



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية.

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences biologiques**

**Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement**

Intitulé :

---

## L'érosion du bassin versant de Beni Haroun (Oued Kotone) à Mila

---

Présenté et soutenu par : *DIB IMEN*

*DEBBECHE AICHA*

Le : 26/06/2018

**Président du jury : ALATOU DJAMEL (PROF-UFM Constantine 1),**

**Rapporteur : BENDERRADJI Mohamed El Habib (PROF-UFM Constantine 1),**

**Examineurs : ARFA Azzeddine Mohamed Touffik (M.A.C.A-UFM Constantine 1).**

*Année universitaire  
2017 - 2018*

## *Dédicaces*

*À nos parents sans le soutien duquel tout cela n'aurait pas été possible et qui nous ont enseignées la pleine richesse de l'engagement. Merci pour votre écoute, vos encouragements et surtout votre présence constante à nos cotés.*

*Merci à toutes nos familles, nos soeurs et nos frères et à tous ceux qui ont cru en nous.*

### *Imène et Aïcha*

*À des femmes que je considère sans faille qui savent être là quand il le faut, mes chères tantes Ghania et Nadjet. Merci pour ces riches discussions impromptues sur la vie dans ce qu'elle a de banal et d'extraordinaire. Merci d'avoir su trouver les bons mots pour m'aider à aller jusqu'à l'aboutissement.*

*Imène*

*Que Hayat trouve ici ma sincère amitié et gratitude*

*Aïcha*

## *Remerciements*

*Nous tenons, d'abord, à remercier gracieusement le Professeur Benderradji Mohamed pour sa rigueur, son intérêt pour notre projet de recherche et surtout, sa grande disponibilité.*

*Ensuite, un grand merci à Monsieur Amireche Hamza pour ses orientations qui ont donné un grand essor à ce travail.*

*Egalement à Messieurs Farouk Ferkani , Mohamed Gana, Abdelali Darbouche et Tarek Chetouane pour leurs orientations*

*À nos collègues et camarades Randoucha Karouma Minoucha et Kouka qui n'ont jamais cessé de nous aider, nous guider et nous encourager. Leurs nombreux conseils nous ont permis de perfectionner et de mener à terme ce travail.*

## SOMMAIRE

Introduction .....	01
<b>CHAPITRE I : Généralités sur l'érosion en Algérie</b>	
I. 1 L'érosion du sol .....	02
I. 1. 1 Les données écogéographiques .....	02
I. 1. 1.1 Le climat .....	02
I. 1. 1.2 La pluviométrie .....	02
I. 1. 1.3 La température.....	03
I. 1. 1.4 Les mouvements de l'atmosphère.....	03
I. 1. 1.5 Le sol.....	03
I.1.2 L'érosion hydraulique .....	03
I.1.2.1 Rôle de la végétation dans la protection du sol .....	04
I.1.2.2 Les causes de l'érosion du sol en Algérie .....	05
I.1.2.2.1 Le relief .....	05
I.1.2.2.2 La nature des roches .....	05
I.1.2.2.3 Les séquelles des derniers événements géologiques .....	05
I.1.2.2.4 Le climat .....	05
I.1.2.2.5 L'homme .....	06
I.1.2.3 Les conséquences de l'érosion hydrique en Algérie.....	06
I. 2 Le processus de l'érosion .....	07
I.2.1 Le lessivage oblique .....	08
I.2.2 L'érosion en nappe.....	08
1.2.3 Le ravinement .....	08
I.1.3 L'érosion éolienne .....	09
I.3 Le bassin versant de Beni Haroun .....	10
I.3.1 Présentation physique du bassin .....	10

I.3.2 L'érosion dans le bassin versant .....	11
--	----

## **CHAPITRE II : Le Sous Bassin de l'Oued Kotone**

II .1 Localisation du sous bassin de l'oued Kotone .....	14
II .2 Les pentes .....	15
II.2.1 Les pentes fortes .....	16
II.2.2 Les pentes moyennes .....	16
II.2.3 Les pentes faibles .....	16
II.3 L'exposition .....	17
II.4 Géologie générale .....	18
II.4.1 Le Jurassique .....	18
II.4.2 le Crétacé .....	18
II.4.3 L'Eocène .....	18
II.4.4 L'Oligocène .....	18
II.4.5 Le Miocène .....	18
II.4.6 Le Mio-pliocène .....	18
II.4.7 Le Quaternaire .....	19
II.4.8 La géologie du sous bassin .....	19
II.5 Le climat (les précipitations).....	20
II.6 Réseau hydrographique .....	22
II.7 Classe d'altitude .....	23
II.8 L'occupation du sol .....	24
II.9 L'érosion .....	25

