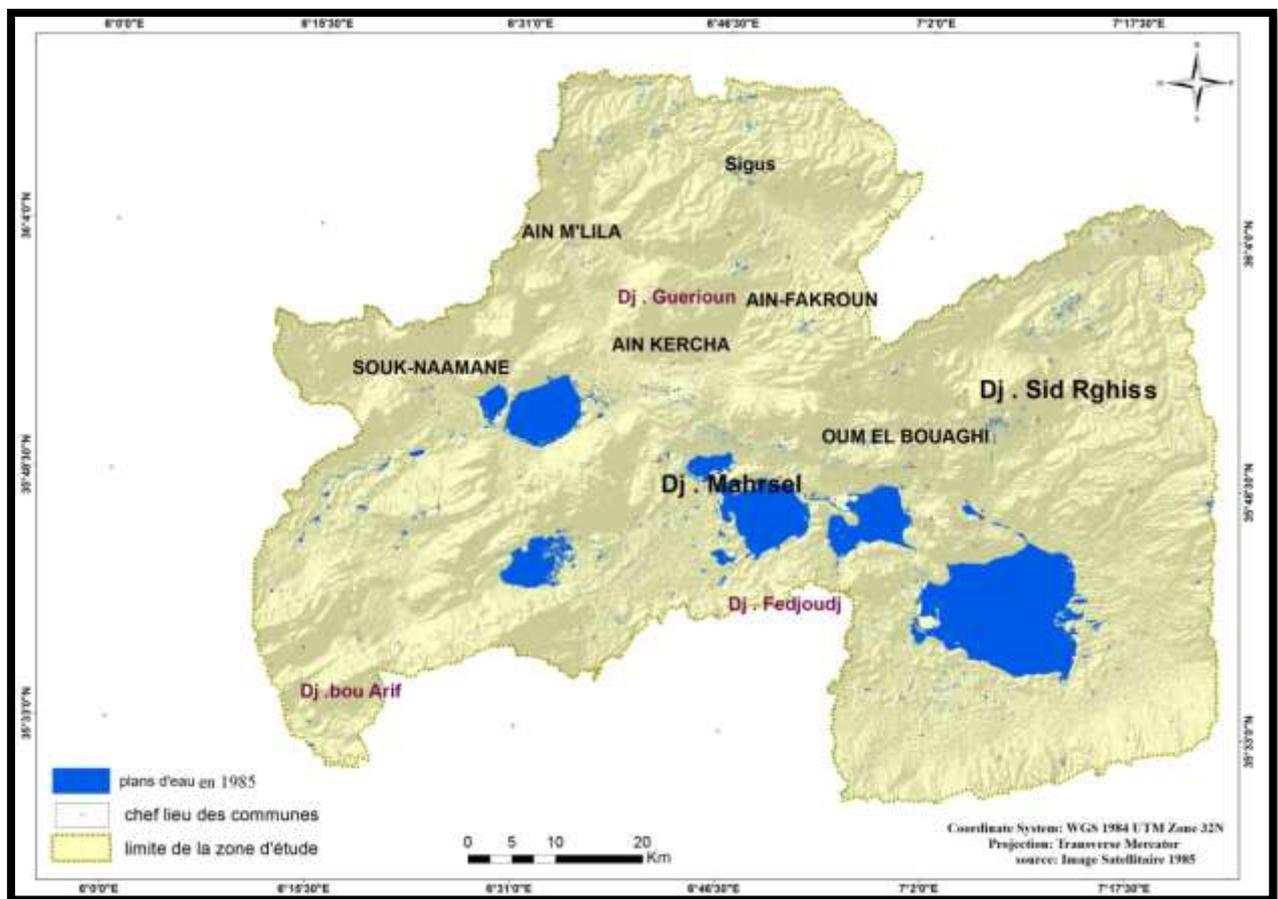


Figure 107 : Les plans d'eau dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 1985

### III.1. Evolution des zones humides (sebkhas et chotts)

La cartographie de l'évolution des sebkhas et chotts est possible à partir de l'exploitation de différents documents constituant notre base de données SIG.

En se basant sur les différents travaux qui se sont intéressés au traçage du recouvrement de la sebkha (Bouhata.R 2007, 2015) (Yahaioui .N 2014)

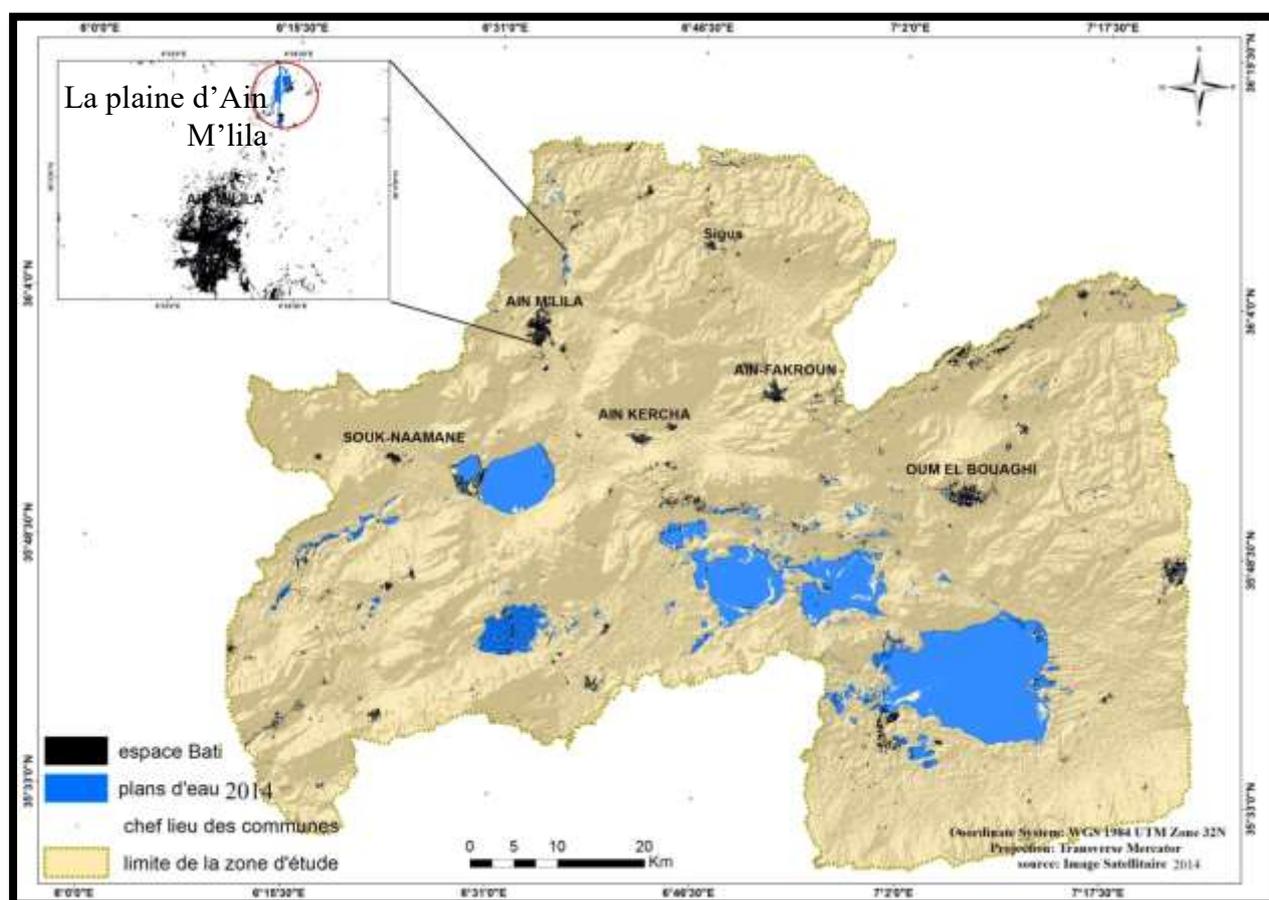


Figure 108 : Les plans d'eau dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 2014

La superposition des cartes d'occupation du sol de 1985 et 2014 (la classe de plans d'eau) par le logiciel Arc Gis 10.1 permet de connaître l'évolution, la dynamique et même de calculer la surface évoluée ou réduite en fonction des temps.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Année	1973	1988	1985	2000	2007	2014
Surface (Ha)	49138,74	51377,94	51945,56	53121,78	5678,89	64754
Taux d'évolution %	9,37	9,81	9,91	10,14	10,83	12,34

Source : Bouhata 2007, 2015+ Yahaoui. N 2014+ traitement l'auteur

Tableau 37 : Evolution de la surface des sebkhas et chotts

D'après le Tableau 37 ont distingué :

La surface de la sebkha et chott a évolué par 2,97 % entre 1973 et 2014.

Du point de vue risque, deux types de risques naturels sont associés à l'évolution ou à la Dynamique de ses sebkhas et chotts : le risque d'inondation et le risque de salinisation des sols (Bouhata, 2007, 2015).

### III.1.1. Etude de cas : Chott Tinsilt

Chott Tinsilt est une zone humide située dans la partie nord-ouest entre la plaine d'Ouled Zouaï et Souk-Naâmane, il est classé comme site Ramsar depuis le 12 décembre 2004.

La surface de bassin versant est 10300 ha avec une profondeur maximale de 0,5 m (C.F 2014).

Le chott est alimenté par les eaux pluviales de l'oued Ben Zerhaïb en grande partie, et du côté Nord-Ouest par les eaux usées provenant de Souk -Naâmane avec de petites quantités. La sortie des eaux se fait du côté Sud- Ouest, et contourne le site pour rejoindre Sebkh El Zmmoul. (Figure 110).

La conservation des forêts de la commune de Souk-Naâmanea procédé à des travaux d'aménagement de chott Tinsilt en 1982, par la réalisation des canaux de drainages des eaux des surfaces vers chott Tinsilt et transférer l'excès d'eau à partir de chott Tinsilt vers sebkha EL Zammoul par un canal de déviation.

Cet aménagement pour protéger les terres agricoles limitrophes du chott (l'inondation et la salinisation)

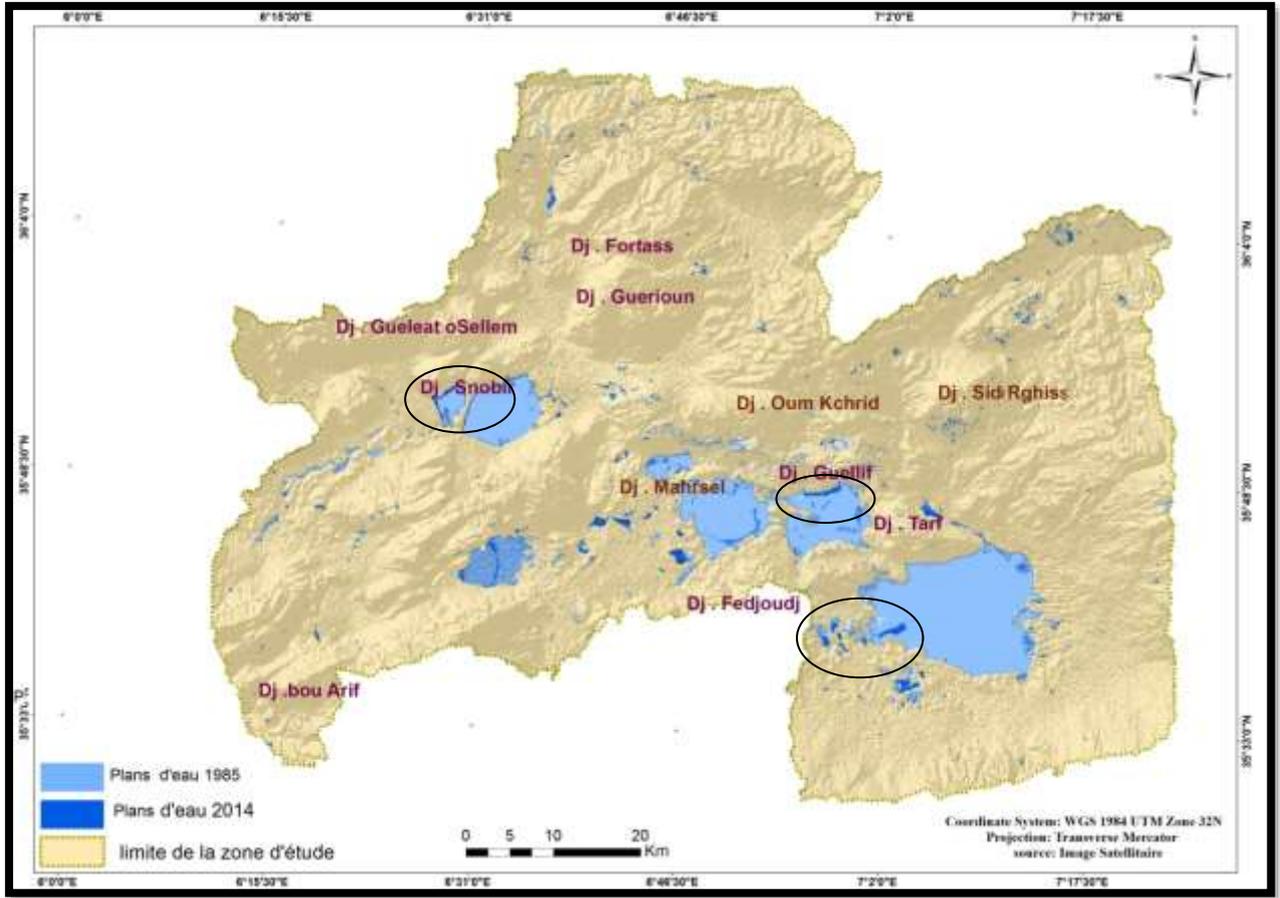


Figure 109: Evolution des plans d'eau entre l'année 1985 et 2014

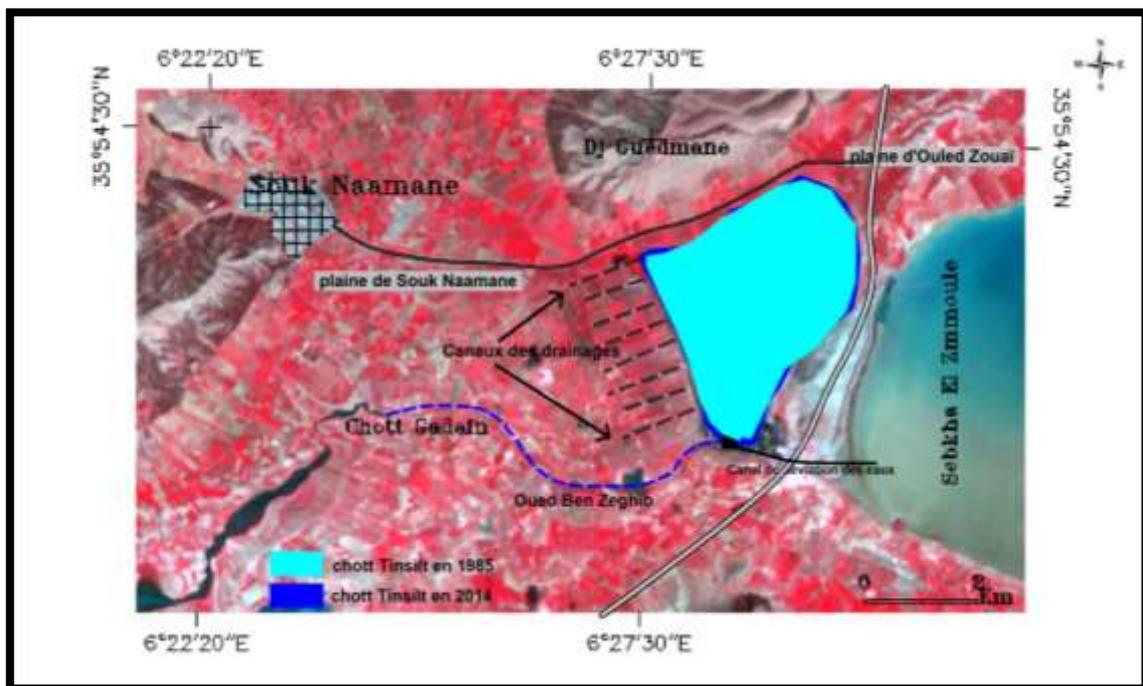


Figure 110 : Localisation et état de chott Tinsilt

A partir de 1990 tous ces aménagements sont dégradés (photos 25, 27), Les canaux sont détruits et bloqué par les différents déchets résultants des activités humaines et aussi par l'absence d'entretien, ce qui les rend inutiles.

Actuellement et à cause de l'absence de suivi et d'entretien, les eaux de surface sont diffusées latéralement vers les terres agricoles limitrophes, ce qui a engendré l'apparition des néo chotts et la salinisation des sols (Bouhata. R 2015) (photo 27).



Photos : 25, 26 : l'état des ouvrages d'aménagement hydraulique au niveau de chott Tinsilt (source :Bouhata.R 2015)



Photo 27 : Un néo-chott (zone de Souk-Naâmane) (photo prise par l'auteure 2014)

## Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre nous avons effectué une étude diachronique de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi à travers les techniques de la télédétection, le système d'informations géographiques et les photo-interprétations.

La superposition des cartes d'occupation des sols de 1985 et 2014 à montrer le changement de l'environnement spatial et temporel. Il s'agit du : (Figure 111)

- ✓ **Domaine forestier** : dans la période de 29 ans (1985 à 2014) la surface de la forêt dans la région est démunie de 1881,24 km<sup>2</sup> à 1102,84 km<sup>2</sup>.

Pour montrer clairement cette dégradation on a choisi deux cas :

-La forêt de Fortass et Guérioun : par le calcul de l'indice de végétations (NDVI) utilisons le logiciel ENVI 4.7, la superposition de l'indice montre qu'il y trois zones : zone de régression, zone de progression et zone stabilité

-La forêt du Sidi Reghiss : l'étude de l'évolution du couvert végétal dans cette forêt se fait par la superposition des cartes topographiques, images satellitaires et des relevés sur le terrain on a distingué encore trois zones.

- ✓ **L'extension spatiale du bâti** : dans cette partie nous avons étudié et suivi l'extension spatiale du bâti, et présenté leurs conséquences sur l'environnement.

La région d'étude a connu une évolution urbaine assez remarquable entre 1985 et 2014, la surface du bâti à passer de 191,31 km<sup>2</sup> à 564,50 km<sup>2</sup>. A titre d'exemple, on a démontré l'extension spatiale à travers les villes d'Oum El Bouaghi, d'Aïn-Fakroun, d'Aïn-M'lila, d'Aïn-Kercha et Sigus.

Le développement urbain de chaque ville a eu des impacts négatifs comme utilisation à outrance du foncier urbain, les déchets, la pollution, les inondations, la dégradation du cadre de vie urbain...

- ✓ **La variabilité des plans d'eau** : ont constaté une augmentation de la surface des plans d'eau (zone humide, stagnation des eaux, barrages ...) entre 1001,13 km<sup>2</sup> en 1985 à 1810,39 km<sup>2</sup> en 2014, pour les zones humides (sebkha et chott) leur surface a évolué, par 2,97 % entre 1973 et 2014.

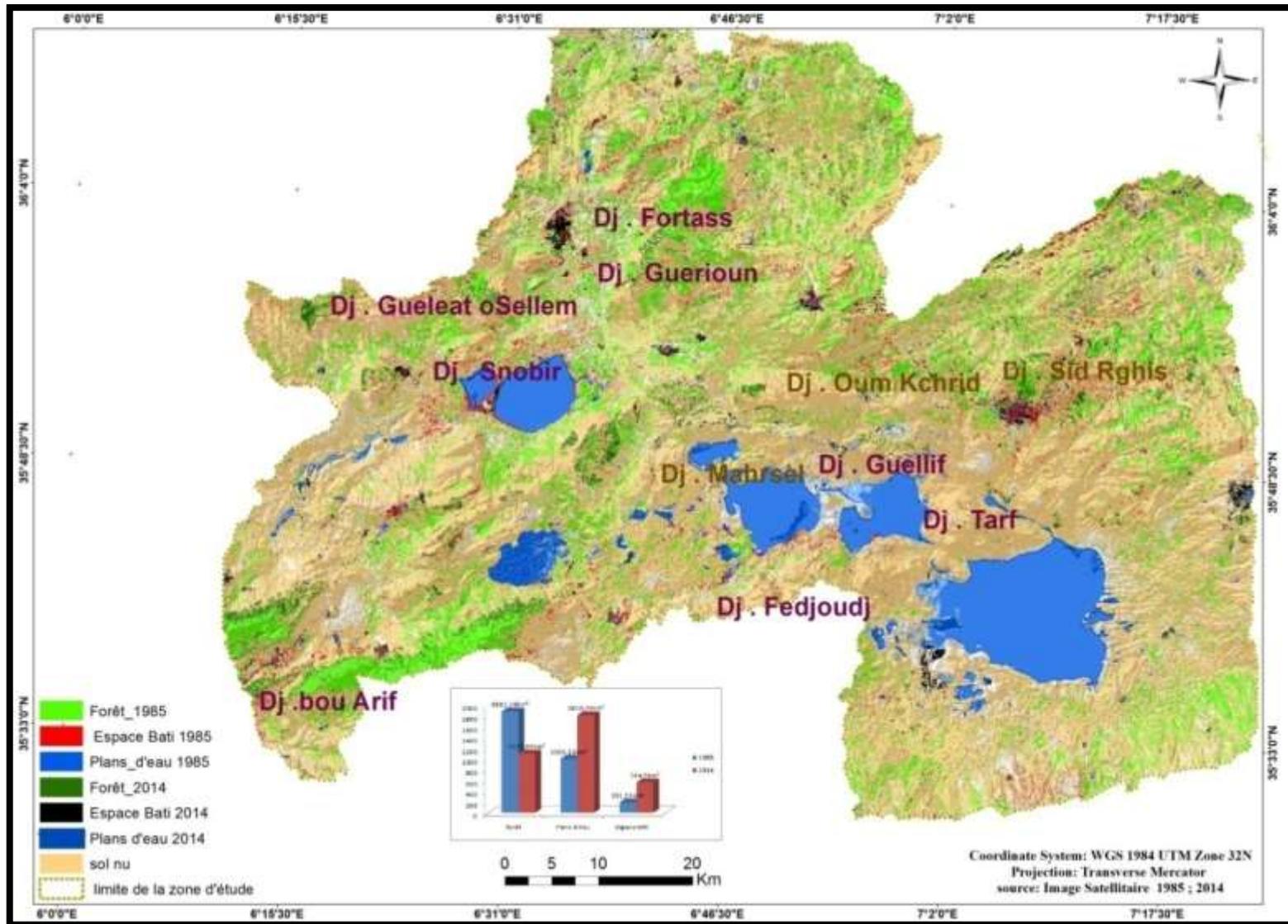


Figure 111 : Le changement diachronique des Forêts, des plans d'eau et du Bâti entre Les années 1985 et 2014 dans la région d'Oum El Bouaghi

## **Conclusion de la troisième partie**

La dégradation de l'environnement bien établie, nous pouvons utiliser des techniques cartographiques pour mieux cerner les différents aspects du changement de l'environnement sur la base de changement d'occupation du sol grâce à l'outil SIG.

Cette partie est basée sur le croisement et la comparaison des données utilisées, celles de télédétection, la photo-interprétation et le terrain.

Elle s'est organisée autour de deux grands thèmes :

En premier lieu, il s'agit de présenter une approche méthodologique pour étudier l'évolution et l'évaluation de la dégradation de l'environnement, où nous sommes basés sur plusieurs sources de données à savoir les images satellitaires, extraits Google Earth, photographies aériennes, cartes topographiques, à différentes dates et à différentes échelles et le terrain, pour la détection des changements de l'environnement.

Les résultats obtenus sont : l'extension des surfaces des plans d'eau par 11,93%, l'espace bâti par 6,18% et la régression des surfaces d'agricultures et forêts.

Le deuxième thème est une étude diachronique de la dégradation de l'environnement dans le domaine forestier, espace bâti et les plans d'eau.

On peut dire que l'état actuel de l'environnement dans la région d'étude est le résultat d'une dynamique active très accélérée. Cette dynamique génère des impacts qui auront des conséquences graves sur l'environnement.

## **QUATRIEME PARTIE**

# **L'IMPACT DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT ET LEURS CONSEQUENCES**

## **Introduction**

Cette quatrième partie s'attache à présenter un bilan de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi. Elle s'organise autour de deux axes :

- Le premier chapitre présente quelques problèmes soulevés de la dégradation de l'environnement. On va s'intéresser tout d'abord aux inondations catastrophiques et leurs impacts dans quelques centres urbains de la zone d'étude (Aïn-Kercha, Sigus et Oum El Bouaghi), et étudié une autre forme de dégradation, la stagnation des eaux pluviales dans la plaine d'Aïn-M'lila.
- Le second chapitre est consacré à l'étude de la dynamique fluviale d'oued El Klab dans la plaine de Sigus, qui est un impact des crues et inondations.



# CHAPITRE 7

## LES INONDATIONS ET LEURS IMPACTS

## Introduction

Le terme inondation possède des définitions variées selon les disciplines des auteurs. En hydrologie, il est associé au terme de crue.

La crue est un phénomène exceptionnel qui peut survenir à tout moment. Mais, à quel moment une rivière est considérée en crue ? De nombreux géographes et hydrologues ont adopté le critère qu'une rivière est en crue lorsque son débit est trois à cinq fois supérieur à son débit moyen (Salomon 1997).

Le terme inondation est d'acceptation plutôt topographique ou géomorphologique. Il désigne le débordement d'un cours d'eau de son lit mineur (Ballais J.L 2006), mais aussi le remplissage d'une cuvette topographique par les eaux de ruissellement local. Ce type d'inondations pluviales se distingue par la vitesse de l'eau, le volume d'eau écoulé et la hauteur d'eau. Ces paramètres sont essentiels pour comprendre les dommages et instaurer des politiques de prévention efficaces. (Dauphin. A 2001, Christian. L et al 2008, Salomon 1997).

Ainsi, comme indique Roche 1986 : il ya inondation lorsque le cours d'eau quitte son chenal bien marqué le plus profond, généralement appelé lit mineur pour se répandre dans son lit majeur. Cette définition est également choisie par Ramade 1998 et Salomon 1997 qui lient automatiquement l'inondation au débordement de cours d'eau en crue.

Cosandey 2003 prend une définition plus large qui relie l'inondation à une invasion par les eaux d'un espace terrestre. A partir de cette définition inondation peut être défini comme étant le résultat de plusieurs phénomènes :

- Un débordement de cours d'eau de son lit mineur lié à une crue de débit supérieur au débit de « plein bord ».
- Une remontée de nappe.
- Un ruissellement urbain parfois lié à une saturation du réseau d'eau pluviale.
- Une submersion marine.
- Une crue torrentielle.

## I.2. Types d'inondations

### A. Inondation par débordement de cours d'eau

Les cours d'eau se caractérisent généralement par l'existence de trois lits : le lit mineur, le lit moyen et le lit majeur (Figure 112).

Le lit mineur est constamment, occupé pour les débits d'étiage ou débits des crues annuelles.

Le lit moyen est modelé par les crues fréquentes (périodes de retour de 1 à 5 ans, voire 10 ans). Bien caractérisé dans les régions à pluviométrie contrastée et dans les traversées de piedmonts de massifs montagneux, il ne se distingue pas toujours nettement du lit majeur dans le cas de rivières de plaine sous climat à pluviométrie plus régulière. (Ballais J.L.,2006 Ballais J.L et al 2011, Leopold et al 1964).

Le lit majeur, ordinaire ou exceptionnel, qu'on peut aussi qualifier de lit majeur géomorphologique pour le distinguer du lit majeur hydrologique permet l'expansion des crues plus rares ainsi que des crues exceptionnelles. En conséquence de cette définition, les limites externes du lit majeur d'un cours d'eau constituent la courbe enveloppe de ses crues passées. Déterminer la zone inondable par un cours d'eau revient donc à déterminer les limites de son lit majeur géomorphologique (Ballais J.L 2006, Schmitt. L et al 2001).

Les cumuls de fortes précipitations exceptionnelles pendant de courtes périodes, l'état du bassin versant et les caractéristiques du cours d'eau (profondeur, largeur de la vallée...), trois paramètres provoquent le débordement du cours d'eau de son lit mineur vers le lit majeur est créés des inondations.

### B. Inondation par ruissellement urbain

Elles sont la conséquence des violents orages qui s'abattent à la proximité de zones urbanisées dans des bassins versants de petite taille (< 10 km<sup>2</sup>) et de faible longueurs (<5 km). Elles sont induites par des ruissellements d'eau qui ne sont pas absorbés par le réseau d'assainissement urbain superficiel et souterrain. (Christion. L 2008)

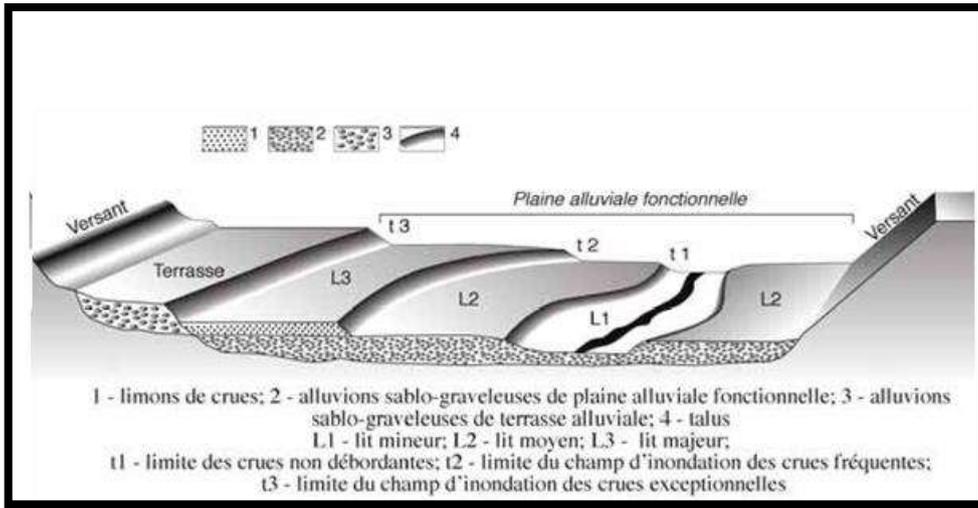


Figure 112: Relations topographique entre les différents lits d'inondations

(Source : Ballais J.L 2006)

L'aléa combiné aux enjeux (personnes, biens ou environnement) permet d'estimer le risque naturel qui caractérise chaque zone inondable. Le risque est donc la combinaison d'un aléa et d'un enjeu susceptible de subir des dommages et des préjudices.