## **CHAPITRE III : Les stratégies d'aménagement**

<b>III.1 Moyens de lutte contre l'érosion et l'envasement des barrages .....</b>	<b>29</b>
<b>III.1.1 Reboisement .....</b>	<b>29</b>
<b>III.1.2 Pratiques agricoles .....</b>	<b>30</b>
<b>III.1.3 Plantation d'opuntia .....</b>	<b>30</b>
<b>III.1.4 Revégétalisation .....</b>	<b>31</b>
<b>III.1.5 Haies vives .....</b>	<b>31</b>
<b>III.1.6 Plantations fruitières .....</b>	<b>32</b>
<b>III.1.7 Cordons de pierres .....</b>	<b>33</b>
<b>III.1.8 Murettes .....</b>	<b>34</b>
<b>III.1.9 Banquettes .....</b>	<b>34</b>
<b>III.1.10 Bourrelets .....</b>	<b>35</b>
<b>III.1.11 Seuils .....</b>	<b>35</b>
<b>III.1.12 Drains et exutoires .....</b>	<b>36</b>
<b>III.1.13 Protection des berges .....</b>	<b>37</b>
<b>III.1.14 Ouvrages de capture de sédiments .....</b>	<b>37</b>
<b>III.1.15 Retenues collinaires .....</b>	<b>38</b>
<b>III.1.16 Protection des abords routiers .....</b>	<b>39</b>
<b>III.2 Plan d'aménagement du sous bassin .....</b>	<b>40</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>44</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>45</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexe</b>	

## *LISTE DES FIGURES*

<b>Figure n°01 : précipitations moyennes mensuelles station de Ain Tin (2009-2017).....</b>	<b>21</b>
<b>Figure n°02 : précipitations moyennes annuelle station de Ain Tin (2009-201.).....</b>	<b>21</b>
<b>Photo 01 : Effet chablis déchaussement des racines des arbres –commune de Mila.....</b>	<b>27</b>
<b>Photo 02 : Ravinement à Ain tine (mila ).....</b>	<b>27</b>
<b>Photo 03: Bad lands à sidi khalifa (mila).....</b>	<b>27</b>
<b>Photo 04 : Glissement de terrain à Ain tine (mila).....</b>	<b>27</b>
<b>Photo 05 : Ravin en forme berceau à Ain tine.....</b>	<b>28</b>
<b>Photo 06 : Reboisement dans la commune de Ain Tine .....</b>	<b>29</b>
<b>Photo 07 : Plantation d’opuntia à souk ahras –Algérie.....</b>	<b>30</b>
<b>Photo 08 : La revégétalisation à chelghoum laid (mila ).....</b>	<b>31</b>
<b>Photo 09 : Haie vive (brise vent ) à Ben yahya (mila).....</b>	<b>32</b>
<b>Photo 10 : Plantation fruitière à la commune de Ain tine .....</b>	<b>33</b>
<b>Photo 11 : cordon de pierre suivant les courbes de niveau au Maroc.....</b>	<b>33</b>
<b>Photo 12 : Des murettes dans la zone du sud Marocain.....</b>	<b>34</b>
<b>Photo 13 : Plantation fruitières sur banquettes à Ben yahya (mila).....</b>	<b>35</b>
<b>Photo 14 : Correction des chaabet en gabions à Ain Tine.....</b>	<b>36</b>
<b>Photo 15 : Exutoire à Ben yahya.....</b>	<b>37</b>
<b>Photo 16 : retenues collinaires –Beni Haroun (Mila).....</b>	<b>39</b>
<b>Photo 17 : Mure en gabions à Ain Tine (mila).....</b>	<b>43</b>
<b>Photo 18 : labour dans le sens de la pente – Ain Tin.....</b>	<b>43</b>
<b>Photo 19 : installation d’un rucher à Sidi khelifa.....</b>	<b>43</b>
<b>Photo 20 : plantation fruitière à ain tine (mila ).....</b>	<b>43</b>





## *LISTE DES CARTES*

<b>Carte N° 01 : Carte de situation du bassin versant de Beni Haroun. ....</b>	<b>10</b>
<b>Carte N°02 : Carte de situation du sous bassin de l'oued kotone (INCT).....</b>	<b>14</b>
<b>Carte N° 03 : Carte des pentes du sous bassin de l'oued Kotone.....</b>	<b>16</b>
<b>Carte N ° 04 : Carte d'exposition du sous bassin de l'oued Kotone .....</b>	<b>17</b>
<b>Carte N ° 05 : Carte de la géologie du sous bassin l' Oued Kotone.....</b>	<b>19</b>
<b>Carte N° 06 : Carte de précipitation du sous bassin de l'oued Kotone .....</b>	<b>20</b>
<b>Carte N° 07 : Carte du réseau hydrographique du sous bassin de l'oued Kotone ...</b>	<b>22</b>
<b>Carte N° 08 : Carte des classes d'altitude du sous bassin de l'oued Kotone .....</b>	<b>23</b>
<b>Carte N° 09 : Carte d'occupation du sol de l'oued Kotone.....</b>	<b>24</b>
<b>Carte N° 10 : Carte des formes d'érosion du sous bassin de l'oued Kotone ( S . Belgharbi 2002).....</b>	<b>26</b>
<b>Carte N° 11 : Carte d'aménagement du sous bassin de l'oued Kotone.....</b>	<b>40</b>

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<b>Tableau N ° 01 :</b>	<b>Les surfaces érodées en</b>	
<b>Algérie .....</b>	<b>09</b>	
<b>Tableau N°02 :</b>	<b>Les sous bassins et leurs</b>	
<b>superficies.....</b>	<b>11</b>	
<b>Tableau N° 03 :</b>	<b>Les communes et leurs superficies .....</b>	<b>15</b>
<b>Tableau N°</b>	<b>04 :</b>	<b>Classe des</b>
<b>pentés .....</b>	<b>15</b>	
<b>Tableau N° 05 :</b>	<b>moyenne des précipitations mensuelles de la station Ain Tin ( 2009 -</b>	
<b>2017).....</b>	<b>20</b>	
<b>Tableau N° 06 :</b>	<b>moyenne des précipitations annuelles de la station Ain Tin ( 2009 -</b>	
<b>2017).....</b>	<b>21</b>	

## ***LISTE DES ABREVIATIONS***

**L'équilibre agro-sylvo-pastoral** : la répartition des spéculations agricoles entre les champs, les pâturages et les forêts.

**CAREF** : centre amiénois de recherche en éducation et formation.

**INCT** : institut national de cartographie et de télédétection

**SBV** : sous bassin versant

# Introduction

## **INTRODUCTION :**

Le problème de la dégradation du sol qu'aucun pays ne semble y échapper, affecte dangereusement la production agricole.

La zone méditerranéenne a la réputation d'être sujet des risques érosifs très élevés (Hudson, 1987). La partie sud de la méditerranée et plus particulièrement de l'Algérie septentrionale, voit ses terres se dégrader et leur potentiel productif s'abaisser chaque année. Au Maghreb, les potentialités en eau et en sol sont sérieusement menacées (Heush , 1971)

Les zones méditerranéennes sont en général fragiles pour plusieurs raisons : les précipitations irrégulières et souvent violentes favorisent l'érosion ; l'importance des pentes dans les nombreux secteurs de collines et de montagnes aggrave le phénomène ; les températures élevées accélèrent la minéralisation de la matière organique ; le couvert végétal est souvent réduit à cause de la dureté du climat et des actions anthropiques, et de ce fait, protège mal le sol. Les dégâts sont d'autant plus importants que les sols sont minces et pauvres en matière organique (Mankouri, 2009).

L'Algérie se classe parmi les pays les plus affectés dans le monde avec une érosion spécifique moyenne annuelle variant entre 2000 et 4000 km<sup>2</sup> (Touaibia et al, 1999). L'Algérie du nord reste soumise à des fortes pressions humaines qui ont engendré une sévère dégradation du couvert végétal et des sols. On estime plus de 20 millions d'hectares de terres touchées par l'érosion particulièrement dans les zones où sont implantés plus de 90% des ouvrages hydrauliques ou vivent environ 20 millions d'habitants (Mazour, 1992). Les zones de montagne restent les plus touchées par l'érosion.

Les conséquences de l'érosion hydrique sont désastreuses et spectaculaires, offrant un paysage nu et sillonné par un ravinement intense, particulièrement dans les régions montagneuses à réseau d'écoulement dense, menaçant d'un envasement précoce les barrages en exploitation. La problématique d'érosion au niveau des bassins versants pose plusieurs problèmes dont les dégâts sont considérables sur différents plans.

Les eaux du barrage Beni-Haroun sont mobilisées pour satisfaire les besoins en eau potable et d'irrigation. Toutefois, ce barrage est sujet à un envasement par les sédiments issus de l'érosion de son bassin versant. Dans ce contexte, les pouvoirs publics en Algérie (l'Agence nationale des Barrages et Transferts) désire identifier et préciser les mesures à mettre en œuvre afin de lutter adéquatement contre l'envasement de ce barrage, préserver sa capacité utile et assurer la disponibilité future de l'eau (Tecsult ,2006).

L'objectif de la présente étude vise à :

- Confirmer la sensibilité des bassins versant telliens a l'érosion
- Le danger que constitue le processus érosif sur l'envasement des barrages et notamment Beni Haroun
- Mettre en relief les stratégies d'aménagement qui tiennent compte des conditions locales :

- ✓ Les conditions climatiques, édaphiques et physiques
- ✓ Les modes de productions (utilisant l'occupation du sol, pratiques culturales, système de production) qui exercent une pression sur les écosystèmes

# Chapitre I

## ***Généralités sur l'érosion en Algérie***

## **CHAPITRE I : Généralités sur l'érosion en Algérie**

### **I. 1 L'érosion du sol :**

On donnera le nom d'érosion du sol à tout enlèvement de la matière des sols sous l'effet d'agents externes : eau et vent. C'est le mode de dégradation des sols qui domine dans les climats arides à saison sèche prolongée, à pluies violentes et orageuses, elle est le prélude à l'érosion du type géologique.