Le risque est défini comme résultant de deux facteurs réputés indépendants que sont : l'aléa et la vulnérabilité (Dauphine. A 2001)

**Le risque = Aléa & La vulnérabilité**

## II. L'inondation dans les centres urbains : Aïn-Kercha, Sigus et Oum El Bouaghi

### II.1. Etude d'inondation dans la ville d'Aïn-Kercha

Ce territoire est particulièrement exposé au risque d'inondation par le débordement d'oued Kricha dans la partie sud- Est de la ville. D'après les services techniques (APC, DHW), la ville est touchée par des grandes inondations en 1998, 2008 et le dernier en 2013.

L'approche méthodologique utilisée est fondée sur :

a. La maîtrise du milieu physique du bassin versant : utiliser les données de SRTM pour réaliser des cartes : MNT, la pente et la densité de drainage, des données complémentaires (extraction de l'occupation du sol à partir de l'image satellitaire (landsat8, la perméabilité...)

b. La modélisation hydrologique dans le bassin versant d'oued kricha.

c. Le comportement hydro-morphologique et la connaissance de la variable spatiale du phénomène (déterminer le champ d'inondation et évaluer la vulnérabilité).

### II.1.1. Au niveau du bassin versant

#### A. La maîtrise du milieu physique du bassin versant

La SRTM 1 (Shuttle Radar Topography Mission), fait référence à des fichiers matriciels et vectoriels topographiques fournis par deux agences américaines : la NASA et la NGA ,Cette campagne d'observation a permis d'établir des modèles numériques de terrain (MNT) , crée des courbes de niveau , la pente et le réseau hydrographique. A partir du SRTM 1, on procède à la représentation en 3D des états de surface et au calcul des variables morphométriques (Figure 120).

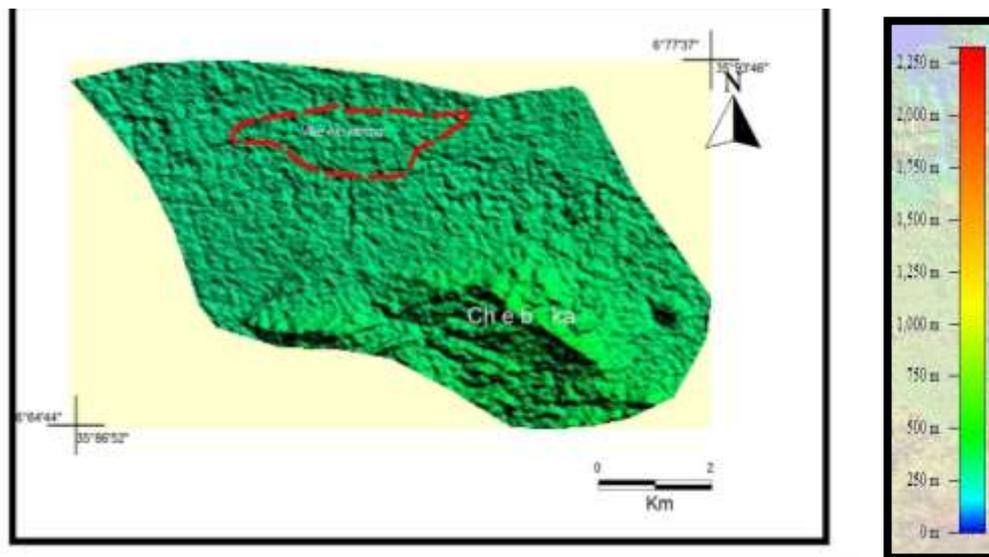


Figure 120: Vue en 3D du bassin versant oued kricha

On distingue deux zones différentes :

- La zone Sud- Ouest du bassin versant d'un aspect en relief d'altitude 1076 m, est représenté par des collines basses du chebka.

- La zone Nord (La partie aval du bassin versant) est très aplatie, et était soumise à un rythme naturel d'inondation. Elle est représentée par une partie de la plaine d'Aïn-Kercha d'altitude entre 800 m à 900 m.

**-Les pentes**

Les pentes du terrain sont extraites du SRTM 1 et s'organisent en quatre classes (Figure 114):

- La partie sud- Ouest : les collines du chebka : la pente < 35%.
- La partie Nord -Ouest: zone de plaine, la pente entre 3,5-12,5 %. Cette classe dominante une grande surface du bassin versant où trouve la ville d'Aïn-Kercha. Les restes des classes (12,5-25 %, 25-35 %) au milieu du bassin versant entre les deux classes précédentes.

**-La densité de drainage**

Le traitement des données hydrologiques du bassin versant a permis d'établir la carte de densité de drainage, obtenus après un maillage de la zone en carrée de  $1 \text{ cm}^2$  et de calculer la longueur cumulée par maille sous le logiciel Mapinfo 10 (Figure 115).

Quatre classes ont été identifiées :

- Densité de drainage très forte : avec une surface  $12,22 \text{ Km}^2$
- Densité de drainage forte : avec une surface  $12,21 \text{ Km}^2$
- Densité de drainage moyenne : avec une surface  $14,67 \text{ Km}^2$
- Densité de drainage faible : avec une surface  $18,69 \text{ Km}^2$

**-Les données complémentaires****-La perméabilité**

Réalisation de la carte de la perméabilité à partir de la carte géologique ( la lithologie) quatre classes ont identifiées : (Figure 116)

- Perméabilité très forte : formation de quaternaire d'âge villafranchien (croûte calcaire), avec une surface  $14,83 \text{ Km}^2$
- Perméabilité forte : formation des terrasses et formation de pente (alluvion) avec une surface  $27,72 \text{ Km}^2$ .
- Perméabilité moyenne : formation de calcaire dolomique et des colluvions, avec une surface  $4,19 \text{ Km}^2$
- Perméabilité faible : formation marneuse argileuse, avec une surface  $11,05 \text{ Km}^2$

### - L'occupation du sol

L'établissement de la carte d'occupation du sol à partir du traitement des images satellitaires de Landsat 8 (année 2014) sous le logiciel ENV I4.7 (Figure 117).

Les différentes classes sont :

- Urbain (Espace Bâti : la ville d'Aïn-Kercha).
- Agriculture.
- Forêt
- Sol nus.

### II.1.2. La modélisation hydrologique dans le bassin d'oued kricha : Estimation du débit

A cause de l'inexistence de station hydrométrique dans le bassin versant, des formulations empiriques ont été utilisées pour la prédétermination des débits de crues maximales.

Les formules empiriques en utilisant des concepts mathématiques et statistiques pour établir des données à l'entrée (pluie) et à la sortie (débit) sur un bassin versant considéré.

La formation d'un débit de crue peut se modéliser en deux étapes selon le cycle hydrologique :

- Une phase de production quand la pluie commence à tomber. L'écoulement de surface ne se forme pas immédiatement car des précipitations sont retenues par l'infiltration. Lorsque l'intensité des précipitations dépasse l'intensité d'infiltration (précipitations efficaces) des écoulements de surface commencent à se former ;

- Une phase de transfert : l'eau circulant exclusivement à la surface du sol va se concentrer pour rejoindre le réseau hydrographique. Puis les écoulements se déplacent vers l'aval selon une progression qui dépend de la morphologie et de la rugosité du lit de cours d'eau

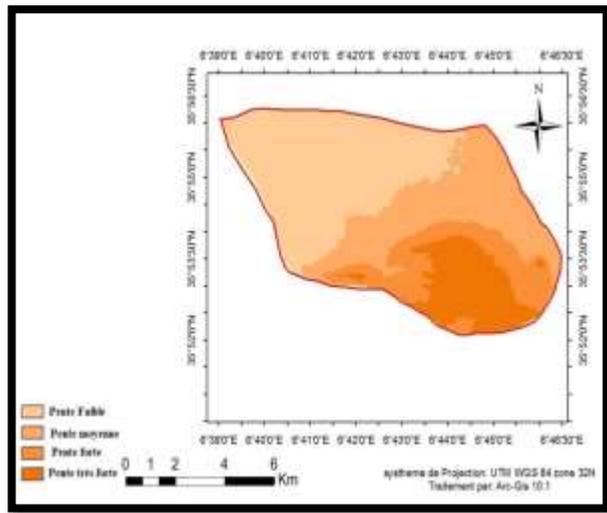


Figure 114: Les pentes du bassin versant oued kricha

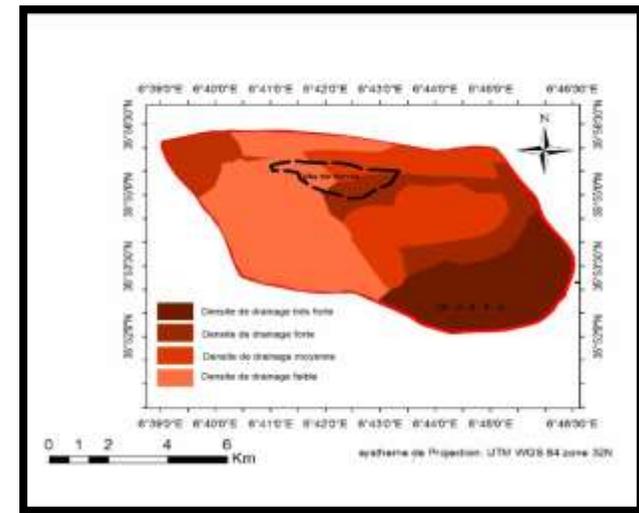


Figure 115 : Les densités de drainage du bassin versant oued kricha

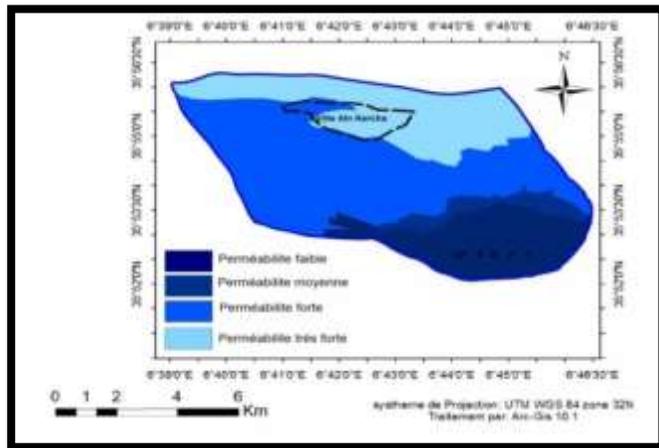


Figure 116 : La perméabilité dans bassin versant oued kricha

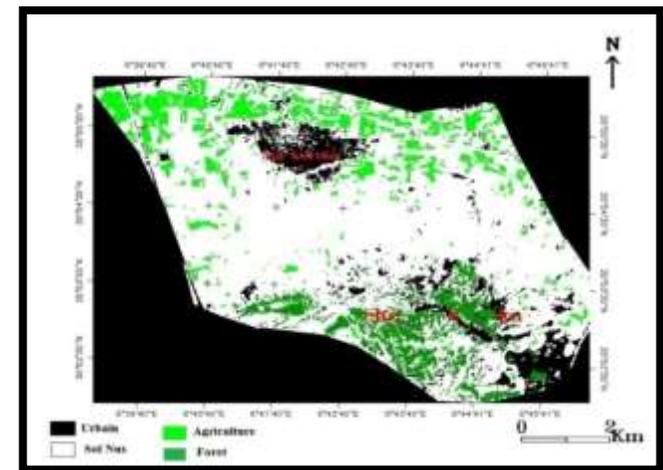


Figure 117: L'occupation du sol dans le bassin versant oued kricha

### II.1.2.1. Les formules empiriques régionale

Il existe de nombreuses formules d'estimation des débits des crues. D'une façon générale, les formules empiriques peuvent être classées selon les paramètres intervenants, entre autre celles dans lesquelles le débit est calculé en fonction de la surface du bassin versant  $S$ , la période de retour  $T$ , et la rugosité du lit .....

Exemples : Mallet – Gauthier, Giandotti, Turazza, et Sokolovski. Ces relations sont celles qui traitent au mieux les petits bassins.

Dans cette partie, On va utiliser les formules de Turazza, Sokolovski et Chezy.

#### A. Estimation des débits maximums: La formule de Turazza

$$Q_{\max F\%} = \frac{C \times P_{tc\%} \times S}{3.6 \times T_c}$$

$Q_{\max F\%}$  : débit max de fréquence et de durée donnée (m<sup>3</sup>/s).

$C$  : Coefficient d'écoulement.

$P_{tc}$  : La hauteur de la pluie de fréquence et de durée considérée.

$T_c$  : Temps de concentration.

$S$  : Surface du bassin considéré.

Pour appliquer cette équation, il faut faire une étude statistique des pluies journalières maximales : la station de Fourchi.

#### A.a. Etude statistique des pluies journalières maximales

A l'aide du programme HYDROLAB un traitement statistique a été appliqué à la série et plusieurs lois ont été testées

- Loi de Gumble.
- Loi log normale.
- Loi normale.

➤ Ajustement à une loi de GUMBEL

Fréquence	Période de retour	U de Gumble	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.
0,5	2	0,433	36,67	30,48	44,70
0,8	5	1,475	57,28	48,51	71,57
0,9	10	3,020	87,84	73,14	113,54
0,95	20	2,330	74,19	62,27	94,68
0,98	50	1,750	62,72	52,99	78,96
0,99	100	1,645	60,64	51,29	76,13
0,999	1000	1,280	53,43	45,30	66,39

Tableau 38: Pluies maximales journalières de différente fréquence suivant la loi de Gumbel

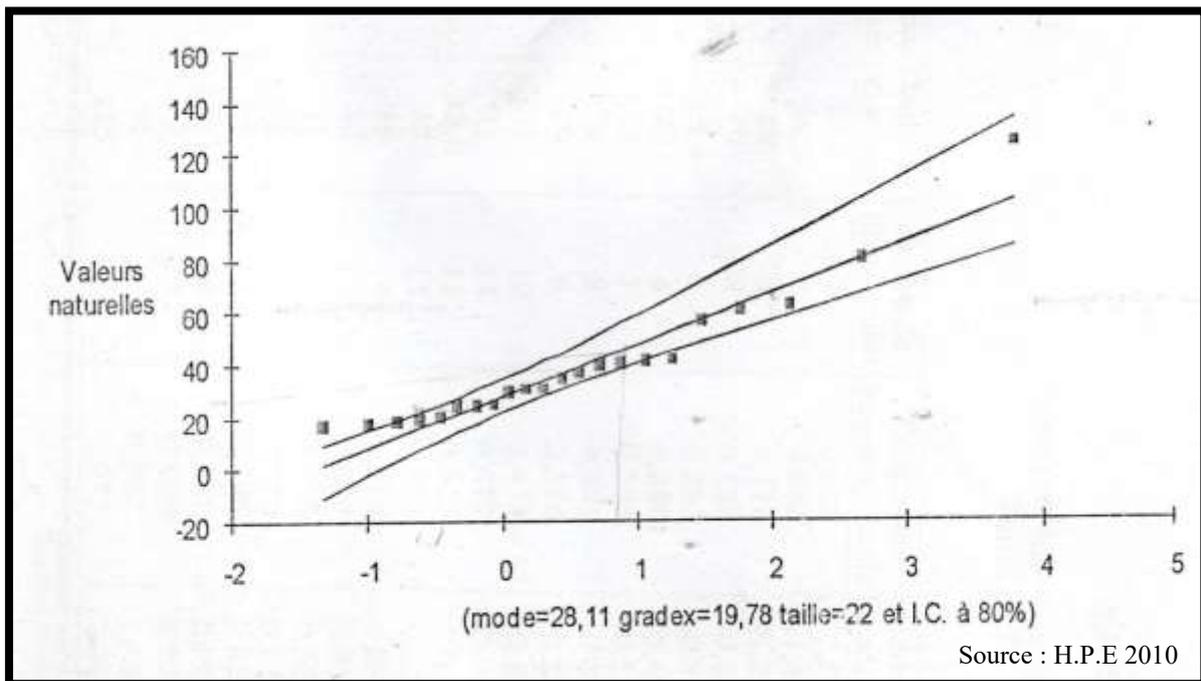


Figure 118 : Ajustement à une loi de Gumbel de la station de Fourchi

➤ Ajustement à une loi log-normale

Fréquence	Période de retour	U de Gauss	Valeur théo	Borne inf	Borne sup.
0,5	2	0,000	34,02955257	25,16152	46,02306782
0,8	5	0,841	53,32116953	39,96612	80,69369656
0,9	10	1,282	67,44526616	49,39442	111,5821265
0,95	20	1,645	81,88494728	58,28602	147,1824269
0,98	50	2,054	101,8595975	69,75627	202,3180611
0,99	100	2,327	117,8115492	78,41696	250,790268
0,999	1000	3,091	177,0991338	108,0472	461,1491272

Tableau 39: Pluies maximales journalières de différente fréquence suivant la loi Log-normale

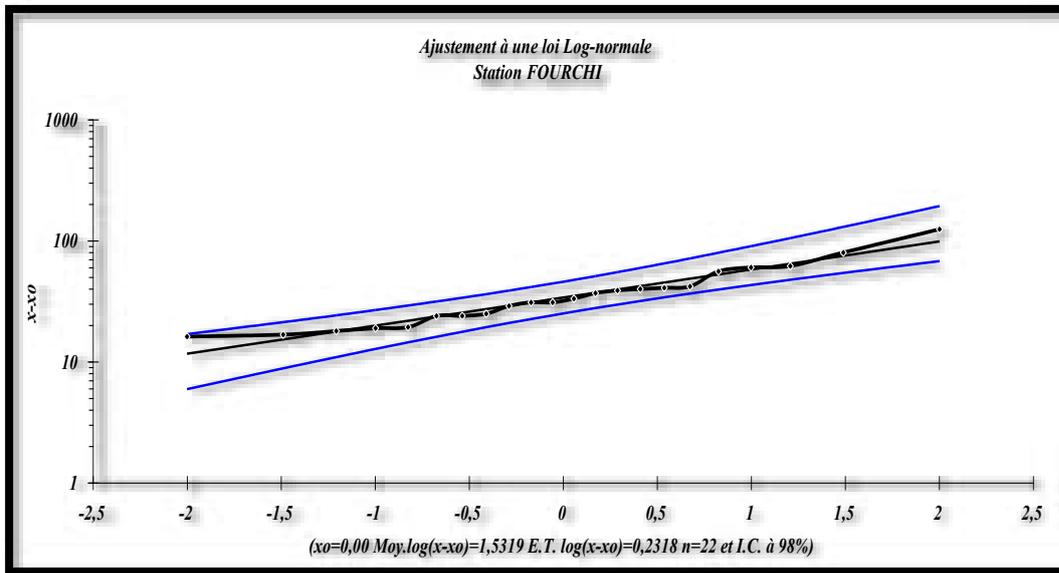


Figure 119 : Ajustement à une loi Log-normale de la station de Fourchi

➤ Ajustement à une loi normale (loi de Gauss)

Fréquence	Période de retour	U.Gauss	Val.théo	Borne inf	Borne sup
0,5	2	0,000	358,336378	296,309475	420,363283
0,8	5	0,841	476,624553	415,018607	559,370802
0,9	10	1,282	538,51601	470,905366	638,328115
0,95	20	1,645	589,612766	515,126066	705,432869
0,98	50	2,054	647,104928	563,526174	782,292008
0,99	100	2,327	685,425349	595,230422	834,077174
0,999	1000	3,091	792,788036	682,543498	980,677185

Tableau 40 : Pluies annuelles de différente fréquence suivant la loi Normale

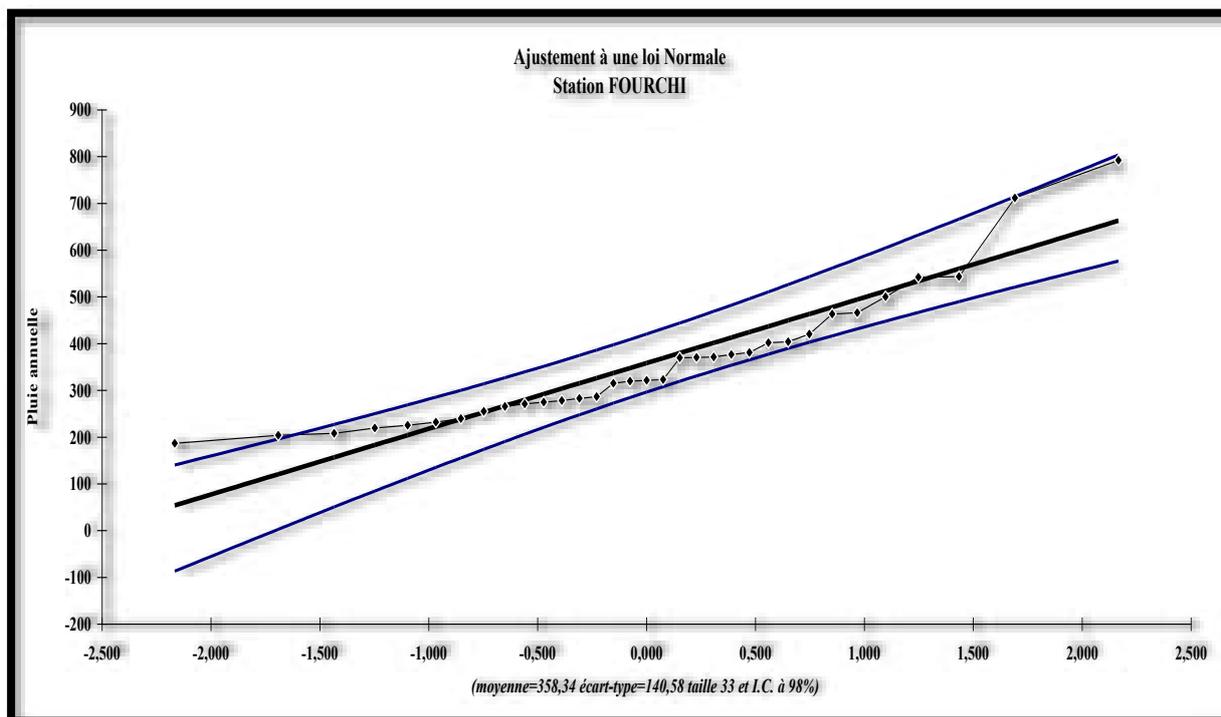


Figure 120 : Ajustement à une loi Normale

➤ **Récapitulatif des résultats**

Fréquence (F)	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
Pj max Gumbel en (mm)	36,67	57,28	87,84	74,19	62,72	60,64	53,43
Pj max (Log normale en mm	34,02	53,32	67,44	81,88	101,85	117,81	177,09
P annuelle en mm (loi normale) en mm	358,33	476,62	538,51	589,61	647,10	685,42	792 ,78

Tableau 41 : récapitulatif des résultats de calcul de Pjmax et annuelle

D'après les figures 117, 118, 120, obtenus par les différentes lois, on voit que la loi log normale s'ajuste le mieux, ce qui nous ramène à opter pour cette loi et les valeurs de Pjmax les différentes fréquences.

➤ **Le débit d'après la formule de Turraza**

Fréquence	0 ,999	0,99	0,98	0 ,95	0,9
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Qmax m <sup>3</sup> /s	746,24	496,45	430,04	345,82	284 ,98

Tableau 42 : Le débit maximal

**B .La Formule de Sokolovski**

Le débit maximum probable est donné par la formule suivante :

$$Q_{\max,P\%} = 0.28 \frac{P_{p\%t_c} \times \alpha_{p\%} \times S \times f}{t_m = t_c}$$

$\alpha_{p\%}$  : coefficient de ruissellement pour la crue probable

- Avec : S : Surface du bassin versant en Km<sup>2</sup> ;
- f : Coefficient de forme de la crue ;
- t<sub>c</sub> : Temps de concentration du sous bassin en h ;
- P t<sub>c</sub> %,: précipitation en mm, de probabilité p% correspondant à un temps t<sub>c</sub> ;
- 0.28 : coefficient de changement d'unité ;

Les résultats dans le tableau 43

Fréquence	0 ,999	0,99	0,98	0 ,95	0,9
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Qmax m <sup>3</sup> /s	202,56	89,42	73,19	55,78	43,21

Tableau 43: Le débit maximal Sokolovski

Nous adoptons les débits maximaux des crues données par la formule de SOKOLOVSKI, par raison que la méthode adoptée est la plus utilisée en l'Algérie pour le tracé de l'Hydrogrammes de crue.

**B.a. Hydrogramme de crue selon la méthode de Sokolovski**

En raison de l'absence d'échantillon des épisodes averses –crues, la forme de l'hydrogramme de crue est déterminée selon la méthode de Sokolovski qui assimile l'hydrogramme à deux équations paraboliques l'une traduisant la montée de la crue qui s'écrit :

$$Q_{(T)} = Q_{\max} \left( \frac{T}{Tm} \right)^m$$

Et l'équation de décrue :

Où : 
$$Q_{(t)} = Q_{\max} \left( \frac{Tm - T}{Td} \right)^n$$

Q(t) : Débits partiel à l'instant t.

Qmax : Débits maximum d'une fréquence (%).

Tm : Temps de montée de la crue  $T_m = T_c$

Td : Temps de décue  $T_d = T_m \times C_f$

Cf : est évalué en fonction de la taille du cours d'eau, de la perméabilité et du taux de boisement du bassin versant.

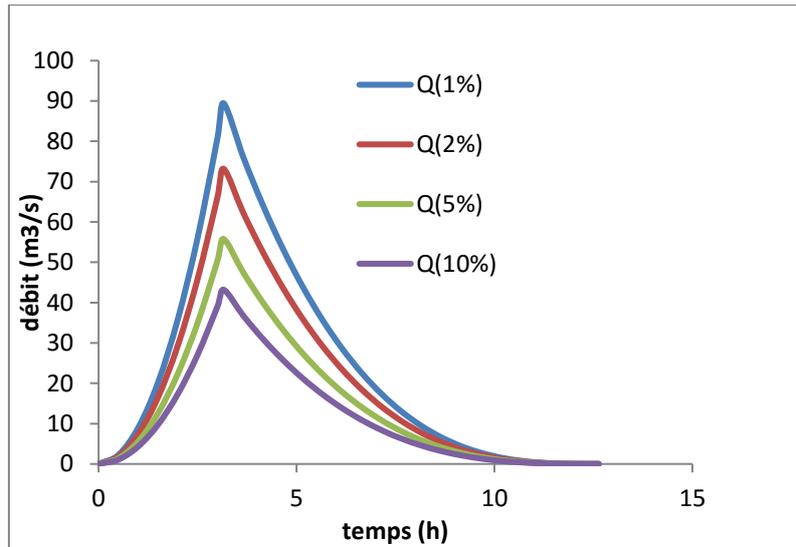


Figure 121 : Hydrogramme de crue selon la méthode de Sokolovski

**B. Estimation le débit de la crue de 30 septembre 2013 : La formule de CHEZY et de Manning -Strickler : Utilise la rugosité du lit mineur**

**C.1.La crue de 30 septembre 2013**

Le 30 septembre 2013 le quartier Kricha fut touché par de graves inondations qui se sont soldées par un bilan lourd. Les dégâts matériels sont considérables (destruction des maisons des voitures endommagées, des fermes agricoles dévastées, des routes coupées, des écoles, stade émerger ...)

Cet événement est dû essentiellement à des précipitations exceptionnellement intenses qui se sont abattues sur un bassin versant aux caractéristiques morphométriques et lithologiques favorables à la concentration rapide des écoulements. L'intervention anthropique, a cumulé les imprudences et ce par des constructions illicites et des obstacles de plus en plus nombreux sur les cours d'eau.

$$Q = K \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad Q = S \cdot V \quad (m^3/S)$$

V: Vitesse d'écoulement

K: coefficient de rugosité (ou de Strickler) du lit

S : section mouillée

R : rayon hydraulique ( $R=S/ P$ )

P : périmètre mouillé

I : pente (pente du fond)

crus de 30 Septembre 2013	$Q \text{ max m}^3 /S = 199,58$
---------------------------	---------------------------------

### II.1.3. Dans la ville : spatialisation de la vulnérabilité urbaine : détermination des zones du risque d'inondation

L'établissement de la carte du risque d'inondation dans la ville d'Aïn-Kercha se fonde sur une combinaison de données géomorphologiques et topographiques, sur la cartographie des zones inondées, et sur des vérifications de terrain, pendant l'inondation de 2008 et 2013, ainsi qu'une image satellitaire de Google Earth



Photo 28: Inondation de l'année 2008 dans la ville d'Aïn-Kercha  
(Source : Vidéo youtube)

### II.1.3.1. L'aléa d'inondation

#### A. Le mécanisme d'inondation

La plaine est limitée du sud par des collines très allongées et assez basses. Son altitude dépasse 1100 m, et avec ses formes molles, recouvertes par la carapace calcaire du quaternaire, se montrent profondément découpées par un enchevêtrement de ravin d'où elle tire son nom de chebka. Ainsi, avec une perméabilité faible à moyenne.

Pendant les fortes averses, un ruissellement Hortonien (l'intensité de la précipitation supérieure de la capacité d'infiltration) est généré. Le lit mineur et majeur de l'oued kricha est occupé par des habitations illicites (quartier de kricha). (Figures 112,123) qui constituent un obstacle pour l'écoulement. (Photos 29,30) et donc crée des inondations dans la zone.