Avant d'entamer l'étude de cette érosion, il est nécessaire de connaître le milieu naturel :

Le climat et le sol.

#### **I. 1. 1 Les données éco-géographiques :**

##### **I. 1. 1.1 Le climat :**

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère : humidité, pluie, température et vents. C'est l'élément naturel sur lequel l'homme n'a aucune influence directe (sauf les cas particuliers des irrigations). C'est un facteur essentiel du développement des plantes, de la formation et de l'évolution des sols. Ses principales composantes ont une influence importante sur l'érosion. Le climat algérien, qui est du type méditerranéen est bien caractérisé par :

- La concentration des pluies à l'époque froide de l'année ;
- La coïncidence de la sécheresse avec les mois chauds. On l'a qualifié de climat xérothermique.

##### **I. 1. 1.2 La pluviométrie :**

Succédant à plusieurs mois de sécheresse, les pluies d'automne sont soudaines, violentes, torrentielles ; elles tombent sur une terre souvent dépourvue de végétation protectrice. Ces chutes d'eau sont caractérisées par leur irrégularité. Les pluies peuvent atteindre des périodes de pointe où il tombe une lame d'eau importante. Ces pluies orageuses se constatent dans toute l'Algérie.

La chute des pluies est déterminée en Algérie par la situation géographique et par la topographie, notamment la direction des axes montagneux par rapport à la mer et l'altitude.



Ce sont les faces-nord les plus élevées qui reçoivent les condensations les plus fortes (littoral constantinois et les montagnes intérieures de l'Oranais), tandis que les pluies se raréfient vers le sud. En outre, en Oranie, le rivage s'infléchit vers le sud et la proximité de la péninsule ibérique retient une part des précipitations venues du nord-ouest. On constate donc une augmentation des chutes d'eau de l'Ouest à l'Est et une diminution de pluies plus rapides, du nord au sud. La pluviométrie étant plus forte en altitude, la végétation naturelle en souligne les variations. (Greco J, 1996)

### **I. 1. 1 .3 La température.**

La température, second facteur constitutif du climat, influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes, plus que les moyennes, qui ont une influence sur la végétation sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée.

### **I. 1. 1 .4 Les mouvements de l'atmosphère.**

Les vents accentuent les effets des autres éléments du climat et provoquent :

Une action physique en accentuant la transpiration des végétaux, une action mécanique, la déformation des végétaux, l'érosion de certains sols et le transport de matériaux. En hiver, les vents d'Ouest dominant en apportant les nuages et les pluies. En été, ce sont les vents du nord-est qui sont beaucoup moins importants et surtout le vent du sud, le siroco, vent sec d'intensité variable ayant une action funeste sur la végétation. (Greco J, 1996)

### **I. 1. 1 .5 Le sol**

Avec la lumière du soleil, de l'air et de l'eau, le sol est le quatrième élément indispensable à toute vie végétale servant ainsi de support à toute vie animale et humaine. Il constitue pour la plante un support, une réserve d'eau, d'air et d'éléments nutritifs. C'est le sol menacé par l'érosion que nous serons amenés à défendre et à restaurer. Il est nécessaire donc d'en connaître la description, la formation, les éléments constitutifs et les principaux types. (Greco J, 1996)

### **I.1.2 L'érosion hydraulique :**

L'érosion hydrique est un phénomène complexe par son caractère irrégulier, aléatoire et par sa discontinuité spatio-temporelle. En raison de son ampleur et son agressivité, elle constitue une contrainte majeure au développement de l'agriculture et a la promotion des

activités rurales. Ce phénomène, est caractéristique dans la région du Maghreb dont les potentialités en eau et en sol sont sérieusement menacées (Heush et al.1971; Demmak, 1982; Lahlou, 1994; Touaibia et al. 2001; Meddi, 1992; Terfous et al. 2003; Achite et al. 2005).

Les quantités de sédiments transportés en suspension susceptibles de se déposer dans le littoral méditerranéen des cotes Algériennes sont estimées a 47 de millions tonnes par an (Probst et al. 1 992).

L'érosion hydrique affecte 28 % des terres de l'Algérie du Nord. Ce sont les terres a fortes pentes des massifs telliens qui sont les plus touchées. L'érosion se manifeste par la formation de rigoles et de ravines sur tout le versant avec affleurement de la roche-mère et une évolution en bad-lands (Hadjiat,1997 ).

En général, l'érosion spécifique varie entre 2000 et 4000 t/km<sup>2</sup>.an (Demark, 1982), L'Algérie est de ce fait l'un des pays les plus menaces dans le monde par l'érosion. L'intensité de l'érosion hydrique varie d'une zone a l'autre. La partie Ouest, ou l'érosion touche 47% de l'ensemble des terres, est la région la plus érodée du pays; viennent ensuite les régions du Centre (27%) et de l'Est (26%) (Ministère de l'environnement et l'aménagement du territoire, 2000).