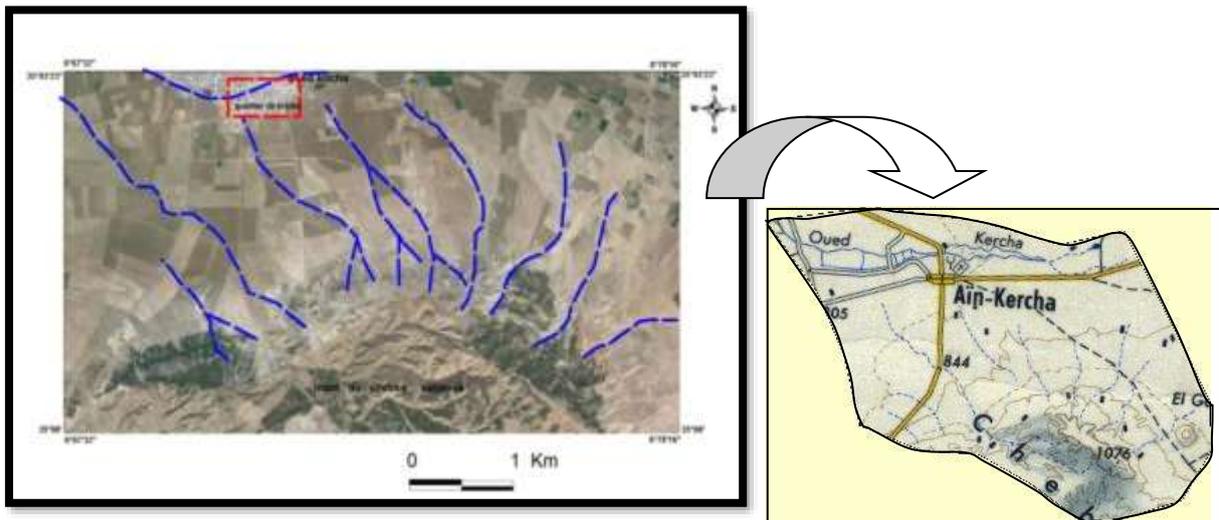


Figure 122,123: Le mécanisme d'inondation dans le bassin versant d'oued Kricha

#### B. La carte d'aléa : détermination des zones inondables dans la ville

L'aléa d'inondation est évalué suivant plusieurs méthode dont l'approche géomorphologique qui consiste à utiliser une cartographie géomorphologique basé sur le terrain, la photo-interprétation et topographiques (Ballais 2006, Ballais et al 2011), l'approche hydro géomorphologique, l'approche hydraulique, et l'approche historique.

La combinaison des données géomorphologiques et historique est également la plus utilisée.

Les lits mineurs et majeurs d'oued Kricha sont occupés par des habitats illicites, pour cette raison l'application de l'approche géomorphologique est difficile, donc nous nous sommes basés sur la connaissance du champ d'inondation. (L'approche historique).

La carte d'aléa montrera les zones submergées durant la période d'inondation historique, apparue le 30 septembre 2013 et celle de 2008, elle est considérée comme la crue de référence pour l'extension des inondations (Figure 124). (Photos 31, 32)



Photos 29,30 : L'occupation de lit mineur et majeur d'oued kricha  
(Photo prise par l'auteure 2013)

### II.1.3.2. Enjeux exposés dans la plaine inondable : La vulnérabilité

L'enjeu se constitue des personnes, des bâtiments et des autres biens exposés dans une zone d'aléa d'inondation.

Les enjeux situés dans les zones inondables sont:(Figure 124)

- Zones de bâtis : Habitat individuel, habitat collectif, habitat illicite répartie dans les lits mineur et majeur d'oued kricha (les quartiers de kriche et El Sallem).
- Une route communale CWN°26 qui lie la commune d'Aïn-Kercha et Daïra de Chomora (Wilaya de Batna).
- Un école primaire.
- Un stade.
- Un pont.

### II.2.3. 3.La carte de risque d'inondation

Le risque d'inondation s'estime par le croisement des cartes thématiques relatives aux Vulnérabilité et à l'aléa d'inondation. (Figure 124).



Photos 31,32 : Inondation du 30/09/2013 (le quartier Kricha)  
(Source : Vidéo youtube 2013)

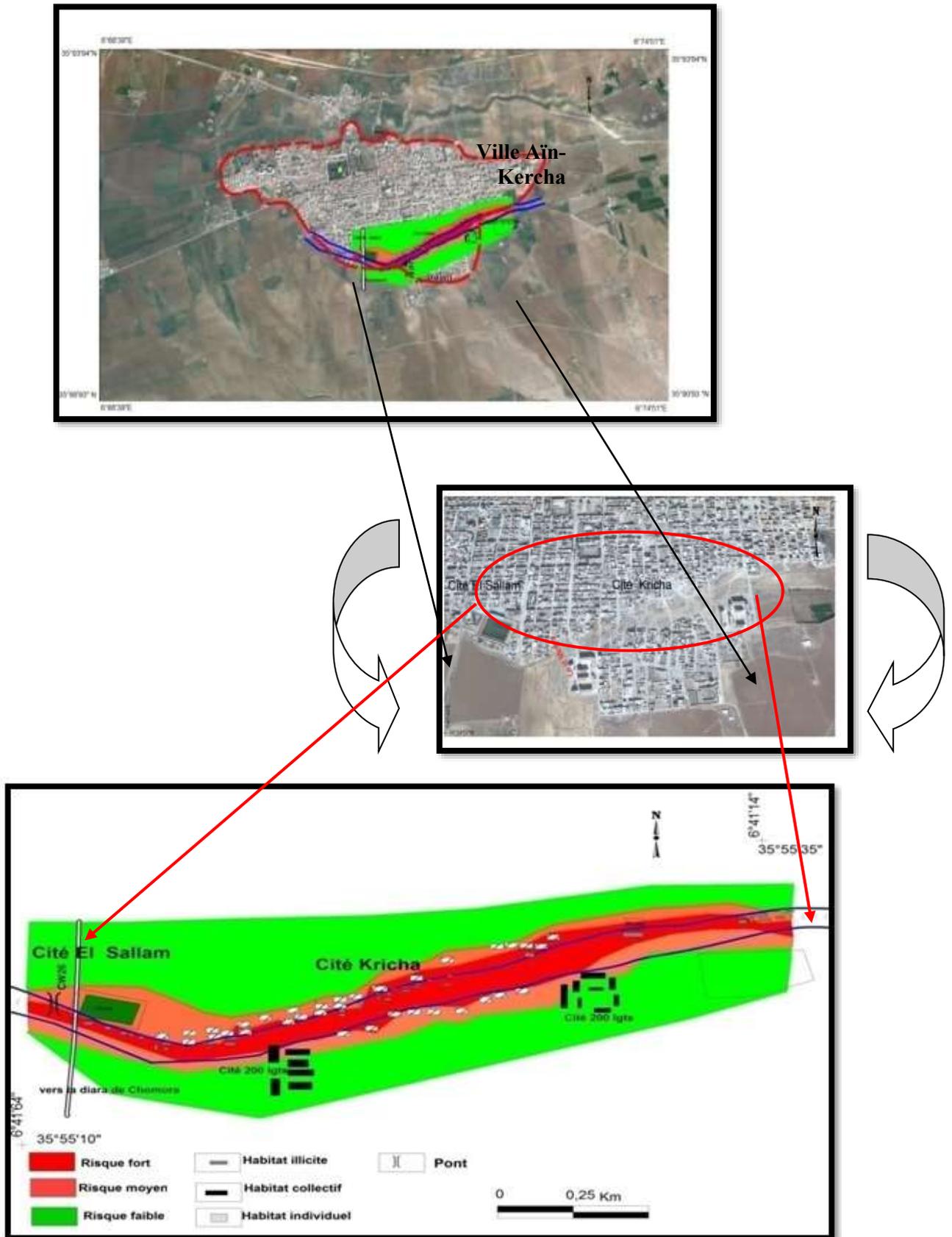


Figure 124 : Le risque d'inondation dans le quartier du kricha

## II.2. L'inondation dans la ville de Sigus

La ville de Sigus est menacée par des inondations, qui ne sont pas toujours dues à des situations hydrométéorologiques exceptionnelles. D'autres facteurs liés à la nature du bassin versant, à l'organisation du tissu urbain et surtout aux agissements de l'homme sont à l'origine des inondations et aggravent les effets.

### II.2.1. Impacts de l'action anthropique sur l'écoulement d'oued El klab

#### a. Les ponts

L'impact de l'action anthropique sur l'écoulement peut amplifier l'aléa d'inondation comme il peut l'amortir.

##### ➤ Avant la ville

- Avant de rejoindre l'agglomération de Sigus, l'oued El klab trouve plusieurs obstacles sur sa trajectoire, sur lesquels il déborde et perd son énergie. En effet, l'oued traverse la route de Sigus- Aïn-Fakroun par des ponts sous-dimensionnés, favorisant les débordements. (Photo 33). (DHW Sigus 2012)

##### ➤ Dans la ville

#### - Les ponts dans la ville : cinq ponts

L'impact des ponts a également été approché comme étant des points de débordement. La fréquence des débordements des ponts a été évaluée sur la base du calibre des dalots, des traces de colmatage et des témoignages des riverains. Sur la base de ces critères, nous avons classé les ponts en plusieurs catégories (H-P-E 2010)

- ✓ Les ponts qui ne débordent jamais (surtout au niveau des vallées étroites).
- ✓ Les ponts qui débordent rarement (durant les crues exceptionnelles).
- ✓ Les ponts qui débordent fréquemment (dont les dalots sont sous-dimensionnés).
- ✓ Les ponts qui débordent très fréquemment (dont les dalots sont sous-dimensionnés et partiellement colmatés) (Figure 125) (photos 33, 34).

Dans la ville, la plupart des ouvrages de franchissement (ponts et canaux couverts) de l'oued sont sous-dimensionnés et le plus souvent partiellement bouchés. Les débordements des crues sont très fréquents, touchant plusieurs quartiers. (H-P-E 2010, DHW Sigus , APC Sigus)

Pour cette raison, les services de l'hydraulique de la commune de Sigus ont entamé une opération de récalibrage d'oued El klab, la création d'un nouveau système de récalibrage capable de protéger la ville contre les inondations, par la destruction des ponts de débordement (03 ponts) et la réalisation d'autres sous les normes.

Ce nouvel aménagement a posé un grand problème d'érosion hydrique dans l'aval d'oued El klab, à la sortie de la ville de Sigus qui sera étudié dans le chapitre suivant.

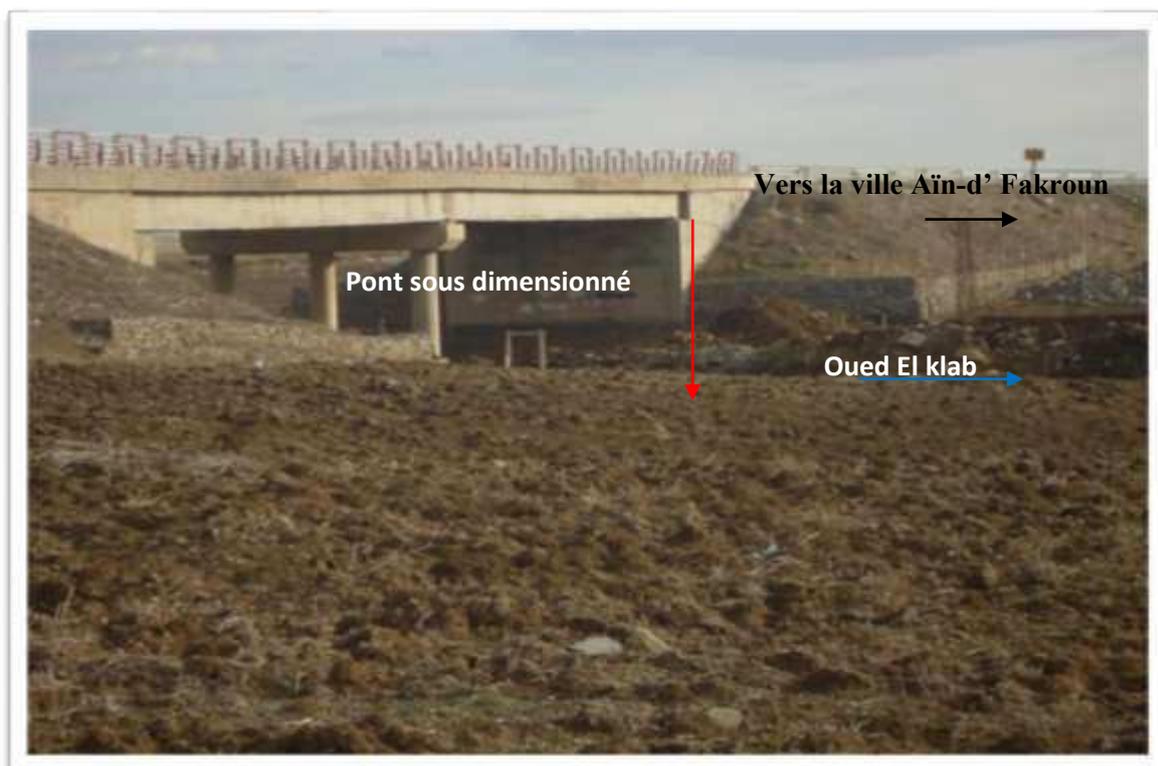


Photo 33: Le pont de la route entre Sigus et Aïn-Fakroun  
(Photo prise par l'auteure 2014)



Photo 34 : Un pont de débordement dans la ville de Sigus (Source : APC Sigus 2012)

### b. L'extension urbaine

La ville de Sigus est traversée par un oued très actif qui coule du Sud au Nord. L'extension urbaines ont été réalisées de part et autre des berges du l'oued El Klab identifiant les zones d'expansion des eaux de l'oued. L'erreur d'aménagement se situe dans l'occupation généralisés de la zone inondable empêchant le passage des eaux et provoquant alors des phénomènes d'embâcle et débâcle qui accélèrent la vitesse des eaux en crue et inondent les maisons environnements.

Les ponts de débordements (image Google Earth)

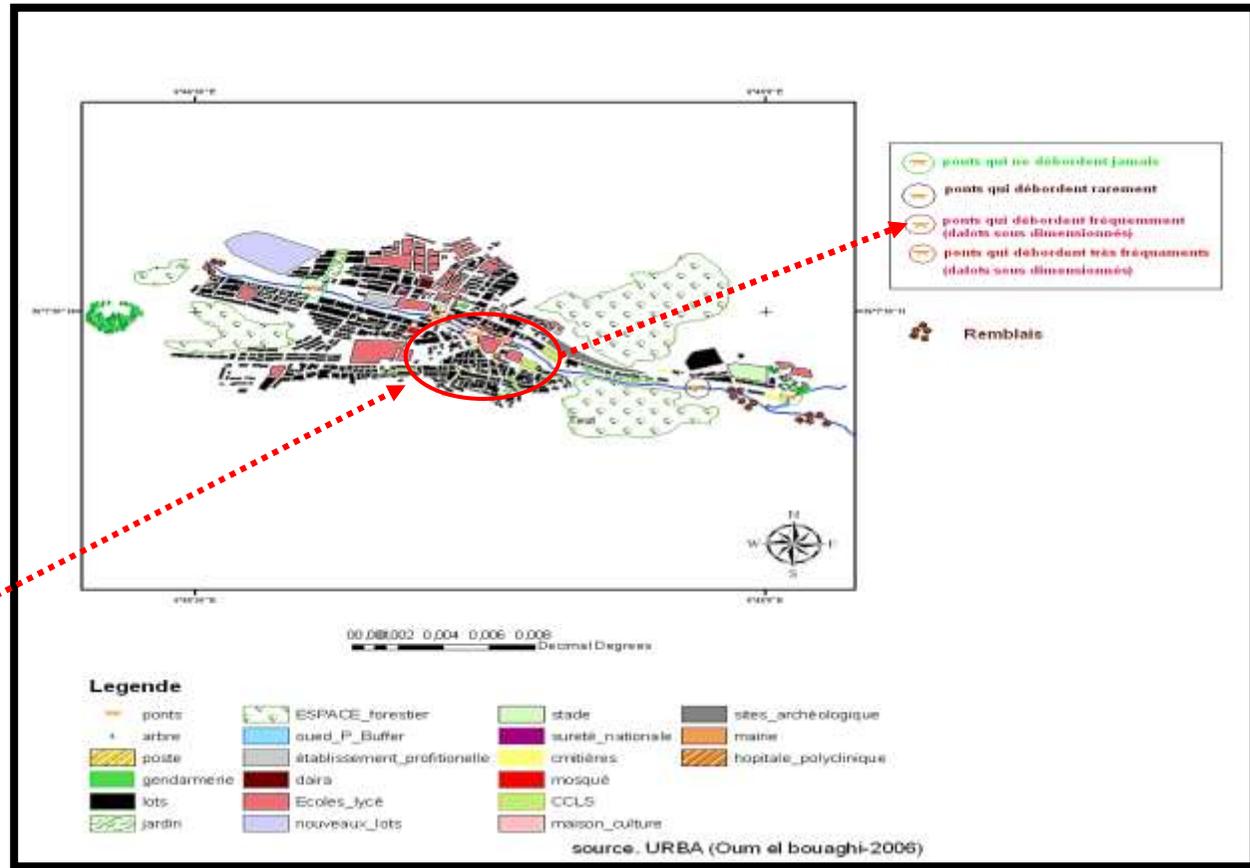


Figure 125: Les ponts de débordement dans la ville de Sigus

II.2.2. Délimitation des zones inondées

La cartographie des événements historiques d'inondation constitue l'une des informations les plus pertinentes dans la cartographie des phénomènes. Les événements récents qui ont touché la ville ont provoqué des dégâts importants et affecté des zones habitées, il s'agit surtout les inondations de 2009, 2010 et 29/10/2011. (Le tableau 5 annexe).

Lors du passage de l'oued au niveau des ponts 2 et 3, les eaux de crue débordent sur le quartier d'habitations, situé à la rive gauche, en l'isolant du reste de la ville.

L'inondation de Septembre 2009 fut touché une zone surpeuplée de la ville plusieurs maisons, une mosquée, des écoles primaires, des directions administratives ont été inondées, Et a la sortie de la ville l'inondation a coupé la route nationale N°10 reliant les villes de Constantine et Oum El Bouaghi, où les autorités ont dévié un tronçon de 2 km. (Photo 4)  
 Sur la base d'historique d'inondation on a cartographié la carte de risque dans le centre-ville de Sigus. (Figure 126).

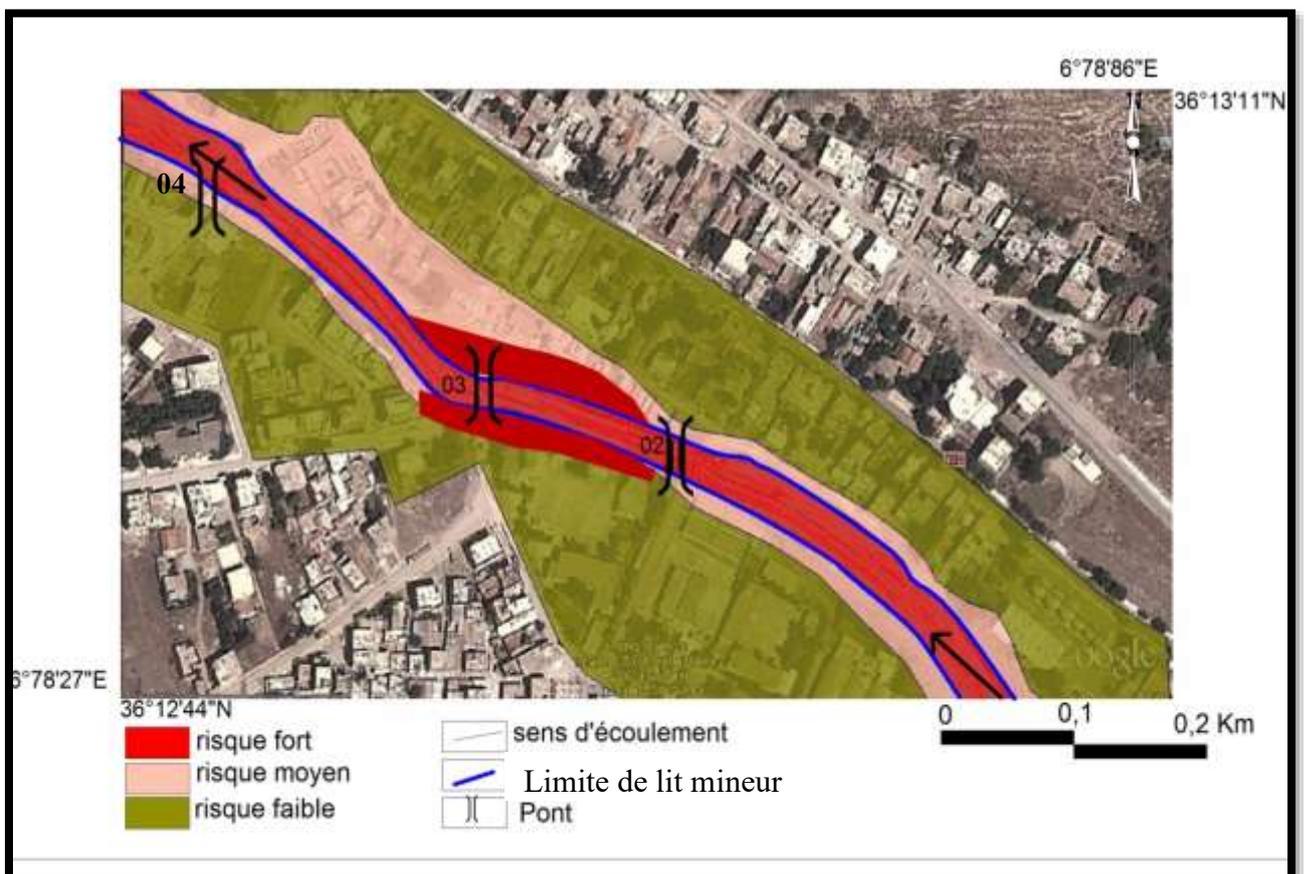


Figure 126 : Le risque d'inondation dans la ville de Sigus



Photos 35, 36 : Les traces d'inondation de l'année 2009 (Photo prise par l'auteur 2009)

### II.2.2.1. La modélisation urbaine du risque d'inondation

Pour la représentation spatiale du risque d'inondation nous avons utilisés la modélisation urbaine en 3D (l'application de la 3<sup>ème</sup> dimension sur les objets contenus dans une zone inondable). En élaborant ce modèle 3D, nous nous sommes concentrés sur la mise en relation de la topographie et des objets dans la zone inondable (Figure 127)



Figure 127 : Cartographie en 3D du risque d'inondation dans la ville de Sigus

#### II.2.2.1.1. Les étapes de la modélisation 3D

La méthode de travail repose sur l'exploitation de MNT, et de fond Raster (5 m résolution). Ces données de différents types permettent de simuler une crue historique (Septembre 2009) en tenant compte de la dimension verticale.

- **1<sup>ère</sup> étape** : Grâce à notre carte du risque d'inondation dans la ville, nous avons testé la méthode 3D.

- **2<sup>ème</sup> étape** : préparer les données disponibles en 2D.

Avant de recourir à la représentation 3D des objets nous devons disposés de leur géométrie initiale en 2D. Pour ce faire nous préparons les données suivantes :

- ✓ Un raster de type stellité provenant d'un fond Google Earth de 5 m de résolution, téléchargé par le logiciel Terre Incognito 2.41
- ✓ Cette image a été géoréférencée et recalée sous le SIG ; des données vectorielles issues de la digitalisation des maisons et des objets divers identifiés sur le fond raster.
- ✓ Les tables attributaires des polygones « maisons » ont été remplies pour les champs « nombre de niveaux »
- ✓ Un modèle numérique de terrain (5 m de résolution). Ce MNT permet de représenter la topographie.

-3<sup>ème</sup> étape : intégration de la 3D dans le SIG, à l'aide d'un module d'édition 3D comme ArcScene.

La vulnérabilité de la zone la plus touchée comporte trois types:

- Des lotissements des écoles et lycées (3 écoles primaires et 2 lycées)
- Des établissements professionnels et des directions administratives (direction d'hydraulique, siège APC, ...) (Figure 128)



Figure 128 : Représentation en 3D de la vulnérabilité dans la ville de Sigus pendant l'inondation de 2009

### II.3. Inondation dans la ville D'Oum El Bouaghi

La ville d'Oum El Bouaghi située au piémont du Dj Sidi Reghiss, où coule un nombre important des oueds et chaabat descend du Dj, on cite oued Meroui et Kouider qui traversent la ville du nord au sud.

Le piémont est parcouru par des oueds et chaabat très actifs qui débordent à chaque événement pluvieux en causant des inondations dans les quartiers en aval du piémont.

Extension de la ville d'Oum El Bouaghi à partir de 1976 nécessite des aménagements des oueds (canalisation) et éliminations des chaabat qui présentent un risque d'inondation pour la ville. Ces aménagements n'ont pas empêché la présence des inondations (partie sud de la ville) en 1979, 1989, 2002 avec des conséquences graves (DHW OEB 2014).

À partir de la figure 129 on distingue deux zones :

- **Zone à risque fort** : certains quartiers implantés sur les rives des oueds comme cité ENNASIM et des quartiers situés au sud de la route nationale N°10 il s'agit de cité ESSADA (habitat collectif et individuel).
- **Zone à moyen risque** : quartier El Amel situé au nord de la ville au piémont du Dj Sidi Reghiss, ce sont des habitats individuels, le quartier Hydra, des locaux commerciaux, et le siège d'ADE

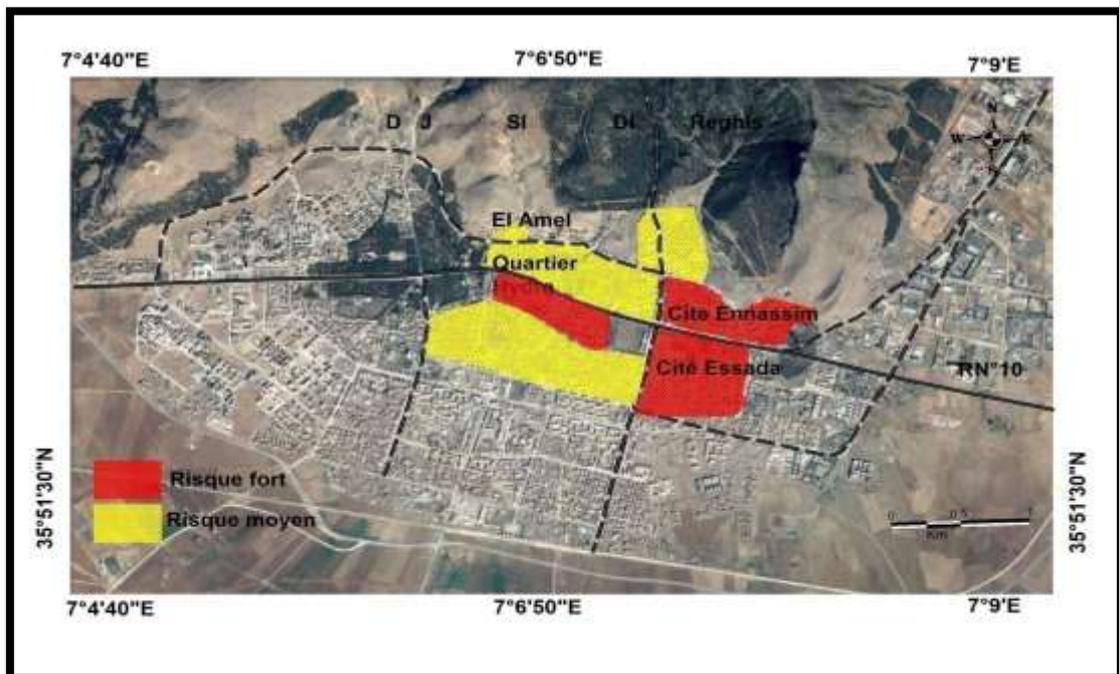


Figure 129 : Le risque d'inondation dans la ville d'Oum El Bouaghi

## II.4. Réflexions sur l'inondation dans la région d'Oum El Bouaghi

La genèse des inondations dans la région d'étude est liée aux facteurs naturels et surtout anthropiques comme nous avons déjà mentionné, la réflexion sur l'inondation se base sur la gestion de risque. La gestion de risque concerne les 3P (prévision, prévention et la protection)

### a. La prévision

L'observation du terrain pour : déterminer les zones inondables et les surveiller, l'ampleur de l'inondation et la période de retour, les mesures à prendre pour éviter des dégâts et l'évaluation des dommages.

### b. La prévention

**Au niveau du bassin versant :** l'aménagement du bassin versant apparaît comme fondamental par : le reboisement, les corrections, création des retenues collinaires pour la protection des villes contre les inondations. La région d'Oum El Bouaghi dispose actuellement deux (02) retenues collinaires pour ce but (Oum El Bouaghi, Aïn-Kercha)

**Au niveau du cours d'eau :** la correction des lits est souvent la solution proposée par les ingénieurs hydrauliques qui cherchent à accroître la section mouillée en élargissant les lits ou encore à les approfondir par des dérochements ou encore en érigeant des digues, etc. (Malavoi et al, 2007). L'enfoncement du lit a certes eu des effets favorables à court terme dans les tronçons aménagés mais il a aussi pour effet de transmettre plus rapidement vers l'aval les pics de crue, aggravant ainsi les inondations » (Bravard et al 2008)

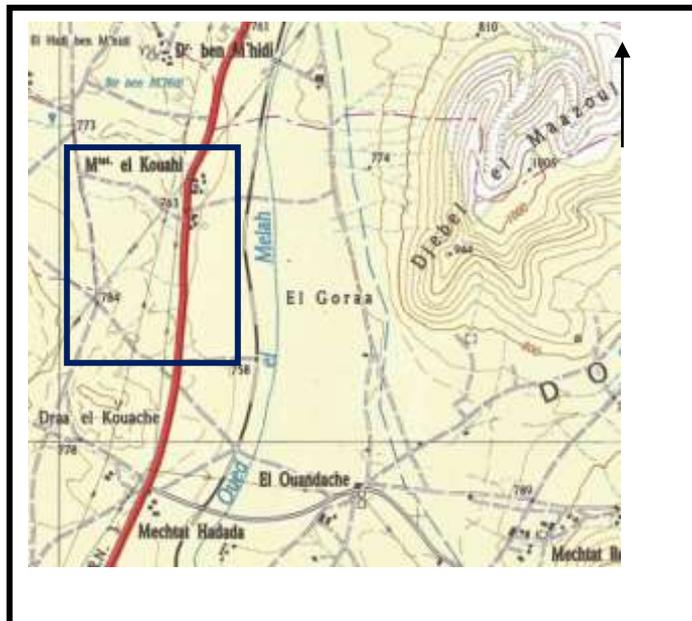
### III. Stagnation des eaux pluviales: formation d'un lac dans la plaine d'Aïn-M'lila

Les travaux d'aménagement parfois génère des impacts très sensibles sur le milieu naturel comme la création d'obstacles à l'écoulement : certaines infrastructures (routes, voies ferrées,) peuvent modifier considérablement l'écoulement des eaux superficielles. Souvent construites en remblai par rapport au terrain naturel, elles peuvent constituer de véritables digues.