#### **I.1.2.1 Rôle de la végétation dans la protection du sol :**

La végétation joue un rôle essentiel dans la protection mécanique du sol en diminuant la force vive des eaux et en favorisant leur infiltration. Elle fournit également une quantité appréciable d'humus qui joue le rôle de ciment et maintient la structure en grumeaux. Enfin, avec les espaces ombrageux qu'elle crée, elle conserve l'humidité et l'activité biologique nécessaires à l'équilibre du sol.

Dans les forêts, les gouttes de pluie rencontrent d'abord le feuillage et les rameaux des cimes qui brisent leur force vive. Une fraction quelquefois importante, est l'objet d'évaporation instantanée. Les formations végétales protègent donc le sol mais n'empêchent pas totalement l'érosion, il existe toujours une érosion dite naturelle. Elle est en général très faible et variable selon les formations végétales : elle est plus lente sous la foret dense que sous la prairie. Les éléments qui migrent sous l'action des agents naturels, sont remplacés par d'autre (humus). La végétation dispose, pendant la période estivale, de réserves d'eau qui lui permettent de prospérer. Le micro-climat à l'abri de la végétation facilite, grâce à l'humidité, la formation de l'humus. La foret qui résulte de l'action et de la réaction du peuplement sur le sol et sur le peuplement, est en état d'équilibre stable (climax).

L'érosion naturelle est en état d'accélération progressive et l'on comprend que le phénomène ne serait pas grave si, compte tenu des conditions géologiques du lieu, la répartition des spéculations agricoles entre les champs, les pâturages et les forêts, ce que l'on appelle l'équilibre agro-sylvo-pastoral visant à la meilleure répartition des trois modes de mise en valeur des terres en vue d'une bonne exploitation, avait été maintenue. Mais l'accroissement des populations amène l'extension des champs et des pâturages sur des pentes abruptes ou sur des sols instables au détriment des forêts rompant l'équilibre et accélérant l'érosion. (Greco J, 1996)

### **I.1.2.2 Les causes de l'érosion du sol en Algérie :**

#### **Naturels :**

##### **I.1.2.2.1 Le relief :**

L'Algérie est un pays montagneux. L'histoire géologique de l'Algérie nous a montré que ces montagnes sont jeunes ; les pentes en sont fortes. L'altitude moyenne est d'environ 900 mètres ; les 63% du territoire sont situés à plus de 800 mètres d'altitude.

##### **I.1.2.2.2 La nature des roches :**

En ce qui concerne la nature des roches, on sait qu'une grande partie de l'Algérie est constituée de roches sédimentaires qui sont facilement débitables et donc érodables.

##### **I.1.2.2.3 Les séquelles des derniers événements géologiques :**

Les principaux oueds n'ont pas atteint leur profil d'équilibre, ils sont encore en perpétuelle évolution.

##### **I.1.2.2.4 Le climat :**

Par ces caractéristiques, que nous connaissons, le climat algérien est particulièrement agressif. Les pluies peuvent être considérées comme dangereuses dans leurs conséquences du point de vue qui nous préoccupe (pluie torrentielles), quand elles atteignent ou dépassent 30 mm en 24 heures, ou 20 mm en 2 heures ou même 15 mm en moins d'une heure. D'une part, les terres d'Algérie reçoivent plusieurs fois par an (de 1 à 18 fois) des pluies torrentielles ayant une valeur moyenne de 45 mm en 24 heures c'est-à-dire une fois et demi et souvent deux fois la limite dangereuse. D'autre part, les pluies torrentielles présentent toujours des périodes de pointe dont l'intensité maximale agit proportionnellement sur la masse des eaux

en mouvement donc sur leur puissance de destruction. Ces pluies orageuses tombent sur les sols pauvres en humus (celui-ci se décomposant quand il est exposé au soleil). La sécheresse estivale contribue à désagréger et déliter les éléments du sol.

Cette même sécheresse estivale met fin prématurément à la végétation de plantes annuelles, affaiblit les plantes vivaces, réduisant ainsi le couvert végétal au moment où la protection superficielle, du sol au début de l'automne, serait spécialement nécessaire. (Greco J, 1996 )

## **Humains :**

### **I.1.2.2.5 L'homme :**

L'homme a besoin de terre de culture, de terre de parcours ; il en crée au détriment de la couverture végétale.

Il allume des incendies de forêt, de broussailles, de pâturages, ou même de chaumes. Outre la destruction de la couverture du sol, ces incendies se produisent généralement en été, laissant le sol découvert, asséché, pulvérulent, exposé à l'action malfaisante des averses orageuses du début de l'automne.

Il défriche les terrains en pente, il les dénude les livrant à l'action des éléments atmosphériques.