#### III.1. Localisation du site

A partir de la carte topographique d'Aïn-M'lila 1/50000, la zone de stagnation située entre Mat El kouahiet et Dr Ben M'Hidi (Figure 130), entre les limites de la wilaya de Constantine et d'Oum El Bouaghi, s'éloigne de la ville d'Aïn-M'lila par 6 km.

La consultation des déférents documents cartographiques : les cartes topographiques (1960 Aïn-M'lila), les photos aériennes de 1973, images satellitaires de 1985, 2007, 2014, et le terrain, montre que l'apparition de ce lac est récente (à partir de l'année 2005). Avant cette date le site est dominé par l'agriculture (céréale) (Figures 131,132)



 Le site

Figure 130 : Localisation du site de lac (Carte topographique Aïn-M'lila1/50000)

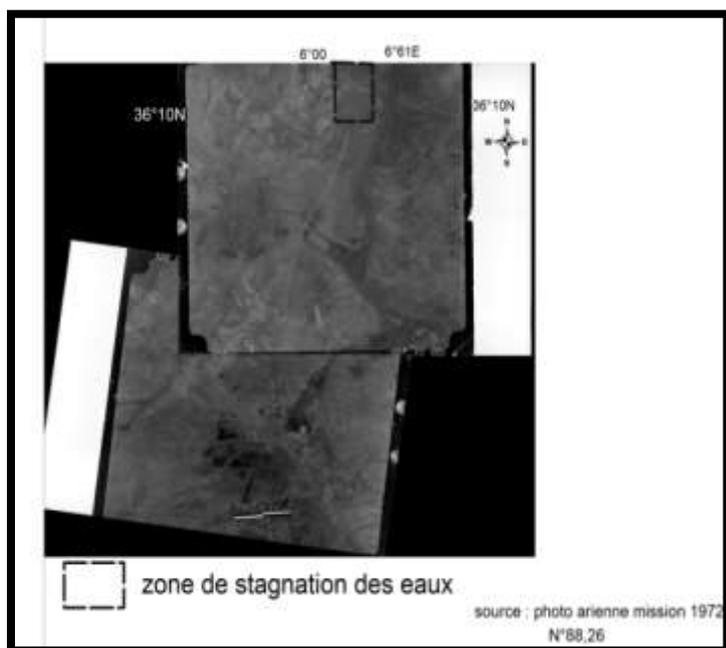


Figure 131 : La zone de lac en 1972

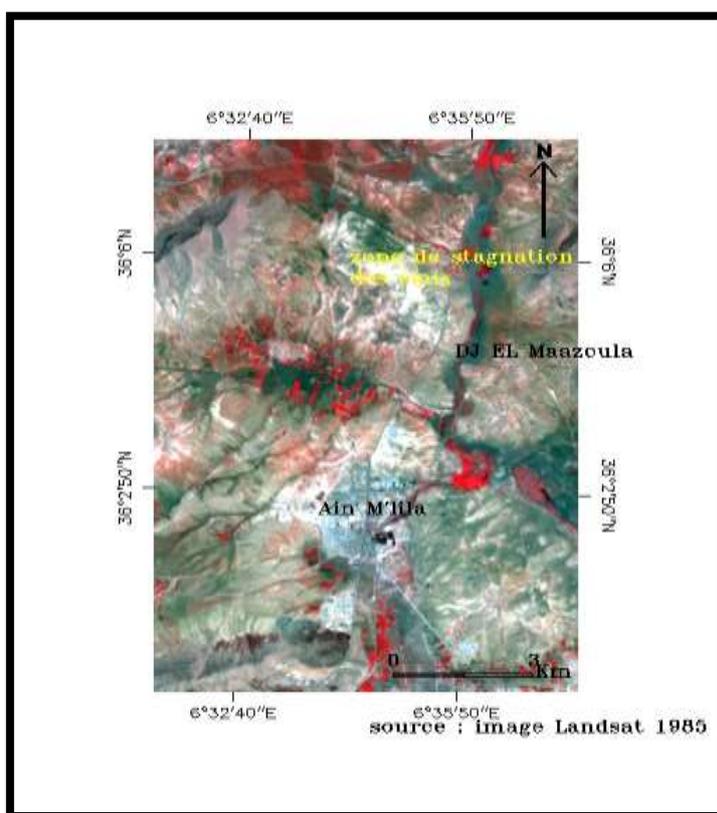


Figure 132 : La zone de lac en 1985

### III.2. Les causes du phénomène

Notre visite sur le terrain permet de résumer les causes de ce phénomène

#### III.2.1. Le débordement de l'oued El Mellah

- Dans les périodes de la sécheresse, les agriculteurs font des petites barrières fixées au long d'oued El Mellah pour irriguer son périmètre. Par conséquent et pendant la période hivernale l'oued déborde sur les terres agricoles.
- Elévation du niveau d'oued El Mellah à cause de l'absence du curage dans la partie aval (oued El Guerrah) d'après les services d'hydraulique de la wilaya OEB.

#### III. 2.2. La stagnation des eaux pluviales : deux causes principales

##### a. Les causes anthropiques

- Réduction de la pente et élévation du niveau de la route N°03
- La réalisation de la double voie de la route nationale N° 03 reliant la commune d'Aïn-M'lila à la ville de Constantine et la commune d'khroub, a créé une dépression et a bloqué l'écoulement du versant vers le fond de la vallée. Cet écoulement des eaux du versant facilitait le drainage de la vallée d'oued El Mellah (Photo 39).

Donc le site de lac est devenue une zone basse par rapport à la route. Cette zone est limitée :  
Au Nord : un sentier agricole, au Ouest : un chemin de fer, et à l'Est la double voie de la route nationale RN° 03, aux Sud des terrains agricoles (Figure 133).

##### b. Les causes naturelles

##### -Le climat : La pluie

D'après l'étude climatique dans la première partie on a enregistré des années pluvieuses en 2005, 2009 et 2010. L'eau de pluie s'est stagnée dans la zone basse pendant la période hivernale et créé ce lac. Pendant la période estivale le lac a disparu partiellement.  
(Photos 37, 38).



Figure 133: Une vue aérienne de lac (Google Earth 2014)



Photo 37: Assèchement de lac pendant la période estivale  
(Photo prise par l'auteure Mai 2014)

### III.3. Les impacts du phénomène

Ce phénomène à engendrer plusieurs impacts néfastes et positifs sur le milieu :

- Le lac a donné un impact visuel positif pendant la traversée de la route nationale N°03.
- Cette zone est devenue actuellement un site de loisir pendant la période de printemps.
- Réduire la fertilité des terres agricoles par le lessivage du sol.
- Diminuer la superficie des terres agricoles.
- L'existence de ce lac est estimée par une longue durée (la période hivernale jusqu'au début de l'été).
- Inondations dans des tronçons de la route nationale RN°3. (Photo 39).

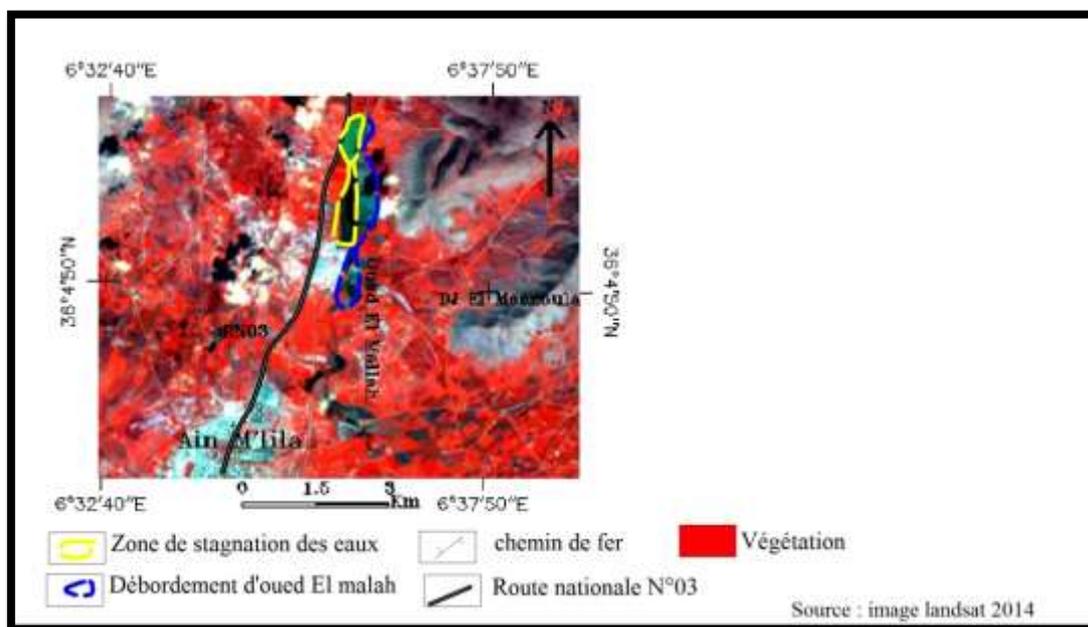
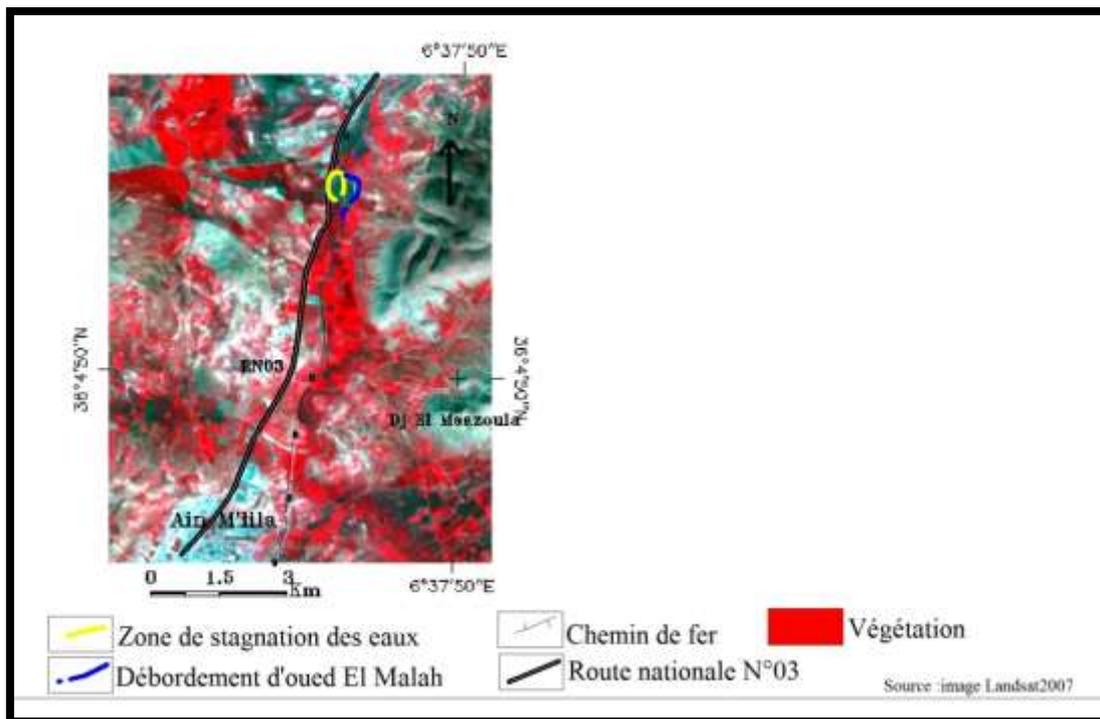


Photo 38 : Le lac pendant la période hivernale  
(Photo prise par l'auteure janvier 2014)

La superficie de ce lac évolue chaque année comme le montre les figures 134,135.  
 En 2007 la surface du lac est 19,29 Ha avec un périmètre 1,81 Km.  
 En 2014 la surface du lac s'est presque multipliée et redevient 27,72 Ha avec un périmètre 2,45 Km (saison hivernal).  
 -La surface du débordement d'oued El Mellah estimé à 136,2h avec un périmètre 7,67 Km (2014).



Photo 39 : Un tronçon d'inondation dans la route nationale N°03  
 (Photo prise par l'auteure janvier 2014)



Figures 134,135 : Evolution de la surface du lac entre 2007 et 2014

## Conclusion du chapitre

Dans ce premier chapitre, nous avons soulevé un impact de la dégradation de l'environnement c'est le risque d'inondation et nous avons étudié deux types :  
Inondation par débordement du cours d'eau et stagnation des eaux pluviales.

En premier lieu, on a insisté surtout sur les inondations catastrophiques, notamment celles de 2008 et de 2013 dans la ville d'Aïn Kercha, et 2009 dans la ville de Sigus.

En deuxième lieu on a étudié la stagnation des eaux pluviales dans la plaine Aïn-M'lila. À cause des travaux d'aménagement et des causes naturelles, une partie de la plaine d'Aïn-M'lila est devenue un lac. On constate l'évolution de sa surface. En 2007 La surface du lac est 19,29 ha avec un périmètre 1,81 Km. En 2014 la surface du lac est presque multipliée et devient 27,72 ha avec un périmètre 2,45 Km (saison hivernale).

Les crues d'oued El Klab (la zone de Sigus) ont beaucoup influencé l'évolution de la morphologie du lit mineur et la plaine alluviale, et si le deuxième impact qui sera présenté dans le chapitre suivant.

■

i

CHAPITRE 8

L'INCISION D'OUED EL KLAB ET LA  
MENACE SUR LA PLAINE DE SIGUS

## Introduction

Les rivières subissent des modifications géomorphologiques en fonction des variations spatiotemporelles des flux liquides et sédimentaires (Bravard, 2000 ; Knighton, 1998). Comprendre et gérer l'évolution des rivières est devenu aujourd'hui un objectif de première importance, alors que les fonds de vallée sont de plus en plus densément habités et/ou aménagés (Bravard 2000). Les aménageurs et les gestionnaires du risque d'inondation s'intéressent à la dynamique spatio-temporelle des rivières et leurs impact sur le développement et dégradation des plaines alluviales, force est de constater que de nombreux plans d'aménagement et de prévention du risque d'inondation négligent ce paramètre (Bravard et al 2008). La dynamique de la rivière est alors contrôlée par le potentiel morphogénique, lui-même fonction de plusieurs paramètres tels que la variabilité du régime hydrologique, le débit, la capacité de transport, la puissance spécifique, la force de cisaillement sur le fond du lit et la fourniture sédimentaire (Charlton 2009) on permet ainsi de considérer les systèmes fluviaux comme des éléments physiques ayant une histoire (Schumm, 1977)

Pour retracer l'histoire séculaire et l'évolution de la dynamique fluviale d'oued El klab dans la plaine de Sigus, on a consulté divers documents cartographiques anciens suivant le tableau 45 :

Date	Type de document
1959	Photo aérienne d'échelle 1/25000
1960	Carte topographique d'El khroub d'échelle 1/50000 (projection Lambert)
1972	Photo aérienne d'échelle 1/20000
1993	Carte topographique de Sigus d'échelle 1/20000(projection UTM)
2014	Image de Google Earth pro 2014+ terrain

Tableau 45 : Liste des documents disponibles sur oued El klab

Pour harmoniser les documents entre eux et les rattacher à un système contemporain de coordonnées géographiques, ceux-ci ont été retravaillés avec un logiciel spécialisé (Mapinfo, Arc gis), pour faire correspondre d'une photo ou carte à l'autre des points de repère fixes (route, intersection, etc.). Malgré ce travail de correction des documents cartographiques, de fortes erreurs de localisation (parfois plusieurs dizaines de mètres) peuvent encore persister faute d'un nombre ne suffisant de points de repère communs.

Une portion du lit mineur, d'une longueur de 13,42 Km de l'oued El klab, aux dates considérées (1959, 1972, 2014) a été digitalisé pour mieux faire ressortir la morphologie. L'utilisation du Système d'Information Géographique permet d'effectuer des analyses Spatiales du tronçon d'oued El Klab, qui apporte une vision plus fine des changements constatés (Figure 136)

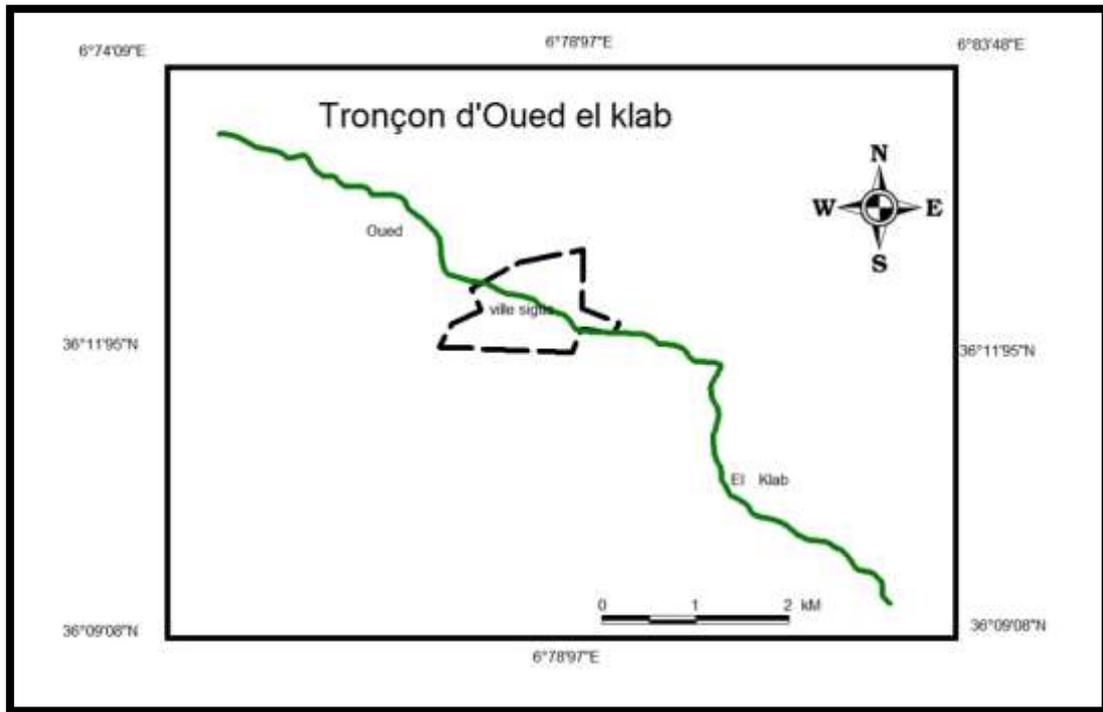


Figure 136 : Le tronçon d'oued El klab

## I. Eléments cartographiés

### I.1. Les formes fluviales

#### A. Le lit mineur

Le lit mineur, inscrit entre les berges, est considéré comme le lieu où se déroulent presque toutes les opérations de la dynamique fluviale. La morphologie du chenal d'oued El klab est un chenal unique en plus sinueux.

#### B. Les types de berges

Les berges présentent plusieurs états selon l'importance de l'érosion et les aménagements qui les caractérisent. Entre le sapement généralisé, le glissement et la stabilité, les berges d'oued el klab se caractérisent par plusieurs états intermédiaires liés au fonctionnement naturel du cours d'eau (faible et forte érosion fluviale,) et aux actions anthropiques.

##### -Les berges entièrement sapées

Ce sont des berges verticales qui ont subi une érosion importante, ce qui a provoqué leur recul. Souvent la sinuosité du tracé facilite le sapement pendant la période hivernale lorsque le débit du cours d'eau est important. Les berges sapées sont cartographiées par un trait vert qui signifie une « dynamique active ». (Photo 41).

##### -Les berges glissées

Le glissement de berge constitue une étape ultérieure à la dégradation, se sont la cause du glissement de la route nationale N°10 en 2009 (photo 4) (photo 42).

-Les berges protégées ou stables : elles sont protégées par des bétons (canalisation de la partie médiane d'oued au centre de la ville Sigus) (photo 40), et des berges végétalisées.



Photo 40: des berges protégée ou stables (centre-ville de Sigus)  
(Source : APC de Sigus)



Photo 41 : Le sapement de berges d'oued El Klab (Photo prise par l'auteur 2014)



Photo 42: Glissement des berges dû au sapement d'oued E klab  
(Photo prise par l'auteure 2014)

## I.2. Les indicateurs de l'évolution des lits actuelle

### I.2.1. Analyse des formes fluviales le long d'oued El klab

On a divisé oued El klab en 03 parties : la partie amont, moyenne et aval (Figure 136).

**-La partie médiane (moyenne) : le lit stable :** Elle se situe au centre-ville de Sigus à tracé rectiligne et à berges basses et stables. Son état est aménagé (photo 44).

**-La partie amont et aval : le lit instable :** Le lit mineur a des berges plus hautes (supérieures à 1,5 m). Le sapement lié directement à l'action fluviale ou combinés au glissement gravitaire de matériaux peu cohérents.

Sur l'ensemble de la période (1959-2014), Les résultats obtenus (Figure 137) montrent un élargissement très important du lit, et une apparition des méandres très actifs dans la partie aval.

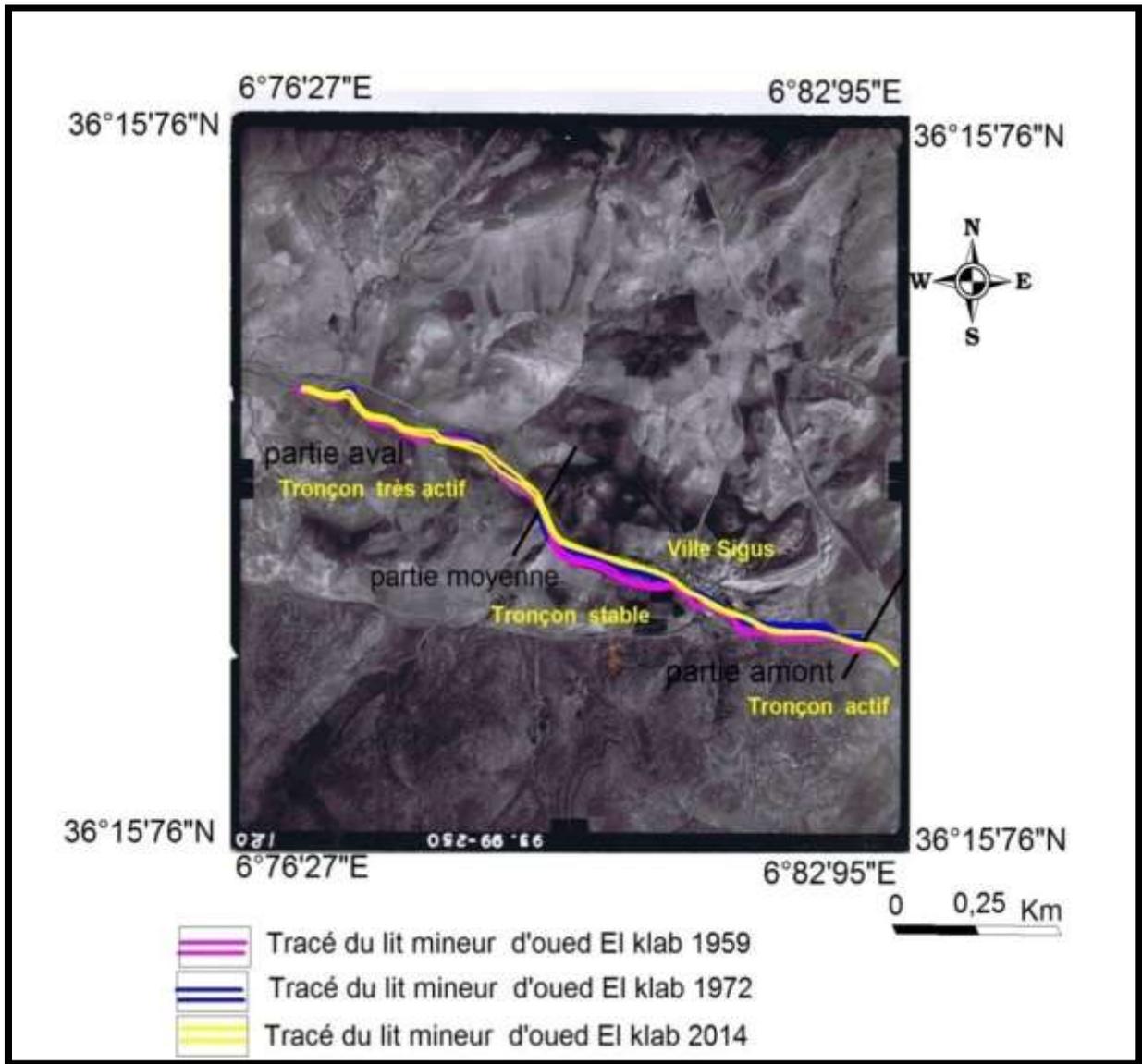


Figure 137: Evolution du lit mineur d’oued El Klab

### I.3. Evolution diachronique du secteur actif (la partie amont et aval)

Les résultats obtenus de la superposition du lit mineur d’oued El Klab à partir des documents cartographiques (photos aériennes) de 1959, 1972 et image satellitaire de 2014 montrent que l’oued a subi des évolutions spatio-temporelles importantes telles que :

a. Le développement du méandre par l'érosion régressive (la partie amont)

La comparaison entre les photos aériennes de 1959 et l'image satellitaire 2014 montre clairement le développement de ce méandre par l'érosion régressive (Figure 138 ,139)

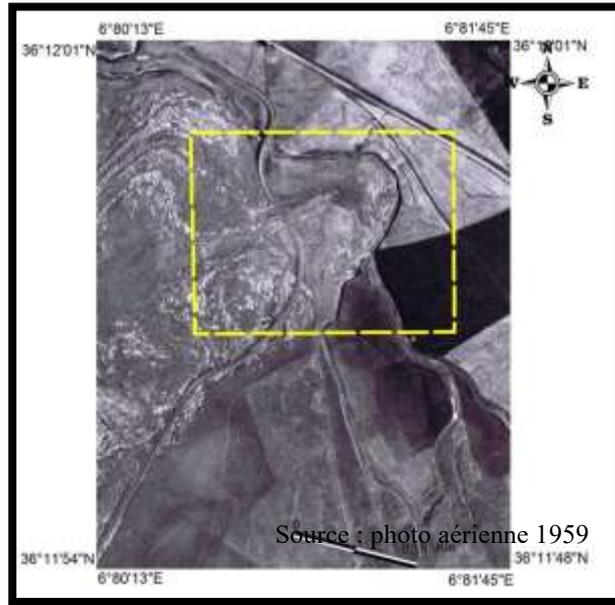


Figure 138: Etat du méandre d'oued El klab (1959)

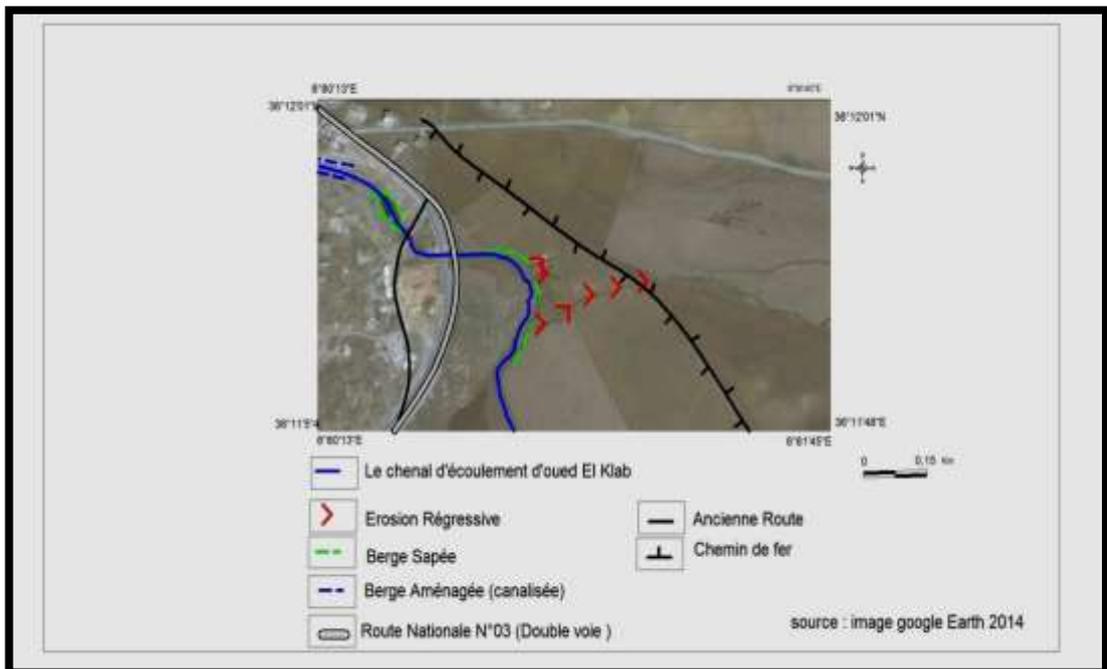


Figure 139: La morphologie du méandre d'oued El klab en 2014

**b. Elaboration d'un méandre très actif par l'élargissement du lit d'oued (la partie aval)**

La récurrence d'événements hydro climatiques extrêmes tient un rôle majeur dans la morphogénèse du lit d'oued El Klab

La dynamique fluviale intense et active d'oued El Klab observée et qui concerne l'élargissement du lit, s'accompagne d'une élaboration des méandres après le passage de chaque crue.

Les berges sont des berges affaissées, glissées, sapées leurs dimensions entre 0,5 à 1 mètre. (Figures 140,141).

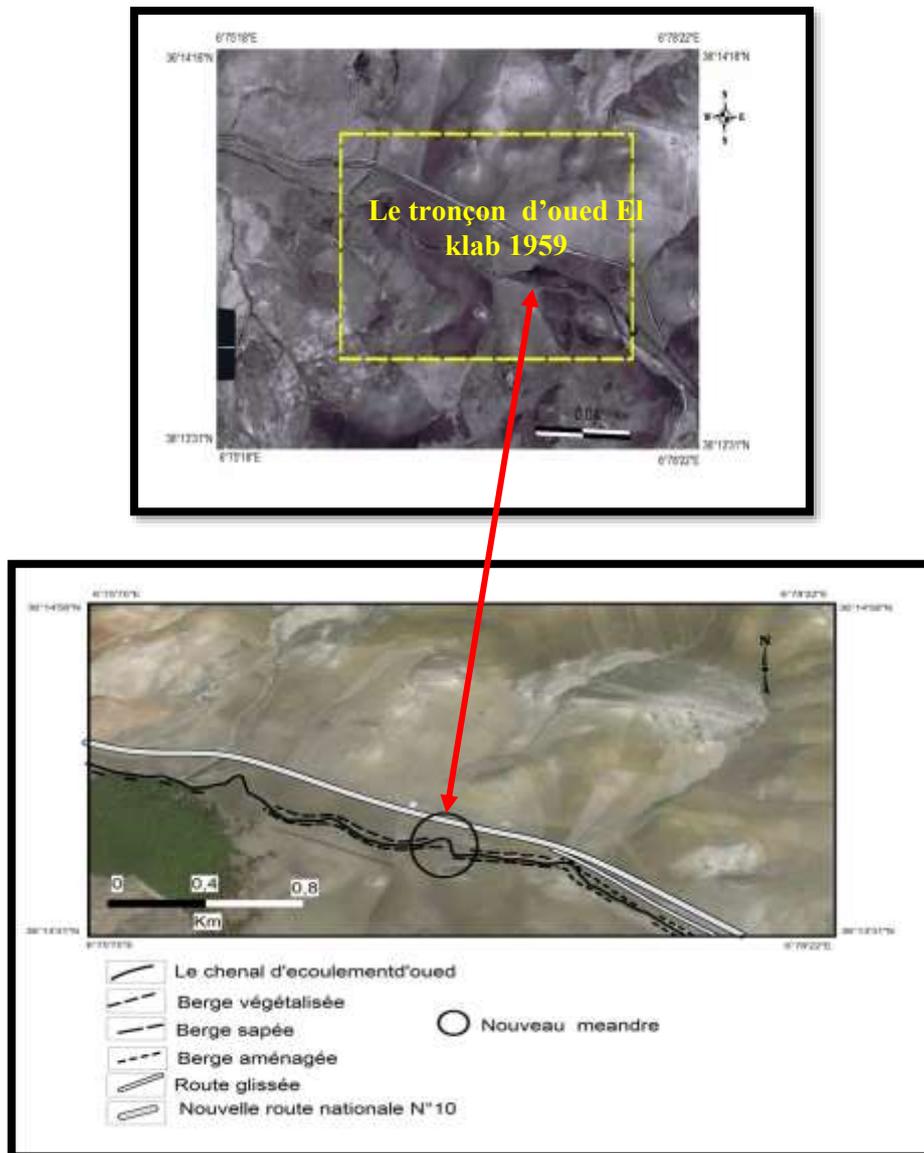


Figure 140,141: La morphologie du tronçon actif d'oued El Klab (Élaboration d'un méandre 2014)

D'après les cartes réalisées la largeur du lit mineur d'oued El klab a été estimée dans le Tableau 45 :

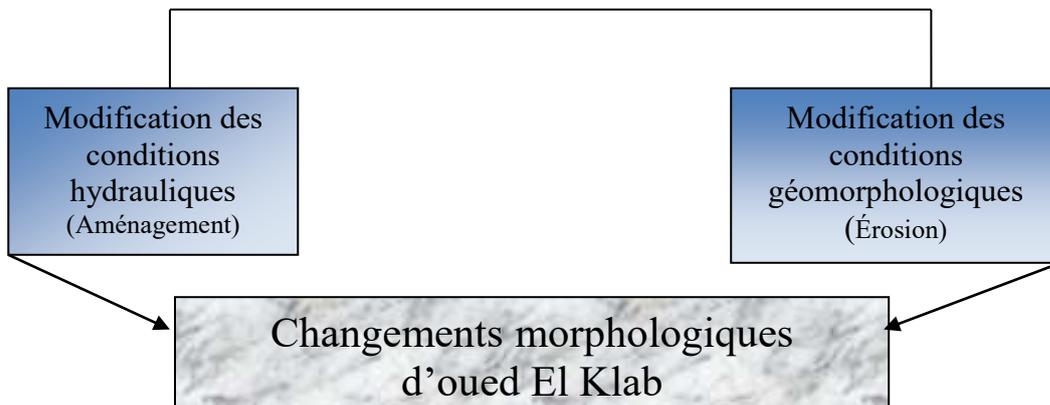
Année	La largeur du lit (m)
1959	5
1972	7
1993	9
2014	13

Tableau 45 : La largeur du lit mineur d'oued El Klab

#### I.4. Les cause de la dynamique fluviale

##### I.4.1. Modifications du système fluviale

La modification de l'environnement hydrodynamique d'oued El Klab par les éléments suivants a modifié la morphologie d'oued



##### I.4.1.1. Les modifications des conditions hydrauliques

Le principe du recalibrage consiste à augmenter la capacité de débit du lit mineur en augmentant la section d'écoulement par l'élargissement et/ou approfondissement du lit. Rappelons que la capacité d'écoulement d'un cours d'eau naturel avant débordement dans le lit majeur correspond sensiblement à la crue journalière de fréquence 1 à 2 ans (Malavoi et al 2007).

L'ingénieur hydraulicien calculait le profil type à donner au cours d'eau pour garantir ce débit de projet sans débordement. Le recalibrage d'un cours d'eau a souvent été couplé à d'autres interventions telles que :

- la rectification du lit mineur
- la protection des berges contre l'érosion ;
- la suppression de la ripisylve (systématique sur au moins l'une des deux berges)

Les impacts sont donc souvent multiples dans la partie aval

Le système d'aménagement et recalibrage d'oued El Klab à la limite de la ville Sigus, n'a pas résisté durant le passage de crue de l'année 2009 (P =500,10 mm sur une moyenne de 360 mm). Le débordement a provoqué une inondation importante et la lame d'eau a touché même les habitations et les ouvrages qui sont situés sur les rives de l'oued et le glissement d'un tronçon de la route N°10, qui a été l'objet d'une opération de déviation de la trajectoire (Figure 141) (photo 4).

En 2010 on a assisté à des travaux de réaménagement du système existant de la protection et la réalisation d'un nouveau mode de rééquilibrage susceptible d'être capable de protéger la ville contre les inondations.

Les impacts des travaux d'aménagement d'oued El klab sont apparents et catastrophiques tels que :

- Translation du phénomène d'érosion en aval du canal par élargissement du lit. (Photo N°43)
- La dégradation de la plaine alluviale est donc le risque d'inondation de la nouvelle route reliant entre les deux villes Constantine et Oum El Bouaghi) (Photo 44).

#### **I.4.1.2. Les modifications des conditions géomorphologiques (l'érosion hydrique)**

L'anthropisation est une variable de contrôle importante dans la dynamique fluviale. Globalement, sur la période de 1959-2014, l'anthropisation des versants par l'occupation des sols dans les fonds des vallées a provoqué les instabilités de ces derniers par des mouvements de masses (glissement de terrain, solifluxion, sapements des berges...).

Le bassin versant d'oued EL Klab à une forte sensibilité à l'érosion hydrique qui représente un taux de 42,19 % de la surface totale (150,06 km<sup>2</sup> sur la surface totale 355,7 km<sup>2</sup> (Ramoul. S et al 2014).



Photo 43 : Indice d'élargissement du lit d'oued El klab  
(Photo prise par l'auteure 2014)



Photo 44 : Le nouveau méandre (Photo pris par l'auteure 2014)

## **I.5. Estimation de l'érosion latérale: La méthode des flèches**

### **I.5.1. Mesure des largeurs érodées : La méthode des flèches d'érosion**

L'une des méthodes d'évaluation des taux d'érosion sur un cours d'eau consiste à mesurer les « flèches d'érosion » au droit de sinuosités actives, en comparant deux documents cartographiques ou photographiques, espacés minima d'une dizaine d'années, afin de lisser les effets des fluctuations hydrologiques (un écart de 20 ans serait idéal), Le principe consiste à mesurer une flèche par sinuosité, au droit du point d'érosion maximal entre les deux limites de berges figurant sur les documents. Les longueurs de ces flèches sont mesurées en valeurs brutes (m) puis ramenées au nombre d'années séparant les deux documents et exprimées alors en taux annuels d'érosion (m/an) (Malavoi et al 2007).

Nous avons pu estimer le taux d'érosion latérale brute d'oued El klab dans le tronçon actif (La partie aval), les flèches numéro N°01, 02,03 (Figure 142).

Les flèches numéros N°:02,03 le taux d'érosion latérale est estimé à 50 m pendant 55 ans, donc 0,91 m/an.

Dans l'endroit d'élaboration un nouveau méandre, le taux d'érosion latérale est 1,10 m/an (La flèche N°01) (60,5m pendant 55 ans).

Actuellement la plaine alluviale de Sigus est en voie de disparition, qui favorise le risque d'inondation d'une route stratégique reliant entre deux villes Constantine et Oum El Bouaghi jusque- là frontière tunisienne.

## **I.6. Réflexions sur la dynamique fluviale**

### **I.6.1. Au niveau de Bassin versant : amont**

Le bassin versant d'Oued El Klan (Sigus), fait partie du bassin versant de Boumerzoug Amont, ce dernier alimente le grand barrage en Algérie Bani Haroun. Le bassin offre des conditions très favorables à une érosion hydrique intense. Par ailleurs, à cause de la lithologie qui associe à des matériaux meubles (alluvion, argile, marne), des pentes fortes, érosivité des pluies et une pression anthropique est à l'origine d'une régression du couvert végétal, culture annuelle.

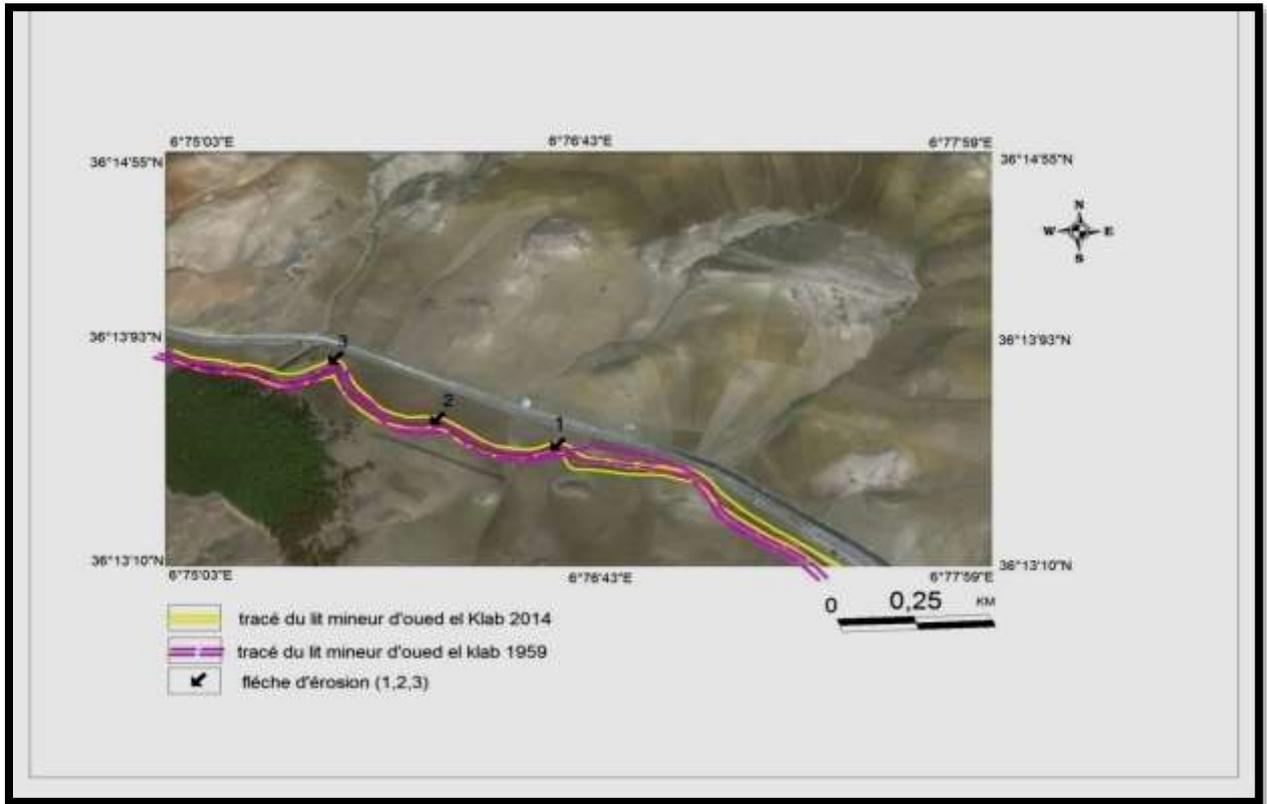


Figure 142: L'érosion latérale dans le tronçon actif d'oued ElKlab

Le processus d'érosion hydrique se trouve accélérer. L'intensité du phénomène se manifeste, ceci amène à poser le problème de l'incision d'oued El klab et l'envasement des retenues collinaires dans la zone, la totalité des retenues collinaires sont plus ou moins touchés par le phénomène d'envasement (tableau 46)

Désignation Communes	dénomination	Capacité (m <sup>3</sup> )	État de l'ouvrage
Ain Fakroun	Mechta El Ousta	60000	Envasé
	Ain Fakroun	40000	
	Ain Fakroun	45000	
Sigus	Chaabet Ain EL Bordj	380000	
El Amiria	ChaabetEl Kemah	280000	

Tableau 46 : Liste des retenues collinaires envasé (Source : DHW OEB)

### I.6.1.1. Une stratégie et plan d'action

D'après le rapport en 2008 qui s'inscrit dans le cadre de l'étude de la protection du bassin versant du barrage de Beni-Haroun sous la direction des études Techniques (DET) de l'Agence Nationale des barrages et Transferts (ANBT), agissant pour le compte du Ministère des ressources en eau, a fait proposer les aménagements antiérosifs suivants:

A- L'aménagement de bassin versant devient une nécessité pour lutter contre l'érosion par :

- **Des corrections biologiques** : reboisement, revégétalisation, des pratiques agricoles
- **Des corrections mécaniques** : formation des banquettes, cordons de pierres, murettes

réalisation des retenues de décantation

B- Intégration du système d'informations géographiques et le système d'aide à la décision devraient être utilisés pour localiser les zones d'intervention en matière d'aménagement antiérosif.

### I.6. 2.Au niveau d'aval

Il est couramment admis que la protection des berges favorise l'incision du lit, au moins localement. Le mieux est de chercher à étaler la crue que la contenir, un bon aménagement devrait donc examiner avec soin la solution des retenues de ralentissement. (Malavoi et al 2007).

## Conclusion du chapitre

Les résultats obtenus nous ont permis d'identifier les importants changements survenus dans la vallée d'oued El Klab

Le chenal d'écoulement est devenu plus sinueux à cause de l'élaboration des méandres très actifs dans la partie aval par l'élargissement du lit et par conséquent la dégradation de la plaine alluviale et dans la partie amont on a enregistré un développement du méandre par l'érosion régressive. L'impact généralisé de l'anthropisation sur le bassin versant (l'érosion hydrique) et sur le lit d'oued tel que la modification des conditions hydrauliques par le rééquilibrage du lit d'oued dans la zone urbanisée pour protéger contre le risque d'inondation a abouti à ces résultats. Actuellement la plaine alluviale de Sigus est en voie de disparition, le taux d'érosion latérale est estimé entre 50 à 60,5 m pendant 55 ans, qui favorise le risque d'inondation d'une route stratégique reliant les villes Constantine et Oum El Bouaghi jusqu'à la frontière tunisienne.

## Conclusion de la quatrième partie

L'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi à subir des changements qui ont provoqué des perturbations dans la région.

Cette quatrième partie, a permis d'évaluer l'impact de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi. Les impacts soulevés sont multiples.

En premier lieu, on insisté surtout sur les inondations catastrophiques et leur impact dans quelques centres urbains de la zone d'études, notamment celles de 2008 et de 2013 dans la ville d'Aïn Kercha, et 2009 dans la ville de Sigus. En deuxième lieu on a étudié la stagnation des eaux pluviales dans la plaine d'Aïn-M'lila.

À cause des travaux d'aménagement et des causes naturelles, une partie de la plaine d'Aïn-M'lila est devenue un lac. On constate l'évolution de sa surface. En 2007 La surface du lac est 19,29 ha avec un périmètre 1,81 Km. En 2014 la surface du lac est presque multipliée et devient 27,72 ha avec un périmètre de 2,45 Km (saison hivernale).

Les crues ont beaucoup influencé l'évolution de la morphologie des oueds, pour cette raison on a évoqué la dynamique fluviale d'oued El Klab dans la plaine de Sigus, on s'intéresse aux importants changements survenus dans la vallée. Le recalibrage de l'oued à augmenter la dynamique fluviale. Le chenal d'écoulement est devenu plus sinueux et l'élaboration de méandre très actif dans la partie aval par l'élargissement du lit.

Actuellement on peut dire que la plaine alluviale de Sigus est en voie de disparition, le taux d'érosion latérale est estimé entre 50 à 60,5 m pendant 55 ans, qui favorise le risque d'inondation d'une route stratégique reliant les villes Constantine et Oum El Bouaghi jusqu'à la frontière tunisienne.

## **Conclusion générale**

À la lumière de cette étude sur l'évaluation de la dégradation de l'environnement dans les Hautes Plaines de l'Est Algérien, présenté par la région d'Oum El Bouaghi Nous avons pu dresser un état de la dégradation de l'environnement et son impact sur la zone.

Les Hautes Plaines Connaissent aujourd'hui des problèmes environnementaux majeurs. Ces problèmes ont des impacts négatifs directs sur l'activité et l'efficacité économique, sur la santé et la qualité de vie de la population, sur la productivité et la durabilité du patrimoine naturel de la région.

Pour cette raison nous avons choisi d'étudier ce thème et nous avons pris la région d'Oum El Bouaghi comme un échantillon qui constitue un milieu fragile et vulnérable a plusieurs formes de dégradation.

La région d'Oum el Bouaghi se distingue par la diversité de la topographie surtout la dominance de l'aspect plan, des ressources géologiques importantes surtout les formations lithologiques tendres (argile, marne...) contribuent largement au phénomène d'érosion, l'héritage géomorphologique avec des vastes terrasses alluviales et des glacis étagées, un potentiel hydrique très important en eaux superficielles et souterraines, un potentiel agricole (céréaliculture et périmètre irrigués), l'action anthropique inadaptée apparait déterminante à travers les formes de la dégradation très avancées du milieu physique.

L'environnement dans la région a subi plusieurs contraintes de diverses origines qui posent des pressions de plus en plus fortes. En plus des agents naturels, L'intervention de l'homme a fait subir à la zone d'étude des changements dans les caractères de l'espace et induire des formes de dégradation plus ou moins importantes.

Cette dégradation se manifeste de la manière suivante : la dégradation de couvert végétal, le sol, la perturbation des nappes souterraine et le déséquilibre écologique des zones humides.

Pour évaluer la dégradation de l'environnement dans la zone d'étude nous nous sommes basés sur les résultats issus d'une cartographie de changement de l'environnement sur la base de changement d'occupation du sol grâce à l'outil SIG. Elle est basée sur le Croisement et la comparaison des données utilisées, par la télédétection, la photo-interprétation, et les investigations sur le terrain. Ces techniques sont devenues actuellement indispensables pour dresser des résultats fiables sur la dégradation du milieu ; elles permettent d'approfondir les études en accédant à une information multi-scalaire et multi- temporelle,

jadis inaccessible, et de faire une cartographie numérique détaillée facilement gérable et mise à jour.

L'apport de la télédétection est une excellente source d'information pour étudier, appréhender et cartographier l'occupation des sols à travers le traitement et l'analyse des images satellitaires multi dates, et c'est la méthode utilisée dans cette recherche. La comparaison entre trois images satellitaires (1985, 2007, 2014) a mis en évidence le changement de l'environnement spatial et temporel, il s'agit d'une extension des surfaces des plans par 11,93 %, l'espace bâti par 6,18% et de forêt dense par 9,65%. La régression des surfaces pour : la forêt claire par 21,58% et l'agriculture.

L'étude diachronique de la dégradation de l'environnement dans la région d'Oum El Bouaghi à travers la superposition des cartes d'occupation des sols de 1985 et 2014 à montrer le changement de l'environnement spatial et temporel. Il s'agit du :

- Domaine forestier : dans la période de 29 ans (1985 à 2014) la surface de la forêt dans la région est démunie de 1881,24 km<sup>2</sup> à 1102,84 km<sup>2</sup>.

-L'extension spatiale du bâti : la région a connu une évolution urbaine assez remarquable entre 1985 et 2014, la surface du bâti en passé de 191,31 km<sup>2</sup> à 564,50 km<sup>2</sup>

-Le développement urbain de chaque ville a eu des impacts négatifs sur l'environnement comme utilisation à outrance du foncier urbain, les déchets, la pollution, les inondations, la dégradation du cadre de vie urbain...

-La variabilité des plans d'eau : on constate une augmentation de la surface des plans d'eau (zone humide, stagnation des eaux, zone inondable...) entre 1001,13 km<sup>2</sup> en 1985 à 1810,39 km<sup>2</sup> en 2014, pour les zones humides (sebkha et chott) leur surface a évolué de 2,97 % entre 1973 et 2014.

La dégradation de l'environnement dans cette zone est liée à plusieurs facteurs, il s'agit de l'héritage de l'invasion ancienne (Romaine, Byzantine, Arabe et Française) qui a pu être accélérer pendant la phase de l'indépendance par le découpage administratif et la politique des Hauts Plateaux et la transformation socio- économique des villes les plus importantes de la région (Aïn-Fakroun et Aïn-M'lila).

La dégradation de l'environnement dans la région d'étude est le résultat d'une dynamique spatiale très accélérée.

Les impacts sont visibles et catastrophiques, la majorité des villes de la région sont menacées par le risque d'inondation telle que les villes d'Aïn-Kercha, Sigus, d'Oum El Bouaghi et la plaine d'Aïn-M'lila.

-Le changement du chenal d'écoulement d'oued El klab qui est devenu plus sinueux et l'élaboration des méandres très actifs par élargissement du lit. Actuellement, la plaine alluviale de Sigus est en voie de disparition.

- La régression des ressources souterraines dans la plaine d'Ouled Sellem et le changement de leur qualité par l'augmentation de la salinité. Tout cela a changé le mode d'exploitation agricole

Les résultats présentés dans cette recherche constituent, de ce fait, un premier pas vers une meilleure connaissance de dégradation de l'environnement et leur impact dans la région d'OEB. Nous avons désormais une idée, certes modeste sur l'avenir de l'environnement dans la zone.

## **Les perspectives de recherche**

Les résultats qui se dégagent à travers cette recherche sur l'évaluation de la dégradation de l'environnement dans les Hautes Plaines de l'Est algérien, concernant la région d'Oum El Bouaghi, montrent une nécessité d'un cadre de la préservation et le développement durable de ces écosystèmes fragiles.

Ces deux opérations doivent être soutenues par des politiques, des actions et des plans d'aménagement, impliquant tous les concernés, allant des citoyens, aux acteurs.

### **- Les décideurs - plans politiques**

Que peuvent faire les décideurs pour lutter contre ces problèmes environnementaux ? En premier lieu, ils doivent examiner de près les améliorations qui ont été réalisées ou qui se dessinent. Bien souvent, celles-ci ont été obtenues par des interventions réglementaires.

L'Algérie est l'un des pays les plus actifs en matière de législation de l'environnement, depuis la promulgation de la loi - cadre pour l'environnement de 1983 qui établit les principes généraux de gestion et de protection de l'environnement, le cadre réglementaire est en pleine expansion, mais également en pleines mutations. En effet une base juridique à couvert pratiquement tous les domaines : L'environnement (*loi n°03-10 du 2003 relative à la*

*protection de l'environnement dans le cadre du développement durable*), préservation des ressources hydriques (*loi N°05-12 du 2005 relative à l'eau*), gestion des déchets, littorale, la pollution ..... ; La dernière loi de la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes (*loi N° 04-20 du 2004*). Malgré la multiplicité de ces textes de loi sur l'environnement, les décrets exécutifs y afférant manquent fortement

**-Les citoyens :** il faut adapter une nouvelle approche basée sur la sensibilisation, la communication et la participation des citoyens pour protéger cet environnement et pousser vers les progrès et la voie du développement durable. Les pouvoirs publics ont le rôle de mieux informer et plus sensibiliser les citoyens sur les problèmes environnementaux et sur les aménagements proposés.

**Les acteurs de la protection:**

La protection de l'environnement ne relevant pas du ministère de l'Environnement, la responsabilité de tous les acteurs chacun dans son domaine est plus que nécessaire. Pour une gestion efficace et durable et pour une mise en valeur rationnelle d'une région fragile et vulnérable comme Oum El Bouaghi dans l'avenir, on devra intégrer un certain nombre d'acteurs : médecins, politiciens, agronomes, géographes, économistes... qui feront progresser les connaissances, passé par une maîtrise rigoureuse des différents facteurs composant ce milieu. Cette maîtrise devra être fondée sur :

- La surveillance du milieu physique, nécessite la mise en place d'un observatoire d'évolution du milieu physique appuyée par un réseau de points de mesure et de contrôle
- Création de la banque de données qui sera alimentée par les mesures obtenues de manière à pouvoir identifier des rythmes d'évaluation

# 1. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- Addi, Lahouari., (1985)** : De l'Algérie précoloniale à l'Algérie coloniale, Edition ENL, Alger.
- Arquès, P., (1998)** : La pollution de l'air : causes, conséquences, solutions-Edisud, Aix-en-Provence.
- Abed Bendjelid., (2001)** : « Armature urbaine et population en Algérie », Insaniyat / إنسانيات, 13 , 131-138 pp
- A.Jallemand-Barrè .S ,(1980):** Aménagement des sols salés irrigation avec des eaux salées étude. Documentaire, bureau de recherches géologiques et minières service géologique national Orléan scedex 36 pp
- Agence de bassin hydrographique Constantinoise -Seybousse- Mellegue ABH., (2009, 2014)** : Les cahiers de l'agence N°2(le bassin de Kebir-Rhumel 23 pp
- Anne .M., (1993)** : Chemchane, histoire d'une sebkha, revus la sécheresse N°04, 25-30 pp
- Andre, p., Delisle, C et Reveret, j.p., (2009)** : L'évaluation des impacts sur L'environnement, Processus, acteurs et pratique pour un développement durable. Editions Presses internationales Polytechnique, 3<sup>e</sup> édition, 398 pp.
- André Pierre, Claud.E ,Revéret Jean-Pierre, (2010):** L'évaluation des impacts sur l'environnement 3<sup>e</sup> édition presses internationales Polytechnique 398 pp
- André Pierre., (1993)** : Etude d'impact sur l'environnement et système d'information géographique , une perspective ;Dossiers de la Revus de géographie Alpines 73-77 pp
- Amoros, C. et Petits, G.E., (1993)** : Hydro systèmes fluviaux. Collection d'écologie n°24, Masson, Paris, 300 pp
- Amoros, C., Bravard, J.-P.,Reygrobelle, J.-L., Pautou, G. et Roux, A-L., (1988)** : Les concepts d'hydro système et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des éco complexes. Bulletin d'écologie 19 (4) 531-546 pp
- ANAT (2007, 2014)** : Schéma régionale d'aménagement de territoire des Hauts Plateaux Est 60 pp
- Amarouayache M., Derbal F., Kara H.,( 2010)** : Caractéristiques écologiques et biologiques d'Artemia salina (Crustacé, Anostracé) de la Sebkha Ez-zemoul, Algérie Nord-Est. Revue d'Ecologie (Terre Vie), 65: 129-138 pp.

**Adad Med chérif , As Lazha .,(2011) :** Le commerce à Ain Fakroun et son impact sur l'environnement urbain , Séminaire international : ville et sante université de Constantine.

## **B**

**Benazzouz M.T. ,(1986 ):** Recherches Géomorphologiques dans les hautes plaines de l'est Algérien la sebkha el Tarf thèse de 3<sup>ème</sup> cycle université de paris I Sorbonne 262 pp

**Beuachamp,(2005) :** Gérer le risque, vaincre la peur ; Ville Saint-Laurent, Québec Bellarmin , 187 pp

**Benlakhlef Brahimet Pierre Berge., (2011) :** Les « nouveaux riches » de l'importation algérienne: des agents de la transformation sociale et urbaine. Étude dans quatre petites villes du Nord-Est algérien (Aïn Fakroun, Aïn M'lila, El Eulma, Tadjenanet) Revus la méditerranée N° 116 ; 17 -24 pp

**Bravard j.p. & Petrs G.E, (1993):** interference with human interventions. In river Hydro systems. Under the direction of C.Amoros and G.E petts.Masson Ed...Paris.233-25

**Bravard J.P. & Petit F., (2000) :** Les cours d'eau. Dynamique du system fluvial, Paris, A.Colin : pp 220.

**-Bravard J.-P., Provansal M., Arnaud-Fassetta G., Chabbert S., Gaydou P., Dufour S., Richard F., Valleteau S., Melun G., Passy P., (2008) :** Un atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône de la frontière suisse à la mer. Edytem , 6, 101-116 pp

**Bravard J.P& Malavoi J.R, (2010) :** Eléments d'hydro géomorphologie fluviale. Onema, 224 pp

**Bravard J.-P., (1989) :** La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du moyen âge et à l'époque moderne. Bulletin de la Société géographique de Liège, 25, 145-157 pp

**Benniou. Ramdane .,(2008 ):** Les systèmes de productions dans les milieux semi –aride en Algérie : thèse de doctorat Institue national d'agronomique El Harrach Alger 320 pp

**Bouhata .R. ,(2007) :** Analyse de la dynamique des sebkhas et son impact sur la vulnérabilité Au risque d'inondation dans la dépression endoréique située entre Zana et Madghassen a l'aide de l'imagerie satellitaire LANDSAT mémoire de magister université de Batna 189 pp

**Bouhata .R.,( 2015) :** Application des techniques de géomatique dans l'analyse de la vulnérabilité des zones endoréiques (Hauts Plateaux de l'Est Algérien - Cas de la plaine de Gadaine et ses bordures : Doctorat en Sciences université de Batna 167 pp

**Bensaid A., (1997):** Traitement des données multi-sources et conception d'une

Base de données dans un SIG en vue de la caractérisation d'un milieu physique, application à une zone steppique au nord de Laghouat. Centre National des Techniques Spatiales, Arzew, Algérie, Mémoire de magister, 122 pp.