### **I.1.2.3 Les conséquences de l'érosion hydrique en Algérie :**

Les conséquences de l'érosion hydrique en Algérie du Nord sont dramatiques ; nous pouvons citer :

- La réduction de la production agricole (pertes en sol agricole) ;
- La dégradation spécifique dépassant les 5000 t/km<sup>2</sup>/an ;
- Une quantité de 120 millions de tonnes de sédiments rejeté en mer chaque année par les bassins tributaires de la méditerranée ( Demmak, 1982) ;
- Un exode rural important ;
- Un rehaussement des lits des oueds provoquant par la suite des inondations, menace les voies de communication et les ouvrages d'arts,...
- L'envasement précoce des barrages en exploitation.

L'ampleur de l'érosion et ses stades d'évolution confèrent à la nature des paysages très différents les uns des autres, passant graduellement de la griffe au ravinement. Les résultats de l'érosion pluviale se traduisent par des paysages empierres, des glissements de terrains, des

mouvements de masse, un ravinement intense et des envasements des infrastructures de mobilisation d'eau.

Les conséquences sont d'autant plus graves que l'érosion est active dans les régions exemptes d'aménagements, engendrant des pertes économiques très importantes (inondations et asphyxies des terres cultivées, envasement de barrages...) en provoquant un régime d'écoulement torrentiel. Sur le bassin d'alimentation, le transport solide provoque un colmatage superficiel des sols (sols lourds) et augmente le ruissellement aux dépens de l'infiltration.

L'érosion va contribuer au changement progressif du relief, en accentuant les pentes, en provoquant des ravinements intenses et en accélérant la formation du réseau hydrographique au profit des surfaces arables. L'envasement des barrages, l'affouillement et le comblement des lits d'oueds sont spectaculaires en Algérie. La vitesse de colmatage des ouvrages d'art est variable d'un barrage à un autre selon la force de l'érosion et de la lame ruisselée ; la durée de vie d'un barrage est estimée à une trentaine d'années.

L'érosion par ravinement du réseau d'écoulement, qui peut représenter à elle seule plus de 50% de l'apport solide annuel, est la forme d'érosion la plus grave en Algérie. Des lâchers d'eau de barrage peuvent facilement augmenter l'apport de sédiments.

## **I. 2 Le processus de l'érosion :**

L'érosion des sols passe par différentes phases et se manifeste de multiples façons :

1/ Destruction de la structure grumeleuse du sol à la suite de la disparition de l'humus par le seul fait de la percussion des gouttes d'eau ou par une insolation intense rompant la stabilité des agrégats, facilitant leur destruction ;

2/ Dispersion des colloïdes sous l'action des gouttes d'eau, d'où diminution de la perméabilité, effet de glaçage des pluies d'orage, augmentation de la proportion des eaux de ruissellement aux dépens des eaux d'infiltration ;

3/ Entrainement des éléments fins soit par le vent, soit par l'eau de ruissellement le long des pentes (érosion en nappe), soit par l'eau d'infiltration c'est alors le lessivage oblique (crypto-érosion ou érosion cachée) ;

4/ Destruction totale des horizons supérieurs, décapage progressif du sol pouvant atteindre la roche mère. C'est le ravinement.

### **I.2.1 Le lessivage oblique :**

Les eaux souterraines circulant, provoquent des phénomènes de dissolution ou de dispersion des éléments fins. Un soutirage invisible s'opère aux dépens des éléments du sol, des vides se constituent en profondeur se traduisant parfois par des effondrements soudains. Manifestations importantes dans les régions tropicales aux chutes d'eau abondantes. Ce lessivage oblique, sur les pentes, entraîne un étagement des sols appauvris en éléments fins sur les hauteurs, enrichis au contraire au pied des versants.

### **I.2.2 L'érosion en nappe :**

D'après des études américaines rapportées par les annales du CAREF le phénomène s'explique ainsi :

Martelant le sol, le délitant, les gouttes d'eau ayant d'autant plus d'énergie qu'elles sont plus grosses ou que la pluie est plus intense, font rejaillir au contact du sol gouttelettes et particules du sol. En raison de la pente, le jaillissement est plus lointain du côté aval que du côté amont et l'on assiste, sous le martellement des gouttes à une véritable reptation des particules de sol vers l'aval. Dès que l'infiltration a saturé le sol il se forme une mince nappe d'eau qui se met en marche vers l'aval avant toute formation des plus fines rigoles. Cette nappe mince, sue terre nue, se meut lentement mais elle tient en suspension une certaine quantité de particules de sol. Les gouttes de pluies en la martelant y développent une énergie tourbillonnante qui maintient en suspension des quantités de terre pouvant atteindre plusieurs dizaines de fois la densité de matières en suspension possible en fonction du seul écoulement en lame mince. Tout le long du versant, la lame descend, son épaisseur ne s'accroît pas. On constate que cette lame entraîne les particules fines du sommet du versant et, bientôt saturé, continue la descente sans enlever de nouvelles particules. Il y a donc érosion en nappe seulement au sommet des versants et en aval de tout obstacle. Les sommets, le pied aval des bourrelets, des banquettes et de tous obstacles arrêtant l'eau d'amont, prennent une teinte plus claire sous l'effet de cette érosion, enlevant l'humus. Les manifestations n'en sont visibles qu'une fois le processus bien engagé. ( Greco J , 1996)