**Boussata. Sandra, (2005):** L'érosion et la stratégie d'aménagement dans le bassin de Kebir El Rhumel (étude cas oued Semandou et Boumerzoug). Thèse de magistère, département des sciences de la terre, université de Constantine 180 pp

**Bannari A., El-Harti A., Haboudane D., Bachaoui M., et El-Ghmari A., (2008) :**  
Intégration des variables spectrales et géomorphométriques dans un SIG pour la Cartographie des Zones exposées à l'érosion. Revue Télédétection, Vol. 7, n° 1- 2-3-4, 327-342 pp.

**Benchetrit M., (1956) :** Les sols d'Algérie. In : Revue de géographie Alpine, Tome 44 N°4.

**Bergeron. ,(1993) :** Vocabulaire de la geomatique Québec 41 pp

**Ballais J.L.,( 2006 ):** La cartographie hydrogéomorphologique (Hydrogeomorphological mapping). In: Bulletin de l'Association de géographes français, 83<sup>e</sup> année,

**Ballais, J.L., Chave, s., Dupont, n., Masson, e. et Penven, m.j., (2011) :** La Méthode hydrogéomorphologique de détermination de zones inondables revues Physio-Géo, Volume 5

**Berthier A ,(1981) :** La Numidie, Rome et le Maghreb.Ed.Picard.Paris.

**Bonn, F., (1996 ) :** Précis de Télédétection, II - Applications thématiques. Presses de l'Université du Québec/AUPELF, vol. 2, 633 pp.

**Bethemont, J., (2000) :** Les grands fleuves : entre nature et société, deuxième édition, Armand Colin, Paris, 255 pp

**Barbalat .j ,(1996) :** Analyse diachronique de la dynamique des milieux naturels par Télédétection satellitaire, international archive of photogrammetry and remote sensing vol XXXI 53-58 pp

**Benchetrit Maurice . ,(1956) :** Les sols d'Algérie. Revue de géographie alpine volume 44 Numéro 4 ; 749-761 pp

## C

**Christiaan .benjamin Bar ., (1957 ):** Etude géologique de la feuille au 1/50000 d'Ain M'lila ( Algérie) édition : Publication du service de la carte géologique de L'Algérie Bulletin N°09 249 pp

**Charlton R., (2009):** Fundamentals of fluvial geomorphology. Routledge, New York, 234 pp

**Chadi, M., (1991):** Géologie des Mont d'Ain M'Lila (Algérie orientale) Thèse de doctorat, université Nancy I, 192 pp.

- Côte, M et Benkartoussa., (1974):** Un aménagement pastoral : les Geraets constantinoise, Séminaire international sur le pastoralisme Alger 22-28 Avril 15 pp
- Côte, M., (1981) :** Mutations rurales dans les hautes plaines de l'Est Algérien. - Alger, OPU (2<sup>ème</sup> édition).
- Côte, M., (1988) :** L'Algérie ou espace retourné ; ouvrage publié avec le concours du centre national des lettres (Flammarion) 353 pp
- Côte, M., (1996):** L'Algérie espace et société édition Masson Armand colin paris cedex 240 pp
- Côte, M., (1998):** Les régions bioclimatiques de l'Est Algérien, Rhumel N°6 57-71 pp
- Coque R., Tricat J., Cailleux A., (1972):** Le modèle des régions sèches, traité de géomorphologie. Annale de Géographie, 81: 734-740 pp.
- Coque, R., (2000) :** Géomorphologie édition, Armand Colin, Paris 502 pp
- Caloz. R., et Puech C., (1996) :** Précis de télédétection - Volume 3 Traitements numériques d'images de télédétection. Presses de l'université se Québec 386 pp
- Cosandey .C., (2003) :** Les eaux courantes, géographie et environnement, Paris, Belin, sup géographie 239 pp
- Cherràd Salah Eddine., (1999):** « Paysans, statut foncier et irrigation: exemples dans les Hautes Plaines constantinoises », *Insaniyat / إنسانيات*, 7, 53-61 pp.
- ClavaL, P., (2012):** De la terre aux hommes. La géographie comme vision du monde, Paris : Armand Colin, 413 pp.
- Christion Léfèvre , Jean\_luc Schneidre.,( 2008) :**Les risques naturels majeurs collection géosciences , édition GB science 306 pp
- Citet., (2000) :** Évaluation du système d'étude d'impact sur l'environnement de l'Algérie. Rapport élaboré par le centre international des technologies de l'environnement de Tunis dans le cadre du Méditerranéen Environnemental Technical Assistance Program 29 pp
- Clark .W. C; (1986):** the cumulative impact of human activites; CCREE et US NRC 113-125 pp
- Comolet, A., (1991) :** L'environnement qu risque d'une définition ; L'information Géographique 109-116 pp

**Courtois, ch., (1955) :** Les vandales et l'Afrique. Ed.Arts graph. Et mét. Paris

## **D**

**Durand, J.H., (1958) :** Les sols irrigables. Etude pédologique.E. D. Imbert, Alger, 190 pp

**Demangeot. j., (2000):** Les milieux naturels du globe édition Armand colin paris cedex 363 pp

**Dali N., (2009) :** Ressources et gestion intégrées des eaux du bassin de Gareat El Tarf (w. khenchela) magister en hydrogéologie université Badji Moukhtar –Annaba 203pp

**Dauphine, A., (2001) :** Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer, Armand Colin, coll. « U », 288 pp

**Desroches A., Leroy A. & Vallée F., (2007) :** La gestion des risques : principes et pratiques, 2<sup>ème</sup> édition. Hermès-Lavoisier.132 pp

**Djender, M, (1981):** Introduction à l'histoire de l'Algérie. Ed.ENAL. Alger.

**Demmak , A., (1982) :** Contribution A L'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie. Thèse De Doctorat, Université d'Alger. 220 pp

**Demnati F., (2012) :** Biodiversité et Enjeux Socio-économiques des lacs salés (Chotts et Sebkhass) d'Algérie. Cas du Chott Merouane et Melghir Thèse de doctorat en Sciences Agronomique, université BISKRA ; 109 pp

**Dieye. A.M., (2002) :** L'utilisation des systèmes d'information géographique dans l'évaluation des impacts sur l'environnement, Revus africain de gestion et d'évaluation environnementale 29-40 pp

**DSA 1994:** Rapport final « évaluation par télédétection des potentialités agricoles de la wilaya d'Oum El Bouaghi 30 pp

## **E**

**EL Garouani, A., Chen H., Lewis, L., Tribak, A. Abahrour, M., (2007) :** Apport de la Télédétection et du SIG pour le suivi spatio-temporel de l'occupation du sol et de l'érosion nette dans le bassin de l'Oued Tlata (Maroc). Acte des JSIRAUF,Hanoi, 6-9 novembre 2007, 9 pp.

**Entreprise nationale de projets hydrauliques de l'est (HYDRO-PROJETS-EST (H.P.E)., (2010) :** Etude d'aménagement et recalibrage d'Oued Sigus. 20 pp

**Eid C.Y., (2007) :** Le droit et les politiques de l'environnement dans les pays du bassin Méditerranéen : Approche de droit environnemental comparé. Thèse de Doctorat, Université R. Descartes, Paris V (France) 245pp.

## F

**Flageollet J-C., (1989) :** les mouvements de terrain et leur prévention Masson Paris Molan Baelone Mexico 207 pp

**Fremont Armand., (1962) :** la région d'Ain M'Lila dans les Hautes Plaines Constantinoise. Revus la méditerrané volume 3 ; 6- 29 pp

**Ferry.L.,( 1995) :** L'homme – dieu et le sens de la vie Paris Grasser 246 pp

## G

**Gouaidia L., Guefaifia O., Boudoukha A. & Hemila ML.,( 2013) :** Evaluation de la salinité des eaux souterraines utilisées en irrigation et risques de dégradation des sols : Exemple de la plaine de Meskiana, Nord-Est Algérien. Geo-Eco-Trop., 2013, 37, 1 : 81-92 pp

**Gaucher G., et Burdins S., (1974) :** Géologie, géomorphologie et hydrologie des Terrains salés, ed p.u.f. paris, 231 pp

**Girard, M.C et Girard C.M., (2010) :** Traitement des données de télédétection : Environnement et ressources naturelles. Presse Dunod, 576 pp

**Guiraud.R., (1973) :** Evolution post-triasique de l'avant –pays de la chaîne alpine en Algérie,d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines thèse science, Nice 270 pp

**Guidoum .Azeddine., (2017) :** Caractérisation hydrologique et analyse du transport solide en suspension dans trois ensembles hydrographiques du nord-est algérien Etude de cas dans la Seybouse, les Hautes Plaines Constantinoises et Chott Melghir (Coupe Nord-sud) Doctorat en sciences en : Hydraulique Université Mohamed Khider – Biskre 300 pp

**Guidoum .A., (2004 ) :** Etude hydrologique du bassin versant de l'Oued Chemorah à la station de Chemorah (W. de Batna, Est Algerien). Mémoire de Magister en Hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, 259 pp.

**Congalton, R.G., R.G. Oderwald, and R.A. Mead., (1983):** Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 49:1671-1678.

**Gendron .C et J.P Revéret., (2000):** Le développement durable : économique et société Série F N° 37 ; 117-124 pp

## H

**Hadeid .M., (2009) :** Politiques de développement régional dans les Hautes Plaines Algériennes : un bilan mitigé développement durable et territoires [En ligne], Varia (2004-2010)

**Halitim A., (1988) :** Sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU, Alger, 384 pp.

**Houhamdi Moussa, Hinda Hafid, Sihem Seddik, Abdelaziz Bouzegag, Yacine Nouidjem, Tayeb Bensaci, Mohamed-Chérif Maazi et Menouar Saheb .,( 2008) :**  
Hivernage des grues cendrées (Grus Grus) dans le complexe de zones Humides des Hautes plaines de l'est de l'Algérie ; Le Bulletin Aves est LA revue des ornithologues de terrain en Belgique francophone 45/2 ; 93-103 pp

**Houhamdi Moussa, Mohamed-Chérif Maazi , Sihem Seddik, Leila Bouaguel, Sabrina Bougoudjil et Menouar Saheb .,(2009) :** Statut et écologie de l'Érismature à tête blanche (Oxyura leucocephala) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie Le Bulletin ;Aves est LA revue des ,ornithologues de terrain en Belgique francophone Aves 46/1 ; 9-19 pp

**Hubert, G. et Ledoux, B., (1999) :** Le coût du risque. L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations. Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, Paris, 232 pp.

**INSID INSTITUT NATIONAL DES SOLS, DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE., (2009) :** note sur la carte de sensibilité a l'érosion (nord de l'Algérie) 27 pp

## I

**Ibn-Khaldoun (xl' Siècle) :** Histoire des berbères et des dynasties musulmanes de l'Afrique Septentrional. Traduction de Slane, 4 vol., Alger 1852, 56 pp.

**Iftim G., (1974) :** Géologie, Hydrogéologie et essais de synthèse pour les massifs calcaires du flanc Nord de l'Aurès autour d'Ain Kercha, d'Oum El Bouaghi et des régions limitrophes, Rapport 17, cartes au 1 / 50.000<sup>ème</sup>

## J

**Jean Despois .,(1952) :** Relief et hydrographie des Hautes Plaines Constantinoises Annales de Géographie 1952 Volume 61 Issue 323 ;62-63 pp

**J. Dresch .,(1950 ) :** Questions morphologiques des Hautes Plaines Constantinoises Bulletin de l'Association de Géographes Français Année 210-211 90- 95 pp

**Jaubert, H., (1910 ):** Poids romains trouvés à Sigus. Extrait du Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique de Constantine. Vol.XLIV. Année

**Julien C.A., (1951.) :** Histoire de l'Afrique du Nord. 2 tomes. Payot, Paris.

## **K**

**Knighton D.,(1998 ):** Fluvial forms and processes, a new perspective, Arnold: 376 pp

## **L**

**Leopold, L.B., Wolman, M.G. et Miller, J.P., (1964):** Fluvial processes in Geomorphology. San Francisco, W.H. Freeman, 552 pp

**Laffitte R Deleau P.,( 1952 ):**Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000 (2<sup>ème</sup> édition, feuille de Constantine)

**Layeb .Hafid.,( 1999) :** Volontarisme spatial et promotion administrative en Algérie Revus 1 Méditerranée Volume 91 Numéro 1 ; 85-91 pp

## **M**

**Malavoi J-R et Philippe Adam., (2007):** Les interventions humaines et leurs impacts hydro morphologiques sur les cours d'eau Ingénieries N° 50 ; 35 -48 pp

**Malavoi, J.-R., ADAM, P., (2007) :** Préservation et restauration physique des cours d'eau. Aspects techniques, Techniques, Sciences, Méthodes, n o 2, 39-53 pp

**Malavoi J.R., Bravard J.P., (2010) :** Eléments d'Hydrogéomorphologie fluviale. Onema, 224 pp

**Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement., (2001):** Projet national ALG/98/G31 ; Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques.

**Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.,(2002) :** Plan National d'Action Pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)

**Mayer, H., (1999) :** Air pollution in cities, Atmospheric environment, 33, 4029-4037

**Mihoub Redouane , Mesbah M .,(2013) :**Qualite des eaux de la nappe Mio-Plio Quaternaire au nord du dj Oum kchrid, wilaya d'Oum El Bouaghi : Proceeding du Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement SIHE 2013 Ouargla

**Marre A , Y. Quinif .,( 1981) :** Le djebel Guérioun : étude Géomorphologique et évolution Quaternaire d'un massif calcaire des Hautes Plaines Constantinoise Algérie. Revus la méditerrané volume 43 ; 3-13 p

**Mebarki, A., (2009) :** Ressources en eau et aménagement en Alger, Les bassins Hydrographiques d'Est O.P.U. Alger

**Mebarki A., (2005) :** Hydrologie des bassins de l'est algérien : ressources en eau, aménagement et environnement, thèse de doctorat d'état, Université Mentouri - Constantine, Alger, 360 pp

**Mostephaoui T., Merdas S., Sakaa b., Hanafi M. T. et Benazzouz M.T.,( 2013) :** Cartographie des risques d'érosion hydrique par application de l'équation universelle de pertes en sol à l'aide d'un système d'information géographique dans le bassin versant d'El Hamel (Boussaada) Algérie. Journal Algérien des Régions Arides. N° Spécial 201,131-146 -255 p p

**Manuels Ramsar 6<sup>e</sup> édition., (2013) :** Guide de la Convention sur les zones Humides (Ramsar, Iran, 1971). Secrétariat de la Convention de Ramsar-2013, 120 pp.

**Milbrath .L W .,(1979 ):** Indicateur de la qualité de l'environnement dans UNESCO, Indicateur de la qualité de l'environnement et de la qualité de la vie ,SS /CH38 33-59 pp

## **N**

**Nicole Démoutiez et Hervé Marquant., (2009) :** Les grandes questions de l'environnement Edition L'étudiant ; 167 pp

## **P**

**Pigeon David., (2010) :** Évolution de la dynamique fluviale d'une rivière de plaine alluviale, du XIX siècle à nos jours. Exemple de l'Allier sur le secteur de la réserve naturelle (Allier) à travers les documents anciens AXE 3 – Environnements Et sociétés- Programme « Au fil de l'eau

**Piégay H., Salvador P.-G., Astrade L., (2000):** Réflexions relatives à la variabilité spatiales de la mosaïque fluviale à l'échelle d'un tronçon. Zeitschrift für Geomorphologie 44, pp 317-342

**P.D.A.U. d'AIN M'LILA., (2004) :** B.E.T. URBACO.

**PNUD., (1997) :** La gouvernance en faveur du développement durable. Document de politique générale 47 pp

## **Q**

**Quinif .Y.,(1975):** Le Djebel Sidi Reghiss : un site karastique remarquable .Acta du 5<sup>ème</sup> colloque Suisse de spéléologie, Interlaken , Septembre 191-174 pp

## **R**

**Roche., (1986) :** Hydrologie de surface Masson

**Revéret .J.P et Gendron.,( 2002) :** Le développement durable entre environnement et développement .Liaison énergie Francophonie : Science et technologie ; des visées d'avenir Québec 99-114 pp

**Ramoul S.,( 2014) :** La cartographie multifactorielle de la dégradation de sol dans le BV oued El klab les Hautes Plaines d'Est Algérien : the international journal of the environment and water vol 3 issue 113pp

**Ramoul S., Benazzouz.M. Cemali. N (2016) :** Evolution de la dynamique fluviale d'oued El klab dans la plaine de Sigus de 1959 à 2014 (Oum El Bouaghi, Algérie) Geogr. Fis. Dinam. Quat. 83-88 pp.

**Ramdane Abdelmajid., (2011) :** La politique de protection de l'environnement en Algérie : réalisations et échecs revus de palmier pour la recherche et les études, N° 13 université d'Ourgla 1-16 pp

**Roose.E., (1999) :** Ravinement en Algérie. Typologie, facteurs de contrôle, quantification et réhabilitation Bulletin - Réseau Erosion, 1999, (19) 122-138 pp

**Raoult. J. F., (1974) :** Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du Constantine, Algérie) thèse science Paris.

**Rigaux, P., (1997):** Conception et mise en œuvre de système d'information géographique Revue internationale de géomatique 7 ; 231 - 376 pp

## **S**

**Samaali .H., (2011) :** Etude l'occupation et de l'utilisation du sol dans le delta de Medjerda par télédétection et systèmes d'informations géographiques thèse en vue de l'obtention du Doctorat en Géographie : Université de Tunis ;300 pp

**Schmitt L., Maire G. & Humbert J., (2000):** Typologie hydro-géomorphologique des cours d'eau : vers un modèle adapté à la gestion du milieu physique des rivières du versant sud-occidental du fossé rhénan. Revue de Géographie de Lyon, 75, 4, 347-363 pp

**Schmitt L., Maire G. & Humbert J., (2001) :** La puissance fluviale : définition, intérêt et limites pour une typologie hydro-géomorphologique de rivières. Zeitschrift für Geomorphologie, 45, 2 ; 201-224 pp.

**Salomon J.N.,( 1997) :** L'homme face aux crues et aux inondations, Presses universitaires de Bordeaux , Scieteren

**Seltzer .P .,(1946) :** Le climat de l'Algérie, Alger, Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Carbonnel, 219 pp, 2 cartes hors-texte.

**Saadi. Saadia., (2015):** Développement et validation d'une approche globale, dynamique et participative d'évaluation environnementale stratégique, Doctorat ès Sciences EN Hygiène & Sécurité Industrielle Option : Gestion des Risques ; université de Batna 142 pp

**Stone O.R., (1967):** A desert glossary. Earth- Science Reviews, 3: 211-268pp.

## **T**

**Tihay j.P., (1972) :** L'intérêt des données géophysique dans l'étude géomorphologique : l'exemple des Hautes Plaines Constantinoises. Revus géomorphologique dynamique N°4 ; 145-161 pp

**Tricard J., (1979) :** L'analyse de système et l'étude intégrée du milieu naturel annales de Géographie N° 490 volume 88 ;705- 714 pp

## **V**

**Vila. J.M., (1980) :** La chaine alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisienne thèse SCuniversité de paris VI 3 vol ; 663 pp

**Voûte. C., (1967) :** Essai de synthèse de l'histoire géologique environ d'Ain Fakroun , Ain Babouche et des régions limitrophe 02 Tome publication du service géologique de l'Algérie Alger bulletin N°36 ; 390 pp

**Verstappen, H. Th., The. (1963):** Application of aerial photograph interpretation in geomorphological research, Pol.Acad. Sci., Geogr. Studies , Warszawa, Vol.46, 122-126 pp.

**Vigneau y.j.p. (2002) :** Géographie physique. Milieux et environnement dans le système Terre, U Colin, 368 pp

**Veyret Y.,Pierre pech. , (2002) :** L'homme et environnement, U Amazon, 404 pp

**Veyret.Y., (1998) :** L'érosion entre nature et société édition SEDES 343 pp.

## **W**

**WADE, S., RUDANT, J.P., BAL, K. et NDOYE, B., (2008) :** Télédétection et gestion des catastrophes naturelles : applications à l'étude des inondations urbaines de saint louis et du ravinement lié à l'érosion hydrique à Nioro-du Rip (Sénégal). Revue Télédétection, vol. 8, n° 3, 203-210 pp.

## **Y**

**Yahiaoui .N.,(2014) :** Evolution spatio-temporelle des sebkhas des Hautes Plaines Constantinoise L'Est Algérie : apport de télédétection ; mémoire du Master en géologie université de Constantine 182 pp.

## **Z**

**Zair. Nadjet .,(2009) :** hydrogéologique et problèmes de vulnérabilité des nappes Aquifères dans la région d'Oum El-Bouaghi ; mémoire de magister Option : hydrogéologie Environnemental et modélisation université Mokhtar Badji Annaba 189 pp.

## **2. Les photos aériennes**

- Les couvertures aériennes mission 1972 à l'échelle 1/20000 couvrant les feuilles : Ain M'Lila, Ain Yagout , El khroub , Ain Fakroun , Ain Kercha

-La couverture aérienne mission 1959 à l'échelle 1/25000 couvrant les feuilles : El khroub (Zone de Sigus)

## **2.Les photos aériennes**

- Les couvertures aériennes mission 1972 à l'échelle 1/20000 couvrant les feuilles : Ain M'Lila, Ain Yagout , El khroub , Ain Fakroun , Ain Kercha

-La couverture aérienne mission 1959 à l'échelle 1/25000 couvrant les feuilles : El khroub (Zone de Sigus)

## **3. Les cartes**

### **3.1. Topographiques**

Les cartes topographiques à l'échelle 1/50000 : projection Lambert (1960):

- ✓ El khroub, Ain- M'lila, Ain- Fakroun, Ain- Babouche, Ain yagout, Ain-Kercha, conrobert, El Maadher, Lutaud et Gareat Et Tarf
- Les cartes topographiques à l'échelle 1/50000 : projection UTM (1993) :
  - ✓ Ain- M'Lila Ouest, Ain -M'Lila Est, Ain- Fakroun Est, Souk Naaman Est, Oum El Bouaghi Ouest
- Les cartes topographiques à l'échelle 1/200000 : Constantine, Batna

### **3.2. Géologiques**

- La carte géologie de Constantine à l'échelle 1/200000 type de 1960
  - La carte géologie de l'Algérie de 1/5000000
- Autre :**
- La carte de végétation de 1840 échelle 1/400000

## **4 . images satellitaires**

Landsat 4 : 3-04-1985

Landsat 7 : 19-03-2007

Landsat 8 : 22-03-2014

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ABH** : Agence des bassins hydrographiques.

**ANRH** : l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

**ADE** : Algérienne des eaux D'OEB.

**AEP** : Alimentation en l'eau potable.

**APC** : Assemble populaire communale

**ANAT** : Agence nationale d'aménagement du territoire

**BV**: Bassin Versant.

**BNEDER** : Bureau National d'étude et de réalisation en milieu rurale.

**CF** : conservation des Forêts

**DAS** : Direction d'agriculture.

**D.E** : Direction d'environnement.

**D. H .W**: Direction d'hydraulique de la wilaya.

**DPAT** :Direction de planification d'aménagement de Territoire .

**Dj** : Djabel.

**DGF** : Direction général des forêts

**3D** : Trois Dimensions.

**ENVI**: Environment for visualising image.

**INSP** : Institut national de santé publique

**Ha** : Hectare

**INSID** : Institut national des sols, de l'irrigation et du drainage

**MSP** : Ministère de la santé publique

**MRS** : Ministère des ressources hydrique

**MATE** : Ministère d'aménagement de territoire et l'environnement

**MG** : Ministère d'agricole

**MNT**: Modèle Numérique de Terrain.

**M.T.H** : maladie transmission hydrique

**OBE** : Oum El Bouaghi.

**ONE** : office national statistique

**OMS** : L'organisme Mondiale de la santé.

**PDAU** : Plan directeur d'aménagement Urbanisme.

**PNUD** : Programme des Nations-Unies pour le développement

**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

**P**: Précipitation.

**Q<sub>x</sub>** : Production.

**Ramsar** : Convention de classification des zones humides.

**RGPH** : Recensement général de la population et de l'habitat

**STEP** : Station d'épuration.

**SIG** : Système d'information géographique.

**SRTM**: Shuttle Radar Topography Mission.

**WGS**: World Geodetic System.

## Table des Métièrs

Remerciements .....	
Dédicace.....	

### Introduction Générale

Introduction .....	1
2. Etat de l'art .....	4
1- Situation géographique des Hautes Plaines de l'Est Algérien .....	8
3. Problématique.....	11

## PREMIERE PARTIE

### AMPLEUR DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES HAUTES PLAINES ORIENTALES ET LE CADRE NATUREL DE LA REGION D'OUM EL BOUAGHI

#### CHAPITRE 1

#### PROBLEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES DANS LES HAUTES PLAINES DE L'EST ALGERIEN

Introduction .....	16
I. Les Hautes Plaines de l'Est Algérien.....	16
I.1. Le milieu physique: la topographie, la géologie, le climat, l'hydrologie, sol, et végétation .....	17
II. État de l'environnement dans les Hautes Plaines d'Est: un bilan alarmant.....	27
II.1. Les ressources hydriques: des ressources en eaux limitées et de qualité médiocre .....	27
II.2.La dégradation du sol .....	29
II.3.La dégradation du couvert forestier .....	30
II.4. La dégradation des zones humides .....	32
II.5.Impact du développement humain.....	34
Conclusion du chapitre.....	35

#### CHAPITRE 2

#### LES CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE DE LA REGION D'OUM EL BOUAGHI

Introduction .....	37
I. Le morcellement du relief : Quatre unités de relief bien distinctes .....	37
I.1.Les Montagnes .....	37
1 .1 .1.Les montagnes de la région d'Aïn-M'lila.....	44
1.1.2. Les chainons de la Chebka des Sellaoua .....	40
1.1.3.Les montagnes de la région d'Oum El Bouaghi .....	40
I.2.Les piémonts .....	41
I.3.Les plaines .....	41
I.3.1.La plaine d'Aïn-M'lila .....	41
I.3.2.La plaine d'Aïn-Fakroun et Sigus .....	43
I.3.5.La plaine d'Ouled Sellem .....	43

I.3.6.La plaine d'Oum El Bouaghi.....	43
I.4. Les cuvettes et les sebkhas.....	45
II. Le cadre structural .....	46
II.1.La stratigraphie .....	46
II.1.1.Les formations de Quaternaire .....	46
II.1.2.Les formations du Mio-Pliocène continentales.....	46
II.1.3.La série de l'avant pays allochtone .....	47
II.1.3.1.L'organisation structurale constantinoise .....	47
II.1.3.1.1. Les séries néritiques constantinoises.....	47
II.1.3.1.2.Les séries des Sellaoua.....	47
II.1.3.2.L'ensemble Allochtone Sud Setifien .....	47
II.1.4.Les formations parautochtones et autochtones .....	48
II.1.5.Les formations du trias.....	48
II.2. La lithologie.....	48
II.2.1. Quaternaire.....	48
II.2.2. Les cuvettes.....	48
II.2.3.Le Mio-Pliocène continental .....	50
II.2.4.Les série de l'avant pays allochtone .....	50
II.2.4.1.La série de Sellaoua .....	50
II.2.4.2.La zone méridionale du néritique constantinoise.....	51
II.2.5.Les formations parautochtones à l'autochtone .....	52
II.3.Les phases tectoniques.....	54
A. La Phase Atlasique.....	54
B.La Phase Miocène .....	54
III. Les caractéristiques Géomorphologique : Le poids d'héritage du Quaternaire .....	55
III.1.Les formes hérités du Quaternaire .....	55
III.1.1. Les montagnes .....	55
III.1.2. Les piémonts .....	58
III.1.2.1. Les glacis .....	58
III.1.3.Les plaines.....	59
III.1.3.1.Les terrasses alluviales.....	59
III.2.Les sebkhas : Les formes éoliennes .....	61
a. Les lunettes .....	61
b. Les nebkas.....	62
C.La forme de ripple-marks.....	62
III.3.Les formes d'érosion.....	63
III.3.1. Les formes des lits des cours d'eaux .....	63
III.3.2. Les mouvements de terrain.....	66
A .Les paramètres morphologique.....	66
B. Les paramètres climatiques et hydrographiques .....	69
C. Les paramètres géologiques .....	70
III.3.2.1.Les glissements de terrain.....	72
a .Le glissement en planches.....	72
b. La solifluxion.....	73
III.3.2.2. Les éboulements .....	75
IV. Les facteurs climatiques : un climat semi aride .....	75
IV.1.Les précipitations et leur variabilité: la Pluviométrie .....	76
IV.1.1.La période ancienne de 1946-1954.....	77
IV.1.2. La période actuelle.....	78
IV.1.2.1.Les variations annuelles des pluies.....	78