### **1.2.3 Le ravinement :**

La lame d'eau en mouvement le long du versant, progressivement se divise, les filets d'eau se regroupent dans les petites dénivellations du sol. Concentrée, cette eau déploie une force lui permettant d'arracher les obstacles : grains de sable, pierres ou des obstacles vivants,

végétaux. Cet obstacle emporté par l'eau, se mélange à elle. La faculté d'érosion de l'eau augmente. On a calculé (Ramser) que la quantité de matériaux entraînée par l'eau varie comme sa vitesse à la puissance 5. Ainsi la vitesse doublant, l'eau peut emporter  $2^5$  soit 32 fois plus de terre. Une lame d'eau s'écoulant à raison de 1,20 m par seconde (4,300 km à l'heure) peut emporter 32 fois plus de matériaux qu'à la vitesse de 0,60 m (15 km à l'heure) à la seconde. (Greco J, 1996)

La force d'érosion augmente avec :

- ✓ L'épaisseur de la lame d'eau, donc l'intensité de la pluie ;
- ✓ La longueur du versant.

Conformément aux études établies par GRECO (l'érosion, la défense et la restauration des sols le reboisement en Algérie) , touchant 28,4 millions d'hectares dans le Nord Algérien, on a estimé que la surface à soumettre aux différents procédés de restauration du sol et de plantation s'étendait sur 12, 8 millions d'hectares soit environ 45 % du territoire. Cette surface se répartit en :

**Tableau N ° 01 : Les surfaces érodées en Algérie**

<b>Terres cultivées ou cultivables</b>	<b>9,3 millions d'hectares</b>
<b>Terre à boiser ou à reboiser</b>	<b>2,1 millions d'hectares</b>
<b>Pâturage à protéger</b>	<b>1,4 millions d'hectares</b>

### **I.1.3 L'érosion éolienne :**

L'érosion éolienne est le phénomène de dégradation du sol sous l'action du vent qui arrache, transporte et dépose des quantités importantes de terre. Elle s'installe quand :

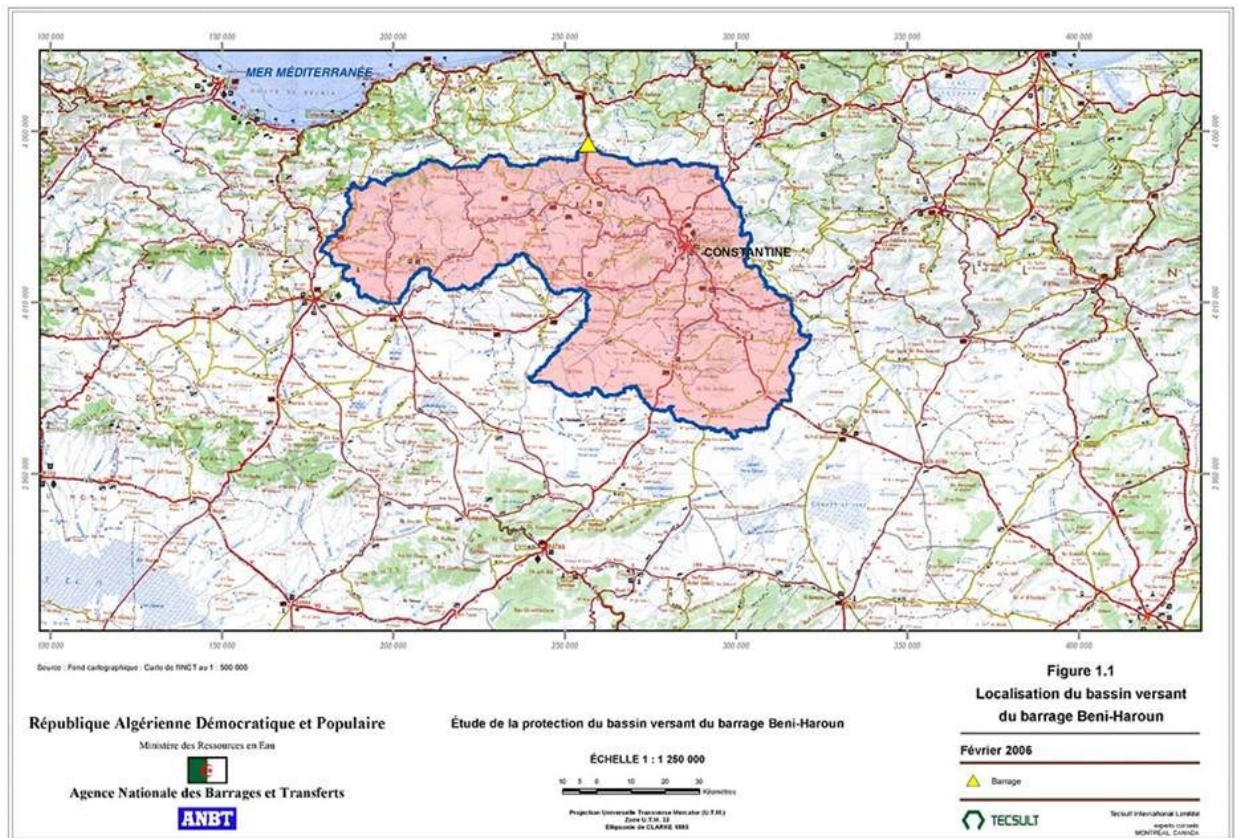
- IL existe de vents violents et réguliers durant de longues périodes dans la même direction (vents dominants).
- Il s'agit d'un sol à texture grossière, sableux notamment
- Il existe des reliefs atténués sur des grandes étendues plates