IV.1.2.2. Les variations saisonnier des pluies.....	79
IV. 1.2.3. Les variations mensuelles .....	81
IV.2. Des amplitudes thermiques fortes .....	83
IV.2.1. Les variations mensuelles de la température .....	83
IV.3.2. Climagramme de L'emberger .....	84
IV.3. Le vent.....	85
V. L'écoulement de surface et l'écoulement souterraine .....	88
V.1. L'hydrologie de la région d'étude .....	88
V.1.1. Au Nord : Un régime d'écoulement exoréique.....	89
V.1.1.1. Le bassin versant de Boumerzoug amont .....	89
V.1.1.1.1. Le régime hydrologique .....	91
V.1.2. Au Sud : un régime d'écoulement endoréique .....	92
V.1.2.1. Le Bassin versant des Hauts plateaux constantinois.....	93
V.1.2.1.2. Le régime hydrologique de la zone Sud .....	94
V.2. Le régime Hydrogéologie :un potentiel en eau souterraine important .....	98
V.2.1. Les nappes phréatiques et leur exploitabilité .....	98
VI. Les caractéristiques de la biocénose .....	99
VI.1. Les caractéristiques pédologiques.....	99
VI.1.1. Les sols calciques (calcimagnésique).....	100
VI.1.2. Les sols calcaires .....	100
VI.1.3. Les sols azonaux (sols locaux) .....	100
VI.2. Le couvert végétal .....	102
VI.2.1. Le couvert végétal permanant (l'exploitation naturelle.....	102
VI.2.2. Le couvert végétal temporaire .....	102
VI.3. L'écologie des zones humides .....	103
VII. Le milieu humain : Socio-économique et les actions anthropiques .....	105
VII.1. La population .....	105
VII.2. Les travaux d'aménagement .....	107
VII.2.1.2. La protection des berges des oueds .....	107
Conclusion de chapitre .....	108
Conclusion de la première partie.....	110

## **DEUXIEME PARTIE**

### **L'ETAT DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA REGION D'OUM EL BOUAGHI**

#### **CHAPITRE 3**

#### **LES FORMES ET LES TYPES DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA REGION D'OUM EL BOUAGHI**

Introduction .....	111
I. Le couvert végétal: Les forêts.....	111
I.1 Historique de reboisement .....	111
I.2. Etat de la forêt dans la région d'OEB .....	115
I.2.1. Les facteurs de La dégradation de la forêt.....	115
a. Les incendies.....	116
a.1. Les causes des incendies .....	116
-La topographie et facteurs socio-économiques .....	116
b. La chenille processionnaire du pin d'Alep .....	118
c. Le défrichement .....	118
II. La dégradation des cultures irriguées : Les périmètres d'irrigation .....	120

II.1. Le périmètre d'irrigation de Fourchi .....	120
a. Situation ancienne (coloniale) –indépendance.....	120
b. Situation après l'indépendance .....	121
II.2.La mise en valeur agricole du périmètre .....	122
III. La Dégradation du sol .....	126
III.1. L'érosion hydrique: bassin versant d'oued El klab ( Sigus ) .....	126
III.1.1. Les facteurs d'érosion hydrique.....	126
III.1.2.La représentation cartographique de la sensibilité .....	127
III.1.2.1.Sensibilité en fonction de pente .....	128
III.1.2.2. Sensibilité en fonction de lithologie .....	129
III.1.2. 3. Sensibilité en fonction de densité de drainage.....	130
III.1.2. 4. L'occupation du sol : Sensibilité en fonction de L'occupation du sol.....	131
III.1.3.La sensibilité multifactorielle à l'érosion .....	132
III.1.4.La quantification de l'érosion hydrique évaluée par les différentes méthodes .....	133
III.1.4.1. La méthode de Fournier .....	133
III.1.4.2. La méthode de Tixeront 1960.....	134
IV.1.4.3.La quantification d'érosion selon la méthode de Tixeront/Sogreah 1969.....	135
III.2. La salinisation du sol : changement de type d'activité agricole.....	136
III.2.1. Les sols du périmètre d'irrigation de Fourchi dans la plaine d'Aïn-M'lila.....	136
IV. La surexploitation des eaux souterraines dans la plaine d'Ouled Sellem .....	137
IV .1.Les points d'eau et leur qualité.....	137
IV .2.La qualité des eaux.....	139
IV.3. Les conséquences de la surexploitation des eaux souterraines .....	140
Conclusion du chapitre.....	141

#### **CHAPITRE 4**

#### **LES FACTEURS ASSOCIES A LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT**

Introduction .....	143
I. La dégradation sous l'influence de l'homme.....	143
I.1. Les facteurs historiques.....	143
I.1.1.Aperçu historique .....	143
II. Les facteurs actuels : Après l'indépendance.....	147
II.1.Les facteurs politiques et institutionnels .....	147
II.1.1. Le découpage administratif.....	147
II.1.2. La période actuelle : La politique des Hauts Plateaux .....	148
III. Les facteurs socio- économiques.....	148
Conclusion du chapitre.....	150
Conclusion de la deuxième partie .....	151

#### **TROISIEME PARTIE**

#### **ESSAI DE LA CLASSIFICATION LES TYPES DE LA DEGRADATION : APPLICATION DES OUTILS DE LA TELEDETECTION**

#### **CHAPITRE 5**

#### **APPLICATION DES OUTILS DE LA TELEDETECTION DANS L'EVALUATION DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT**

Introduction .....	152
--------------------	-----

I. La télédétection: Apports et limites .....	152
I.1. Les données images .....	152
I.2. Le choix des images .....	152
I.3. Le suivi de changement de l'environnement .....	153
I.3.1. Acquisition de données de terrain .....	154
I.3.2. La composition colorée .....	155
I.3.3. Classification et comparaison d'images .....	156
I.4. L'évaluation de la qualité des classifications supervisées .....	160
1.4.1. Validation de la classification .....	162
I.5. Les masques et la détection des changements .....	163
II. Autre documents .....	164
II.1. Les extraits Google Earth .....	164
II.2. La photo-interprétation .....	164
III. Intégration des SIG .....	166
III.1. Caractéristiques des informations intégrées dans le SIG .....	166
III.2. La cartographie : valorisation des résultats .....	166
Conclusion du chapitre .....	166

## **CHAPITRE 6**

### **ETUDE DIACHRONIQUE DU CHANGEMENT DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA REGION D'OUM EL BOUAGHI**

Introduction .....	167
I. Le domaine forestier .....	167
I.1. Le couvert forestier .....	168
I.1.1. Le couvert forestier de Dj Guérioun .....	168
I.1.2. Le couvert forestier Dj Fortass .....	168
I.1.3. Le couvert forestier Dj Nif Ennser .....	168
I.1.4. Le couvert forestier Dj Sidi Reghiss .....	170
I.2. Apport de la télédétection à l'étude de l'évolution du couvert forestier .....	170
1.2.1. Comparaison des classifications et détection des changements .....	170
I.2.1. 1. La forêt dense .....	171
I.2.1. 2. La forêt claire .....	172
I.2.2. Etude de cas : la forêt de Fortass et Guérioun .....	173
I.2.2.1. L'indice de végétation NDVI .....	174
I.2.2.2. Le changement en milieu végétatif .....	175
I.2.3. Forêt du Sidi Reghiss .....	176
II. Evolution urbain entre 1985 et 2014 : Une extension spatiale du bâti assez remarquable. 178	
II.1. Apport de la télédétection et des SIG à la cartographie de l'évolution des espaces urbains .....	179
II.2. L'extension des villes .....	181
II.2.1. La ville d'Oum El Bouaghi .....	181
II.2.1.1. Conséquences d'extension de la ville : L'inondation .....	183
II.2.2. La ville d'Aïn Fakroun .....	184
II.2.3. La ville d'Aïn-M'lila .....	186
II.2.4. La ville d'Aïn Kercha .....	188
II.2.5. La ville de Sigus .....	189
III. Variabilité des Plans d'eau : Augmentation de la surface .....	193
III.1. Evolution des zones humides (sebkhas et chotts) .....	194
III.1.1. Etude de cas : Chott Tinsilt .....	195

Conclusion du chapitre.....	198
Conclusion de la troisième partie .....	200

## QUATRIEME PARTIE

### L'IMPACT DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT ET LEURS CONSEQUENCES

#### CHAPITRE 7 LES INONDATIONS ET LEURS IMPACTS

Introduction .....	201
Introduction .....	202
I.2. Types d'inondations.....	203
A. Inondation par débordement de cours d'eau .....	203
B. Inondation par ruissellement urbain.....	203
I.3. Le risque d'inondation .....	204
II. L'inondation dans les centres urbaines Aïn-Kercha, Sigus et Oum El Bouaghi .....	204
II.1. Etude d'inondation dans la ville d'Aïn-Kercha.....	204
II.1.1. Au niveau du bassin versant.....	205
II.1.2. La modélisation hydrologique dans le bassin d'oued kricha : Estimation du débit .....	207
A cause de l'inexistence de station hydrométrique dans le bassin versant, des formulations empiriques ont été utilisées pour la prédétermination des débits de crues maximales. ....	209
II.1.2.1. Les formule empirique régionale .....	209
II.1.3. Dans la ville : spatialisation de la vulnérabilité urbaine : détermination des zones du risque d'inondation.....	216
II.1.3.1. L'aléa d'inondation .....	217
II.1.3.2. Enjeux exposés dans la plaine inondable : La vulnérabilité .....	219
II.2.3. 3. La carte de risque d'inondation.....	219
II.2. L'inondation dans la ville de Sigus .....	222
II.2.1. Impacts de l'action anthropique sur l'écoulement d'oued El klab.....	222
II.2.2. Délimitation des zones inondées.....	226
II.3. Inondation dans la ville D'Oum El Bouaghi .....	230
II.4. Réflexions sur l'inondation dans la région d'Oum El Bouaghi.....	231
III. Stagnation des eaux pluviales: formation d'un lac dans la plaine d'Aïn-M'lila.....	232
III.1. Localisation du site.....	232
III.2. Les causes du phénomène .....	234
III.2.1. Le débordement de l'oued El Melah.....	234
III. 2.2. La stagnation des eaux pluviales .....	234
III.3. Les impacts du phénomène .....	236
Conclusion du chapitre.....	239

#### CHAPITRE 8 L'INCISION D'OUED EL KLAB ET LA MENACE SUR LA PLAINE DE SIGUS

Introduction .....	240
I. Eléments cartographiés .....	242

I.1. Les formes fluviales .....	242
I.2. Les indicateurs de l'évolution des lits actuelle .....	244
I.2.1. Analyse des formes fluviales le long d'oued El klab .....	244
I.3. Evolution diachronique du secteur actif (la partie amont et aval) .....	245
a. Le développement du méandre par l'érosion régressive (la partie amont) .....	246
b. Elaboration d'un méandre très actif par l'élargissement du lit d'oued (la partie aval) .....	247
I.4. Les cause de la dynamique fluviale .....	248
I.4.1. Modifications du système fluviale.....	248
I.5. Estimation de l'érosion latérale: méthode des flèches .....	251
I.5.1. Mesure des largeurs érodées : Méthode des flèches d'érosion.....	251
I.6. Réflexions sur la dynamique fluviale .....	251
I.6.1. Au niveau de Bassin versant : amont .....	251
I.6.1.1. Une stratégie et plan d'action .....	253
I.6. 2. Au niveau d'aval.....	253
Conclusion du chapitre.....	253
Conclusion de la quatrième partie .....	254
Conclusion générale .....	255
Les perspectives de recherche .....	257
Références bibliographiques .....	259
Liste des abréviations .....	271
Table des matières .....	273
Liste des Figures.....	280
Liste des tableaux.....	284
Liste des Photos .....	285
Les annexes.....	286
Résumé.....	296
Abstract.....	297
الملخص.....	298

## **Listes des figures**

Figure N° 1 : Situation géographique de la zone d'étude .....	10.
Figure N° 2 : Les limites topographiques des Hautes Plaines de l'Est algérien.....	17
Figure N° 3 : Coefficient d'écoulement des bassins versants de l'Algérie du Nord (période 1965 /66 -1994/95).....	20
Figure N° 4 : Apports hydrologique (en hm <sup>3</sup> /an) des bassins de l'Algérie du Nord (période 1965/66-1994/95).....	20
Figure N° 5 : Les zones humides dans les Hautes Plaines de l'est de l'Algérie.....	23
Figure N° 6 : La qualité des eaux superficielles.....	28
Figure N° 7 : Les atteintes au milieu naturel dans les Hautes plaines.....	31
Figure N° 8 : Couvert forestier des hautes plaines constantinoises.....	33
Figure N° 9 : Evolution de la situation épidémiologique de la Fièvre typhoïde 2000- 2007.....	35
Figure N° 10 : Vue en 3D de la zone d'étude (source SRTM).....	38
Figure N° 11 : Les unités topographiques dans la région d'Oum El Bouaghi.....	38
Figure N° 12 : des coupes topographiques dans la région d'Oum El Bouaghi.....	39
Figure N° 13 : L'hypsométrie de la zone d'étude.....	40
Figure N° 14 : Les pentes de la région d'étude.....	42
Figure N° 15 : Exemples d'une plaine de subsidence à glacis : type La plaine d'Aïn-M'lila .....	42
Figure N°16,17 : Vue en 3D des plaines dans la région d'Oum El Bouaghi.....	44
Figure N° 18 : Les cuvettes de la région d'Oum El Bouaghi.....	45
Figure N° 19 : La géologie de la zone d'étude.....	49
Figure N° 20 : Représentation schématique la série du Dj Fortass et Guérioun .....	51
Figure N° 21 : Représentation schématique la série du Dj Oum Kchrid).....	53
Figure N° 22 : Représentation schématique la série du Dj sidi Reghiss ;.....	64
Figure N° 23 : Un croque géomorphologique de Dj Guérioun.....	56
Figure N° 24 : Un profil dans le versant occidentale de Dj Guérioun (La plaine d'Aïn M'lila) .....	59
Figure N° 25: Coupe schématique et étagement de formes sur le versant occidental du Dj Guérioun.....	72
Figure N° 26 : Coupe schématique de la vallée d'oued El Klab.....	60
Figure N° 27 : Coupe transversale de la lunette lanière de sebkha Tarf.....	62
Figure N° 28 : Coupe schématique de la vallée d'oued El Fesguia .....	64
Figure N° 29 : Un croque géomorphologique de la région d'Oum El Bouaghi.....	65
Figure N° 30 : L'exposition des versants dans la région de Sigus.....	67
Figure N° 31 : La courbure des versants dans la région de Sigus.....	68
Figure N°32 : Le modèle numérique du terrain dans la région de Sigus.....	69
Figure N° 33 : La pente dans la région de Sigus.....	70
Figure N°34 : La superposition des couches sous le SIG.....	71
Figure N° 35 : Interprétation de glissement de terrain de Sigus.....	72
Figure N° 36 : Croquis morphologique de versant (Nord taxa).....	74
Figure N° 37 : La pluviométrie dans la zone d'étude.....	75
Figure N° 38 : Les variations annuelles des pluies 1946-1954(station de Fourchi).....	77
Figure N° 39 : Les variations annuelles des pluies 1976-2010(La station Constantine).....	95
Figure N° 40 : Les variations annuelles des pluies 1976-2010 (Les stations Fourchi et OEB).....	79
Figure N° 41 : Diagramme des moyennes de pluies saisonnières entre 1976-2010 (station Fourchi et OEB).....	80

Figure N° 42 : Diagramme des moyennes des pluies saisonniers entre 1970-2004 (station Reboe et F ;El Gueiss).....	81
Figure N°43 : Diagramme des moyennes des pluies mensuelles entre 1976-2010 (Station Fourchi et OEB).....	82
Figure N° 44 : Diagramme des moyennes des pluies mensuelles entre 1970-2004 (station Reboe et F.El Gueiss).....	82
Figure N° 45 : variations des moyennes des pluies annuelles.....	83
Figure N° 46 : Diagramme Ombro- thermique de Gaussen.....	84
Figure N° 47 : Climagramme d'Emberger.....	85
Figure N° 48 : La variation de la vitesse du vent.....	86
Figure N° 49 : La variation de la vitesse du vent station de Khenchela (1995-2010).....	88
Figure N° 50 : Le réseau hydrographique de la zone d'étude..... ;;;	89
Figure N° 51: Les bassins versant du Kebir el Rhumel.....	90
Figure N° 52 : Les débits moyens annuels d'oued Boumerzoug pour la période 71/72 à 78/79 De la station d'El Khroub .....	92
Figure N° 53 : Les bassins versant des hautes Plateaux Constantinoi .....	93
Figure N° 54 : Les débits moyen annuel des oueds Chemorah, FomEl Guieiss et Reboe pour la période 72/73 à 93/94.....	96
Figure N° 55: Écoulement moyen annuel spécifique des oueds Chemorah, FomEl Guieiss et Reboe (1972/73-1993/94).....	96
Figure N°56 : Déficit d'écoulement moyen annuel dans la zone sud (1972/73-1993/94) en (mm).....	97
Figure N° 57 : Les sols de la zone d'étude.....	126
Figure N° 58: La population entre 1987 et 2014 dans la zone d'étude .....	132
Figure N° 59: L'évolution de la population dans la zone d'étude.....	133
<b><u>Deuxième parti</u></b>	
Figure N° 60 : Etat du versant occidental Dj Guérioun (Aïn M'Lila (année 1972).....	111
Figure N° 61 : Le versant Nord Est Dj Nif Ennser Aïn M'Lila (année1972).....	112
Figure N° 62 : La zone de Sigus en 1959.....	112
Figure N° 63 : Evolution de la surface de reboisement.....	113
Figure N° 64: Le versant Nord -Est Dj Guérioun Aïn-M'lila (2014).....	114
Figure N° 65: Le versant Dj Nif Ennser Aïn-M'lila (2014).....	114
Figure N° 66 : Les forêts de la zone de Sigus (2014).....	115
Figure N° 67 : Evolution de la surface brulée dans les forêts de la région D'Oum El Bouaghi .....	117
Figure N° 68 : Le périmètre d'irrigation de Fourchi (Aïn-M'lila de l'année1973).....	122
Figure N° 69 : Le périmètre d'irrigation actuel de la plaine de Fourchi (l'année 2014).....	125
Figure 70: Sensibilité à l'érosion à partir des pentes.....	128
Figure 71: Sensibilité à l'érosion à partir de la lithologie.....	129
Figure 72: Sensibilité à l'érosion à partir de densité de drainage.....	130
Figure 73: Sensibilité à l'érosion à partir d'occupation du sol.....	131
Figure 74 : Organigramme méthodologique de la cartographie de la sensibilité à l'érosion hydrique.....	132
Figure N° 75 : La sensibilisation à l'érosion dans le bassin versant d'oued El klab.....	133
Figure N° 76 : La localisation de la zone rouge dans la plaine d'Ouled Sellem.....	138
Figure N° 77 : Les points d'eau dans la plaine d'Ouled Sellem.....	139
Figure N° 78: L'évolution de la superficie de tabac à la commune de Souk-Naâmane.....	140
<b><u>Troisième partie</u></b>	
Figure N° 79 : Schéma simplifié de la chaîne de traitement.....	153

Figure N° 80 : Localisation des zones « test » pour L'établissement de la classification supervisée.....	154
Figure N° 81 : La composition coloré (432) l'image satellitaire TM 1985.....	155
Figure N° 82 : La composition coloré(543) l'image satellitaire TM 2014.....	156
Figure N° 83: Nomenclature retenue après regroupements thématiques opérés sur la Classification Supervisée.....	157
Figure N° 84 : Carte thématique d'occupation du sol en l'année 1985.....	158
Figure N° 85 : Carte thématique d'occupation du sol de l'année 2014.....	159
Figure N° 86 : Comparaison entre la surface des unités d'occupation du sol.....	162
Figure N° 87 : Visualisation de la classe «forêt» et masque des autres classes 1985.....	163
Figure N° 88 : Visualisation de la classe «forêt» et masque des autres classes 2014.....	164
Figure N° 89: Mosaïquée et géo référencement de la couverture aérienne 1959 de la zone Sigus.....	165
Figure N° 90 : Schéma méthodologique pour la détection des changements.....	167
Figure N° 91 : Etat de la forêt dense entre l'année 1985 et 2014.....	172
Figure N° 92 : Etat de la forêt claire entre l'année 1985 et 2014.....	173
Figure N° 93 : Schéma méthodologique pour la détection des changements de végétation.....	174
Figure N° 94: L'indice de végétation NDVI' : Mont de Fortass et Guérieun (année 1988).....	175
Figure N° 95 : L'indice de végétation NDVI' : Mont de Fortass et Guérieun (année 2015).....	175
Figure N°96: Evolution du couvert forestier de la forêt Sidi Reghiss.....	178
Figure N°97 : L'espace urbain dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 1985.....	180
Figure N° 98: L'espace urbain dans la région d'Oum El Bouaghi de L'année 2014.....	180
Figure N°99 : L'étalement urbain dans la région d'Oum el Bouaghi entre 1985 et 2014...181	181
Figure N°100 : Evolution de la ville d'Oum El Bouaghi entre 1985 et 2014.....	182
Figure N°101: La situation de la ville d'Oum El Bouaghi.....	183
Figure N°102 : L'extension spatiale de la ville d'Aïn Fakroun entre 1972 et 2014.....	185
Figure N°103 : Méthodologie pour l'étude de la dynamique urbaine de la ville d'Aïn-M'lila entre 1972 et 2014.....	187
Figure N°104 : L'occupation du sol dans la ville Aïn-M'lila.....	188
Figure N°105: L'extension de la ville d'Aïn-Kercha entre 1972 et 2014 .....	189
Figure N°106 : L'extension spatiale de la ville de Sigus entre 1959 et 2014.....	192
Figure N°107 : Les plans d'eau dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 1985 .....	193
Figure N°108: Les plans d'eau dans la région d'Oum El Bouaghi de l'année 2014.....	194
Figure N°109: Evolution des plans d'eau entre l'année1985 et 2014.....	196
Figure N°110 : Localisation et état de chott Tinsilt.....	196
Figure N°111 : Le changement diachronique des Forêts, plans d'eau et Bâti entre 1985 et 2014 dans la région d'Oum El Bouaghi. ....	199
<b><u>Quatrième partie</u></b>	
Figure N°112 : Relations topographique entre les différents lits d'inondations .....	204
Figure N°113 : Vue en 3D du bassin versant oued kricha.....	205
Figure N°114 : La pente du bassin versant oued kricha.....	208
Figure N°115: Les densités de drainage du bassin versant oued kricha.....	208
Figure N°116: Le degré de la perméabilité dans le bassin versant d'oued kricha.....	208
Figure N°117 : L'occupation du sol dans le bassin versant de l'oued kricha .....	208
Figure N°118 : Ajustement à une loi de Gumbel.....	210
Figure N°119 : Ajustement à une loi Log-normale.....	211
Figure N° 120 : Ajustement à une loi Normale.....	212

Figure N° 121 : Hydrogramme de crue selon la méthode de Sokolovski.....	215
Figure N°122,123 : Le mécanisme d'inondation dans le bassin versant d'oued Kricha.....	217
Figure N° 124 : Le risque d'inondation dans le quartier du kricha.....	221
Figure N° 125 : Les ponts de débordement dans la ville Sigus .....	225
Figure N° 126: Le risque d'inondation dans la ville de Sigus.....	226
Figure N°127 : Cartographie en 3D du risque d'inondation dans la ville de Sigus.....	228
Figure N° :128 : Représentation en 3D de la vulnérabilité dans la ville de Sigus pendant l'inondation de 2009.....	229
Figure N° 129 : Le risque d'inondation dans la ville d'Oum El Bouaghi.....	232
Figure N°130 : Localisation du site de lac.....	233
Figure N°131 : La zone de lac en 1972.....	233
Figure N° 132 : La zone de lac en 1985.....	233
Figure N°133 : Une vus aérienne du lac (Google Earth 2014) .....	235
Figures N°134,135 : Evolution de la surface du lac entre 2007 2014.....	238
Figure N° 136: Le tronçon d'oued El klab.....	241
Figure N° 137: Evolution du lit mineur d'oued El Klab.....	245
Figure N °138: Etat du méandre d'oued El klab (1959) .....	246
Figure N° 139 : La morphologie du méandre d'oued El klab en 2104.....	246
Figure N° 140,141 : La morphologie du tronçon actif d'oued El Klab (Élaboration d'un méandre 2014).....	247
Figure N°142 : L'érosion latérale dans le tronçon actif d'oued El Klab.....	252

## **Liste des tableaux**

Tableau N°1 : Les cartes topographique de la zone d'étude échelle 1/500000 (Lambert).....	9
Tableau N°2 : Les Potentialités des ressources en eaux superficielles.....	19
Tableau N°3 : Superficies forestières dans la région des Hautes plaines.....	25
Tableau N°4 : Les caractéristiques des stations étudiées.....	76
Tableau N°5 : La Pluviométrie entre 1946-1954 (la station Fourchi.).....	77
Tableau N°6 : Direction mensuelle des vents de la station d'Oum El Bouaghi(1992-2010).....	86
Tableau N°7 : Moyennes mensuelle de vitesse du vent de la station d'Oum el Bouaghi (1992-2010).....	86
Tableau N°8 : Nombre de jours siroco de la station d'Oum el Bouaghi (1992-2010).....	87
Tableau N°9 : Moyennes mensuelle de vitesse du vent de la station de kenchela.....	87
Tableau N°10 : Nombre de jours siroco de la station de Kenchela.....	87
Tableau N°11 : Débits moyens annuel (71-72 à 78-79) station d'El Khroub.....	91
Tableau N°12 : Débits moyens annuel (72/73 à 93/94) les stations : Chemorah, Fom El Gueiss , Reboa.....	95
Tableau N°13 : Récapitulatif des potentialités en eaux souterraines.....	99
Tableau N°14 : Les caractéristiques écologique des zones humides.....	105
Tableau N°15: Le recensement de 1988 et estimation de 2014.....	106

## **Deuxième parti**

Tableau N°16 : Sensibilité à l'érosion en fonction de pente.....	128
Tableau N°17 : Sensibilité à l'érosion en fonction de densité de drainage.....	129
Tableau N°18: Sensibilité à l'érosion en fonction de lithologie.....	130
Tableau N°19 : Sensibilité en fonction de l'occupation du sol.....	131
Tableau N°20 : La quantification d'érosion selon la méthode de Fournier.....	134
Tableau N°21: La quantification d'érosion selon la méthode de Tixeront.....	134
Tableau N°22: L'infiltration selon O.R.S.T.O.M.....	135
Tableau N°23 : La quantification d'érosion selon la méthode de Tixeront/ Sogreah1969 .....	135
Tableau N°24 : Les coordonnées de la zone rouge.....	137
Tableau N°25 : Résultats d'analyse Physico-chimique des forages (eaux souterraines).....	139.
Tableau N°26 : La production du tabac a Souk-Naâmane.....	140

## **Troisième partie**

Tableau N°28 : Caractéristiques techniques et géographiques des images retenues.....	152
Tableau N°29 : Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 1988.....	160
Tableau N°30: Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 2014.....	160
Tableau N°31 : Coefficient de kappa.....	161
Tableau N°32 : Pourcentage et surface des unités d'occupation des sols.....	162
Tableau N° 33: Quelques couches constitutives du SIG réalisé pour la zone d'étude.....	166
Tableau N°34: Les surfaces de la forêt dense.....	171
Tableau N°35 : Les surfaces de la forêt claire.....	171
Tableau N°36 : Evolution de la surface d'espace bâti.....	179
Tableau N°37 : Evolution de la surface des sebkhas et chotts.....	195

## **Quatrième partie**

Tableau N°38 : Pluies maximales journaliers de différente fréquence suivant loi de Gumbel..	210
Tableau N°39 : Pluies maximales journaliers de différente fréquence suivant la loi Log-normale.....	211
Tableau N°40: Pluies annuelle de différente fréquence suivant la loi normale.....	212
Tableau N°41 : Récapitulatif des résultats de calcul de Pjmax et annuelle.....	213
Tableau N°42 : Le débit maximal Turraza.....	213
Tableau N°43 : Le débit maximal Sokolovski.....	214
Tableau N°44 : Liste des documents disponibles sur oued El klab.....	240
Tableau N°45 : La largeur du lit mineur d'oud El Klab.....	248
Tableau N°46: Liste des retenues collinaires envasé.....	252

## **Liste des photos**

Photo N° 1 : Vue d'ensemble du versant occidental du Dj Guérioun (La plaine d'Aïn M'lila).....	57
Photo N° 2 : Les terrasses d'oued el klab (plaine sigus).....	60
Photo N° 3 : La forme du lit mineur d'Oued El Fesguia (la plaine d'Aïn-M'lila).....	64
Photo N° 4 : Glissement de terrain de la route Nationale N°10.....	73
Photo N° 5 : Les loupes de solifluxion dans les nappes tellienne... ..	74
Photo N° 6 : La forêt de Dj Sidi Reghiss.....	103
Photo N° 7 : Etat d'oued El klab (1980).....	108
Photo N° 8 : Etat d'oued el klab (2014).....	108

### **Deuxième parti**

Photo N°9 : La relation forêt /habitat (Piémont du Dj Guérioun) .....	118
Photo N°10 : Un ancien canal principal d'irrigation (plaine de Fourchi) ;.....	121
Photo N°11 : La luzerne dans le périmètre de Fourchi.....	124
Photo N°12 : La culture de l'orge dans le périmètre de Fourchi.....	124
Photo N°13 : Sol salé dans le périmètre d'irrigation de Fourchi.....	137
Photo N°14 : Site archéologique dans la zone de Sigus.....	144
Photo N°15 : Le développement architectura du bâti à la ville d'Aïn-M'lila.....	149

### **Troisième partie**

Photo N°16 : Le versant occidental du Dj Guérioun (la zone de Fesguai).....	169
Photo N°17 : La couverture forestière du Dj Fortass.....	169
Photo N°18 : Le couvert forestier du Dj Nif Enser.....	170
Photo N°19 : Le cèdre à Sidi Reghiss.....	224
Photo N°20 : Le chêne vert à Sidi Reghiss.....	224
Photos N°21, 22 : L'impact de l'extension urbain (La partie nord - Ouest de la ville d'Aïn Fakroun en 2000 (El Hirech).....	236
Photos N° 23 ,24: L'extension urbaine de la ville de Sigus dans la couleur de servitude d'oued El Klan.....	192
Photos N° : 25,26 : L'état des ouvrages d'aménagement hydraulique au niveau de chott Tinsilt.....	197
Photo N°27 : Un néo-chott (zone de Souk-Naâmane).....	197

### **Quatrième partie**

Photo N° 28 : Inondation de l'année 2008 dans la ville d'Ain Kercha.....	216
Photos N° 29, 30 : L'occupation de lit mineur et majeur d'oued kricha.....	218
Photos N°31, 32 : Inondation du 30/09/2013 (le quartier Kricha).....	220
Photo N°33 : Le pont de la route entre Sigus et Aïn-Fakroun.....	223
Photo N°34 : Le pont de débordement dans la ville de Sigus.....	224
Photos N°35, 36 : Les traces d'inondation de l'année 2009.....	227
Photo N°37 : Assèchement du lac pendant le période estivale.....	235
Photo N°38 : Le lac pendant la période hivernale.....	236
Photo N°39 : Les tronçons d'inondation dans la route N°03.....	237
Photo N°40 : Des berges protégée ou stables (centre-ville de Sigus).....	243
Photo N°41 : Le sapement de berges d'oued El Klab.....	234
Photo N°42 : Glissement des berges du au sapement d'oued E klab.....	244
Photo N°43 : Indice d'élargissement du lit d'Oued El klab.....	250
Photo N°44 : Le nouveau méandre.....	250

## **Les Annexe**

**Tableau 1 : Tableau récapitulatif des résultats morphométriques et géométriques Bassin versant Boumarzoug Amont**

Paramètres	Symboles	Unités	Valeurs
Superficie du B.V.	S	Km <sup>2</sup>	1245
Périmètre du B.V	P	Km	145,43
Indice de compacité	Kc		1,16
Altitude H5%	H5%	m	1180
Altitude médiane	H 50%	m	855
Altitude H95%	H 95%	m	660
Altitude maximale	H max	m	1729
Altitude minimale	H min	m	600
Altitude moyenne	H moye	m	898,94
Longueur	L	Km	45,71
Largeur	L	Km	26,85
Indice de pente de roche	Ip	%	2,09
Indice de pente global	Ig	m/km	11,37
Dénivelée spécifique	Ds	m	137,11
Longueur du talweg principale	Lp	Km	1
Classe de relief		R7	
Le rapport de confluence	Rc	/	6,32
Le rapport de longueur	RL	/	0,43
Densité de drainage	Dd	Km/km <sup>2</sup>	3,31
Coefficient de torrentialité	Ct	Km	6,81
Temps de concentration	Tc	h	10,24

**Tableau 2 : Tableau récapitulatif des résultats morphométriques et géométriques de Bassin versant d'oued El klab**

Paramètres	Unités	Valeurs
Superficie du B.V.	Km <sup>2</sup>	355,7
Périmètre du B.V	Km	91,01
Indice de compacité		1,35
Altitude H5%	m	1090
Altitude médiane	m	880
Altitude H95%	m	770
Altitude maximale	m	1310
Altitude minimale	m	750
Altitude moyenne	m	905,01
Longueur	Km	35,42
Largeur	Km	10,01
Indice de pente de roche	%	1,13
Indice de pente global	m/km	9,03
Dénivelée spécifique	m	170,3
Classe de relief	R7	
Le rapport de confluence	/	3,81
Le rapport de longueur	/	0,49
Densité de drainage	Km/km <sup>2</sup>	2,02
Coefficient de torrentialité	Km	
Temps de concentration	h	8,21

**Tableau 3 : Tableau récapitulatif des résultats morphométriques et géométriques de Bassin versant oued Kricha**

Paramètres	Unités	Valeurs
Superficie du B.V.	Km <sup>2</sup>	57,79
Périmètre du B.V	Km	30,88
Altitude H5%	m	804
Altitude maximale	m	1076
Altitude minimale	m	774,28
Altitude moyenne	m	877,23
Temps de concentration	h	4,62

**Tableau 4 : les travaux de correction torrentielle**

action	communes	Volume m <sup>3</sup>	année
Correction torrentielle	Ain Kercha	5100	1967
	Ain Kercha	2000	2005
	Ain Kercha	1500	2007
	Ain Kercha	800	2008
	Ouled Gacem	10.500	1967
	Ouled Gacem	7000	2004
	Ouled Gacem	500	2006
	Ouled Gacem	10500	1995
	Sigus	2000	1967
	Sigus	2000	2005
	Ain M'lila	2000	2005
	Ain M'lila	7.000	1967
	Ain M'lila	500	2006
	Ain M'lila	500	2008
	Ain M'lila	1000	1995
	Ain Fakroun	500	1967
	Hanchir Toumghani	2250	2004
	El Harmlia	1028	2006
Totale	26595,5		

**Tableau 5 l'inondation au niveau de la ville de Sigus**

Commune	Lieu	La date	La zone touché Urbaine ou Agricolaire	Nombre des constructions touchés	Estimations
Sigus	Oued EL kleb	06/06/1991	Rendements Cultivés	Ecole primaire + 4 logements	/
		07/11/1992 60 mm	Crués au centre ville	Plus de 50 logements	/
		22/09/1995	Centre ville	Ecole de 7 classes	100.000,00 DA
		22/09/1995	Sigus centre	05 détruits 63 déformés	Dégâts matériels
		14/06/1998 40 mm	centre ville		
		07/09/1999	Rue communal de sigus	01 logement	01 victime
		01/10/2001 68 mm	Sigus centre	Quelques maisons	
		01/04/2003 40 mm	Centre ville		
		27/08/2008 21 :00	Sigus centre		Dégâts matériels
		Mars2009	Sigus centre	Glissement Route nationale N°10 , des maisons, école primaire, mosqué Des directions	
		Septembre 2010	Centre ville		
		29/10/2011	Centre ville		
	Oued Bir Tandja	Bir Tandja	29/10/2011	Quelques maisons	01 victime

**Tableau 6: La répartition des**

**carrières en 2014**

Lieu dit	Commune	Substance	Superficie déclarée (H)	Production (m <sup>3</sup> ) années : 2004-à 2008
Dj El Kroum	Sigus	Calcaire	4	20398
Dj Meimel	Ain M'lila	Calcaire	6	34235
Ghar Hadjj	Sigus	Calcaire	9,12	110502
Kef El Mellab	Sigus	Calcaire	15,62	61721
Dj Hireche	Ain Fakroun	Calcaire	7,5	105885
Dj Miemel	Ain M'lila	Calcaire	9,499	18720
Dj Lakroune	Sigus	Calcaire	5,01	60783
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	5,62	111837
Dj Miemel	Ain M'lila	Calcaire	5,85	44000
Dj Lagroune	Sigus	Calcaire	6,58	163566
Dj Lakroune	Sigus	Calcaire	8,68	97997
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	6,7	230017
Dj Lakroune	Sigus	Calcaire	7,32	35528
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	5,7	102870
Dj Lakroune	Sigus	Calcaire	3,7	84711
Dj Lakroune	Sigus	Calcaire	3,73	41297
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	13,02	276105
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	5	24000
Dj Miemel	Ain M'lila	Calcaire	10,97	1210
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	14,58	229310
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	18,91	111531
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	6,96	16487
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	6,96	106255

Dj Lakroune	Sigus	Calcaire	6,88	29765
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	8,69	162581
Dj Miemel	Ain M'lila	Calcaire	8,29	/
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	8,93	135655
Dj Miemel2	Ain M'lila	Calcaire	5,43	/
Sigus	Sigus	Calcaire	24	339798
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	8,19	339798
Dj Miemel	Ain M'lila	Calcaire	7	/
Dj Loussalit	Ain Fakroun	Calcaire	9	127308

Source : D.E.Oum El Bouaghi

Commune	Point de prélèvement (Eaux Brute)															
		pH	Cond (µS/cm)	Turb (NTU)	TH (°F)	TAC (°F)	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l
Ain M'lila	Fourchi A	7,07	1454	0,13	52	34	134	84	235	81	415	*	<0,01	0,030	<0,01	<0,01
	Fourchi B	6,96	2390	0,10	72	35	190	59	475	125	427	*	0,02	0,050	<0,01	<0,01
	76O3	6,90	3210	0,09	67	45	248	13	671	201	549	*	<0,01	0,09	<0,01	<0,01
	O. Belaguel	7,30	838	0,30	33	22	84	28	87	9	268	*	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
	O. Zaid	7,60	551	0,20	26	18	62	24	59	20	220	*	<0,01	0,00	<0,01	<0,01
	O. Gacem	7,20	780	0,10	39	33	75	48	75	3	403	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Souk Naamane	F5 bis	7,20	<u>2920</u>	0,30	72	32	170	72	540	305	390	<b>63</b>	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
	E8	6,85	<u>2300</u>	0,10	76	52	188	69	421	152	634	<b>32</b>	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
	K18	7,10	<u>3480</u>	0,30	73	38	128	98	712	205	464	<b>23</b>	<0,01	0,06	<0,01	<0,01
	FT2 bis	7,16	<u>2060</u>	0,20	76	26	180	77	390	123	317	<b>45</b>	<0,01	0,05	<0,01	<0,01
Ain Kercha	B3	7,46	691	0,12	38	23	92	37	81	16	281	50	0,00	0,03	0,00	<0,01
	M3	6,98	3140	0,20	86	49	192	92	559	170	598	44	0,00	0,02	0,00	<0,01
Henchir T	D2	7,45	2141	0,10	68	20	144	78	418	230	244	140	0,01	0,03	0,00	<0,01

**Tableaux 7 : Résultats d'analyse Physico-chimique des forages (eaux souterraines): CENTRE AIN M'lila 2013**

**Tableau 8: la qualité des eaux superficielle et souterraine destinées à l'alimentation en eau potables des population (D.E N° 11-219 du 12 juin 2011 fixant les objectifs de la qualité des eaux superficielle et souterraine destinées à l'alimentation en eau potables des population**

ANNEXE  
Objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux souterraines	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Echelle Pt	200	20
	Odeur (sans dilution à 20°)	—	20	3
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	mg/l Cl <sub>2</sub>	600	300
	Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	à 6,5 et à 9	à 6,5 et à 9
	Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	2500
	Demande biochimique oxygène (DBO 5)	mg/l O <sub>2</sub>	7	≤ 3
	Demande chimique oxygène (DCO)	mg/l O <sub>2</sub>	30	—
	Matières en suspension	mg/l	25	25
	Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	400	400
	Taux de saturation en oxygène dissous	% O <sub>2</sub>	30	≥ 70
	Température	°C	25	25
	Ammoniac	mg/l	4	0,5

ANNEXE (suite)

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale		
			Eaux souterraines		
			Eaux superficielles	Eaux souterraines	
Paramètres chimiques	Baryum	mg/l	1	0,7	
	Bore	mg/l	1	1	
	Fer dissous	mg/l	1	0,3	
	Fluor	mg/l	2	1,5	
	Manganèse	mg/l	1	0,05	
	Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	50	
	Phosphore	mg/l	10	5	
	Arsenic	µg/l	100	10	
	Cadmium	µg/l	5	5	
	Chrome	µg/l	100	50	
	Cuivre	Mg/l	2	0,05	
	Cyanures	µg/l	100	50	
	Mercur	µg/l	10	6	
	Plomb	µg/l	50	10	
	Sélénium	µg/l	50	10	
	Zinc	mg/l	5	5	
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	1	0,2	
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10	
	Phénols	µg/l	2	0,5	
	Agens de surface	mg/l	0,5	0,2	
	Azote Kjeldahl	mg/l	3	1	
	Pesticides	µg/l	1	0,5	
	Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20.000	20
		Entérocoques	n/100ml	10.000	20
		Salmonelles	—	Absence dans 1000 ml	Absence dans 5000 ml

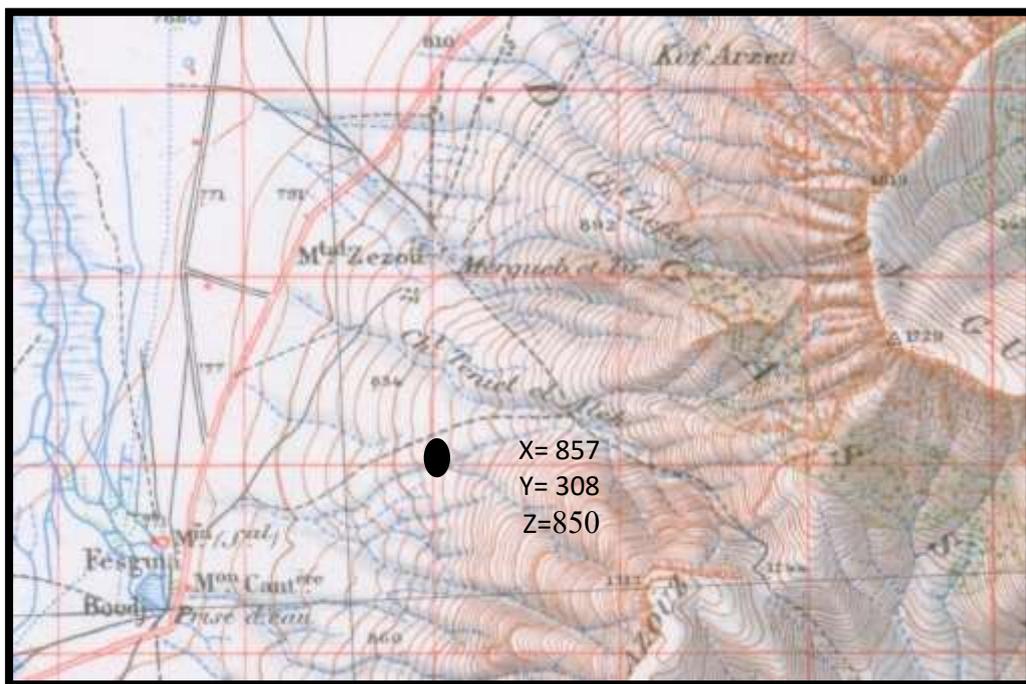


Figure 1 : la localisation du glacis (carte topographique Ain Fakroun 1/50000)

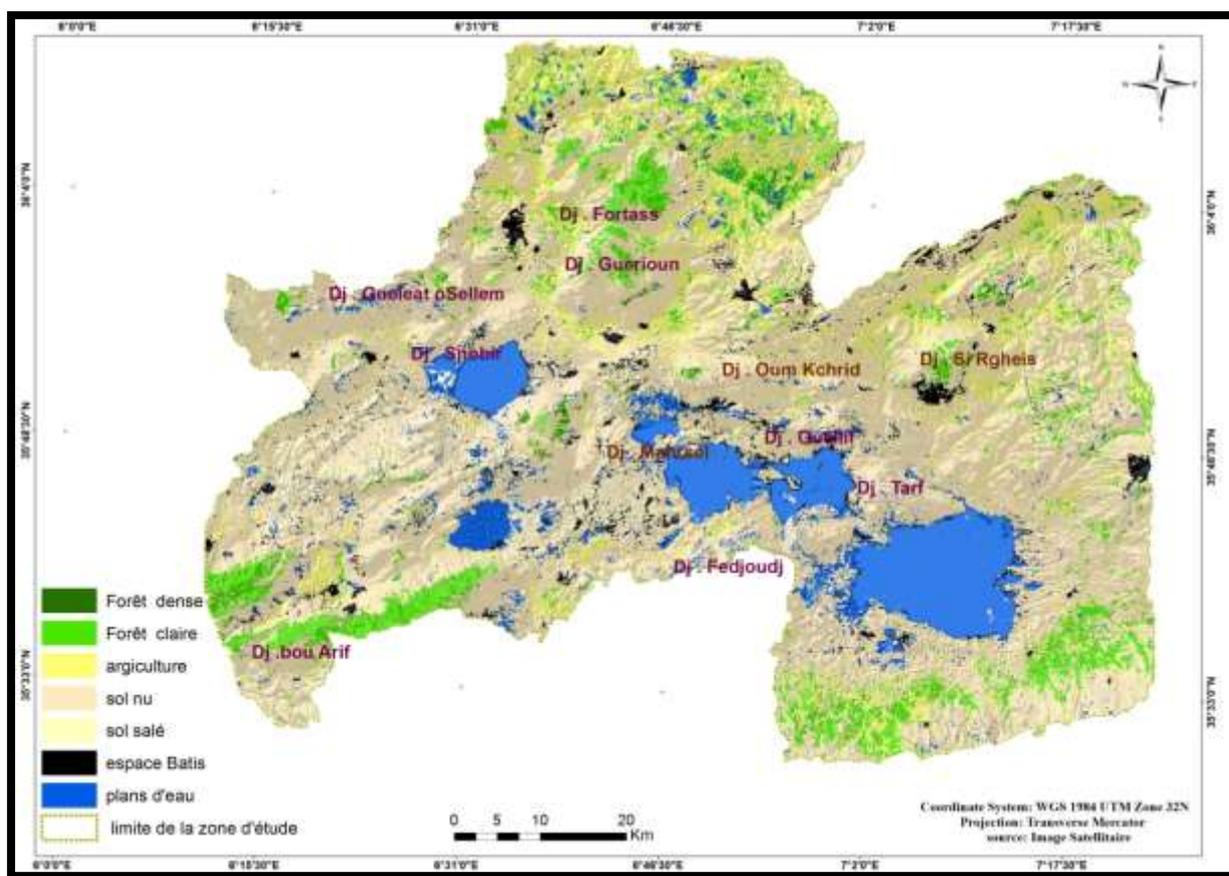


Figure 2: l'occupation du sol en l'année 2007

Figure 3 : copie de la décision du wali de la wilaya d'OEB

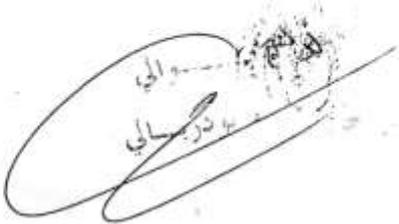
304.000	853.000	4 ن		
316.500	842.000	1 ن	أولاد حملة	أولاد حملة
311.000	840.000	2 ن		
312.500	836.000	3 ن		
318.500	836.500	4 ن		
304.500	840.000	1 ن	دوار أولاد	عين مليلة
304.500	848.000	2 ن	بلعقل	
316.500	846.000	3 ن		
315.000	851.000	4 ن		

الإحداثيات		النقطة	المنطقة	البلدية المعزونة
ع	س			
273.850	883.000	1 ن	عين الزيتون	عين الزيتون
270.100	869.550	2 ن		
267.500	870.000	3 ن		
270.500	883.000	4 ن		
298.950	839.900	1 ن	سهل	سوق نعمان
290.800	841.700	2 ن	سوق نعمان	بئر الشهداء
290.600	820.450	3 ن	بئر الشهداء	
299.900	822.000	4 ن		

**المادة الثالثة :** يلقى القرار الولائي رقم 2001/276 بتاريخ 2001/02/05 المتضمن تنظيم إمكانيات حفر الآبار عبر تراب بلديات عين الزيتون ، سوق نعمان وبئر الشهداء .

مدير الري ، مدير المصالح الفلاحية ، مدير الإدارة المحلية ، رؤساء دوائر البوادي ، عين مليلة ، سوق نعمان ، فكرينة ، مسكيانة ، الضلعة ، رؤساء المجالس الشعبية لبلديات عين الزيتون ، سوق نعمان ، بئر الشهداء ، أولاد حملة ، أولاد قاسم ، عين مليلة ، فكرينة ، واد نيني ، الجازية ، مسكيانة ، الضلعة ، كل حسب اختصاصه بتنفيذ ما جاء في هذا القرار .



## Ajustement de pluie journalier a une loi Log-normal)

xo=	0	E.T. log(x- xo)=	0,231792613		I.C. à (en%)=	98	U Gauss=	2,327
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
16,2	16,2	1	0,023	-2,001	16,2	11,6969	5,968	16,989072
16,8	16,8	2	0,068	-1,490	16,8	15,3653	8,86423	21,307749
18	18	3	0,114	-1,208	18	17,8631	10,9716	24,271665
19	19	4	0,159	-0,998	19	19,9751	12,8096	26,823483
19,4	19,4	5	0,205	-0,825	19,4	21,9055	14,5177	29,209683
24	24	6	0,250	-0,674	24	23,7457	16,1585	31,543841
24	24	7	0,295	-0,537	24	25,5478	17,7675	33,895608
25	25	8	0,341	-0,410	25	27,3481	19,3687	36,317377
29	29	9	0,386	-0,288	29	29,1751	20,9805	38,85537
31	31	10	0,432	-0,171	31	31,0546	22,619	41,555689
31	31	11	0,477	-0,057	31	33,0125	24,2999	44,468757
33,3	33,3	12	0,523	0,057	33,3	35,0779	26,041	47,654935
37	37	13	0,568	0,171	37	37,2895	27,8665	51,196429
39	39	14	0,614	0,288	39	39,6917	29,8031	55,1946
40	40	15	0,659	0,410	40	42,3434	31,8858	59,787623
41	41	16	0,705	0,537	41	45,3271	34,164	65,175602
42	42	17	0,750	0,674	42	48,7673	36,7111	71,665661
56	56	18	0,795	0,825	56	52,8638	39,6447	79,76525
60,3	60,3	19	0,841	0,998	60,3	57,9728	43,1715	90,401722
62	62	20	0,886	1,208	62	64,8269	47,7104	105,54606
80	80	21	0,932	1,490	80	75,3655	54,3469	130,63852
125	125	22	0,977	2,001	125	99,0012	68,1621	194,03653

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,5	0,000	<b>34,02955257</b>	25,16152	46,02306782	?	#####	#####
0,8	0,841	<b>53,32116953</b>	39,96612	80,69369656			
0,9	1,282	<b>67,44526616</b>	49,39442	111,5821265			
0,95	1,645	<b>81,88494728</b>	58,28602	147,1824269			
0,98	2,054	<b>101,8595975</b>	69,75627	202,3180611			
0,99	2,327	<b>117,8115492</b>	78,41696	250,790268			
0,999	3,091	<b>177,0991338</b>	108,0472	461,1491272			

xo=	0	E.T. log(x-xo)=	0,231792613		I.C. à (en%)=	80%	U Gauss=	1,2817
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
16,2	16,2	1	0,023	-1,331	16,2	1,79	-10,42	9,60
16,8	16,8	2	0,068	-0,988	16,8	8,57	-1,50	15,46
18	18	3	0,114	-0,777	18	12,75	3,84	19,20
19	19	4	0,159	-0,609	19	16,07	8,00	22,29
19,4	19,4	5	0,205	-0,462	19,4	18,98	11,53	25,10
24	24	6	0,250	-0,327	24	21,65	14,69	27,76
24	24	7	0,295	-0,198	24	24,19	17,59	30,39
25	25	8	0,341	-0,073	25	26,66	20,32	33,04
29	29	9	0,386	0,050	29	29,11	22,94	35,76
31	31	10	0,432	0,175	31	31,57	25,48	38,58
31	31	11	0,477	0,302	31	34,08	27,98	41,55
33,3	33,3	12	0,523	0,433	33,3	36,67	30,48	44,70
37	37	13	0,568	0,570	37	39,39	33,03	48,08
39	39	14	0,614	0,717	39	42,29	35,66	51,57
40	40	15	0,659	0,875	40	45,41	38,44	55,80
41	41	16	0,705	1,049	41	48,86	41,43	60,32
42	42	17	0,750	1,246	42	52,75	44,73	65,49
56	56	18	0,795	1,475	56	57,28	48,51	71,57
60,3	60,3	19	0,841	1,753	60,3	62,78	53,04	79,03
62	62	20	0,886	2,115	62	69,94	58,85	88,83
80	80	21	0,932	2,650	80	80,53	67,33	103,42
125	125	22	0,977	3,773	125	102,72	84,90	134,22

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.
0,9	3,020	<b>87,84</b>	73,14	113,54
0,95	2,330	<b>74,19</b>	62,27	94,68
0,98	1,750	<b>62,72</b>	52,99	78,96
0,99	1,645	<b>60,64</b>	51,29	76,13
0,999	1,280	<b>53,43</b>	45,30	66,39

### Ajustement de pluie journalier a une loi Gumbel

## Résumé

La dégradation de l'environnement dans les Hautes Plaines de l'Est Algérien, à travers la région d'Oum El Bouaghi, n'a pas été un phénomène continu et lent au cours des temps mais elle s'est manifestée par saccades à partir de l'époque berbère, puis romaine, et coloniale jusqu'à nos jours.

Cette étude est importante car elle met l'accent sur les problèmes environnementaux, en général, et détermine la nature et les modes d'interventions humaines qui modifient l'environnement, selon leur besoin, dans un territoire vulnérable et fragile.

L'objectif principal de cette recherche est d'identifier les causes naturelles et anthropiques de cette dégradation. Il s'agit d'élaborer une cartographie détaillée du changement d'environnement à partir de l'étude d'occupation des sols à différentes dates.

Notre étude s'est appuyée sur des techniques et des méthodes récentes qui nous permettent d'approfondir notre recherche et de réaliser des cartes multi-temporelles et spatiales.

Les impacts de la dégradation de l'environnement physique, dans la région d'Oum El Bouaghi, sont malheureusement graves et susceptibles d'être catastrophiques.

La dynamique fluviale très active dans l'Oued d'El Klab, dont le taux d'érosion latérale est estimé entre 50 à 60,5 m pendant 55 ans, favorise le risque d'inondation et la disparition de la plaine alluviale de Sigus ; l'augmentation de la surface des plans d'eau qui est passée de 1001,13 km<sup>2</sup> en 1985 à une surface de 1810,39 km<sup>2</sup> en 2014.

La dégradation du couvert végétal, se traduit par la diminution de la surface de la forêt de 1881,24 km<sup>2</sup> en 1985 à 1102,84 km<sup>2</sup> en 2014. L'inondation menace l'ensemble des villes de la région (Sigus, Oum El Bouaghi et Ain Kercha) ainsi que la régression des ressources souterraines dans la plaine d'Ouled Sellem et le changement de leur qualité par l'augmentation de la salinité. Tout cela a changé le mode d'exploitation agricole. Notons aussi que la pollution des eaux superficielles

Les résultats de cette recherche ambitionnent une meilleure connaissance de la dégradation de l'environnement et son impact dans la région.

**Mots clés** : Dégradation – environnement - vulnérabilité -érosion-inondation- impact- région d'Oum El Bouaghi

## **Abstract**

The degradation of the environment in the high plains of the Algerian is presented, through Oum El Bouaghi region, has not been a continuous phenomenon and slow but it was manifested by jerks from the time Berber, Roman, colonial and up to now.

This study is interesting to put the emphasis on the environmental problems in general and determine the nature and the mode of human interventions that modify the environment according to their need in a territory vulnerable and fragile.

The main objective of this study is to identify the natural and anthropogenic causes of this degradation. It is a question of elaborating a detailed cartography of the change of environment starting from the study of occupation of grounds at different dates.

Our study was based on recent techniques and methods that allow us to deepen our research and to create multi-temporal and spatial maps.

The region of Oum El Bouaghi to undergoes changes in the characters of the space that has resulted in the degradation of its environment.

The impact of the degradation of the physical environment in the region of Oum El Bouaghi is unfortunately serious and likely to be catastrophic. The highly active fluvial dynamics in El Klab Wadi, whose lateral erosion rate is estimated at 50 to 60.5 m for 55 years, favors the risk of flooding and the disappearance of the Sigus alluvial plain; the increase in the surface area of water bodies from 1001.13 km<sup>2</sup> in 1985 to an area of 1810.39 km<sup>2</sup> in 2014.

The degradation of the vegetation cover is translated by the reduction of the surface of the forest from 1881, 24 km<sup>2</sup> in 1985 to 1102, 84 km<sup>2</sup> in 2014. The flood threatens all the cities of the region (Sigus, Oum El Bouaghi and Ain Kercha) as well as the regression of underground resources in the plain of Ouled Sellem and the change of their quality by the increase of salinity. All this changed the farming mode.

The results of this research led to a better understanding of environmental degradation and its impact in the region.

**Key words:** degradation - environment- erosion - flood - impact - vulnerable - Oum el Bouaghi -region.

التقهقر البيئي بمنطقة السهول العليا الشرقية ممثلة بمنطقة أم البواقي ليس وليد الحاضر بل يعود فسي الزمن مند العهد البربري , الروماني ثم الاستعماري إلي غاية الوقت الحالي. هذه الدراسة جدا مهمة للوقوف على المشاكل البيئية الناتجة عن التدخل الغير عقلاني للعنصر البشري الذي يقوم بتغيير الوسط الطبيعي لتلبية حاجياته اليومية. فالهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو: تحديد أسباب هذا التقهقر إن كانت بشرية أو طبيعية, إنجاز خرائط مفصلة تبين التغيير البيئي انطلاقا من دراسة ديناميكية شغل الأراضي لسنوات مختلفة و هذا باعتماد على التقنيات الحديثة في تطوير البحث و التحليل, و لإنجاز خرائط موضوعية ذات أبعاد زمنية و مجاله قابلة لتحديث. فمنطقة الدراسة قد شهدت العديد من التأثيرات جعلت مجالهما عرض لتقهقرا ين نجد آثاره واضحة و تكاد تكون كارثية. ديناميكية نهريّة جدا نشطة بواد الكلاب , حيث قمنا بتقدير التعرية الجانبية للواد 50 الى 60,5 خلال 50 سنة و هذا مما يشكل خطر الفيضانات و تقلص مساحة السهل سيقوس , زيادة مساحة المسطحات المائيّة منذ سنة 1985 التي قدرت ب 1001,13 كم<sup>2</sup> الى 1819,39 كم<sup>2</sup>, تراجع مساحة الغطاء النباتي ما بين 1881,24 كم<sup>2</sup> الى 1102,84 كم<sup>2</sup>, الفيضانات التي تمس كل المدن بالمنطقة سيقوس أم البواقي عين كرشة, تراجع منسوب المياه الجوفية و تغير نوعيتها و كنتيجة حتمية ملوحة الأرض التي اجبرت الفلاحين على تغيير النمط الزراعي للمنطقة الأهداف المتوصل إليها عن طريق هذه الدراسة تشكل الخطوة الأولى لمعرفة الوضع البيئي و ما هي نتائج تقهقره.

الكلمات المفتاحية: التقهقر, البيئية , التعرية , الفيضانات, حساس , أثار , منطقة أم البواقي