- Le climat a une saison sèche entraînant la dessiccation des horizons superficiels du sol et la disparition du couvert végétal.

### I.3 Le bassin versant de Beni Haroun :

#### I.3.1 Présentation physique du bassin :

Le bassin de Beni Haroun est situé en grande partie sur le versant méridional du bombement tellien. Il représente à ce titre une zone intermédiaire entre le domaine tellien à très forte influence méditerranéenne au nord et le domaine des hautes plaines à forte influence continentale au sud. Il couvre une superficie de 5328 km<sup>2</sup>, soit 60% de la superficie totale du grand bassin Kebir Rhumel dont il fait partie.



Carte N° 01 : Carte de situation du bassin versant de Beni Haroun.



Cette entité hydrographique est composée de quatre (04) sous bassins versant. Tableau N°01. Il est limité naturellement :

- Au Nord Ouest et a l'Est par le bassin côtier Constantinois.
- Au Sud, par le bassin des hauts plateaux constantinois.
- A l'Ouest par le bassin de l'Algérois- Hodna- Soummam.
- A l'Est par le bassin de la Seybouse.

**Tableau N°02 : Les sous bassins et leurs superficies**

<b>Sous bassin</b>	<b>Superficie (km²)</b>
Rhumel Amont	1217
Rhumel-Seguen	1162
Boumerzoug	1868
Rhumel-Smendou	1081
<b>Total</b>	<b>5328</b>

Administrativement, le bassin couvre quatre (04) wilayas : Constantine dans sa quasi-totalité, Mila, Sétif et Oum El Bouaghi partiellement. Ces quatre wilayas sont constituées par quarante trois (43) communes qui couvrent le bassin versant.

Les deux principaux sites de drainage (exutoire) du bassin versant comprend l'Oued Rhumel et ses affluents dans le coté Est. Et Oued Endja dans le coté Ouest Les deux oueds se convergent pour former Oued EL KEBIR qui se jette dans le barrage de Beni Haroun.

### **I.3.2 L'érosion dans le bassin versant :**

Toute la superficie du bassin est caractérisée par une intense érosion plus ou moins importante ;

Au niveau de l'ensemble montagneux du Nord se manifeste principalement sous forme de ravine et affecte les sommets dénudés et les terres de cultures situées sur les fortes pentes. Dans les parties Est et Ouest cet ensemble en présence de substratum marneux se traduit par des glissements de terrains important (Mila, Constantine, Sétif).

Au niveau de l'ensemble des piémonts et collines notamment dans sa partie Sud l'érosion se manifeste sous forme de sapement des berges, ravinement et voir même les

glissements de terrains sur les versant marneux (Mila, Constantine, Ain Tin, Sidi Khelifa, Massoud Bou DJriou, Ibn Ziad).

Au niveau de l'ensemble des hautes plaines l'érosion est surtout apparente sur quelques reliefs localisés, représentés par de petits monticules. Cette érosion résulte de la conjugaison de plusieurs facteurs du milieu : la structure du relief, la lithologie, l'intensité des pluies et le taux de couverture forestière, mais aussi de facteurs liées aux activités anthropiques (déforestation, incendies, labour en pente, mauvaises pratiques agricoles...etc.), amplifient l'appauvrissement des terres agricoles, l'envasement des ouvrages hydraulique, l'instabilité des infrastructures de liaison ainsi que des équipements localisés sur les versant marneux.

A cet effet un rapport d'étude a été établi par le bureau d'étude tecsult en juillet 2006, dans le cadre de l'étude de la protection du bassin versant de Beni Haroun l'objectif de cette étude est la conception et l'aménagement d'ouvrage antiérosif :

- a- Une meilleure conservation des sols sur le bassin versant
- b- La réduction éventuelle du taux de transport des sédiments
- c- La réduction du taux de sédimentation et d'envasement des ouvrages hydrauliques (TECSULT ;2006).

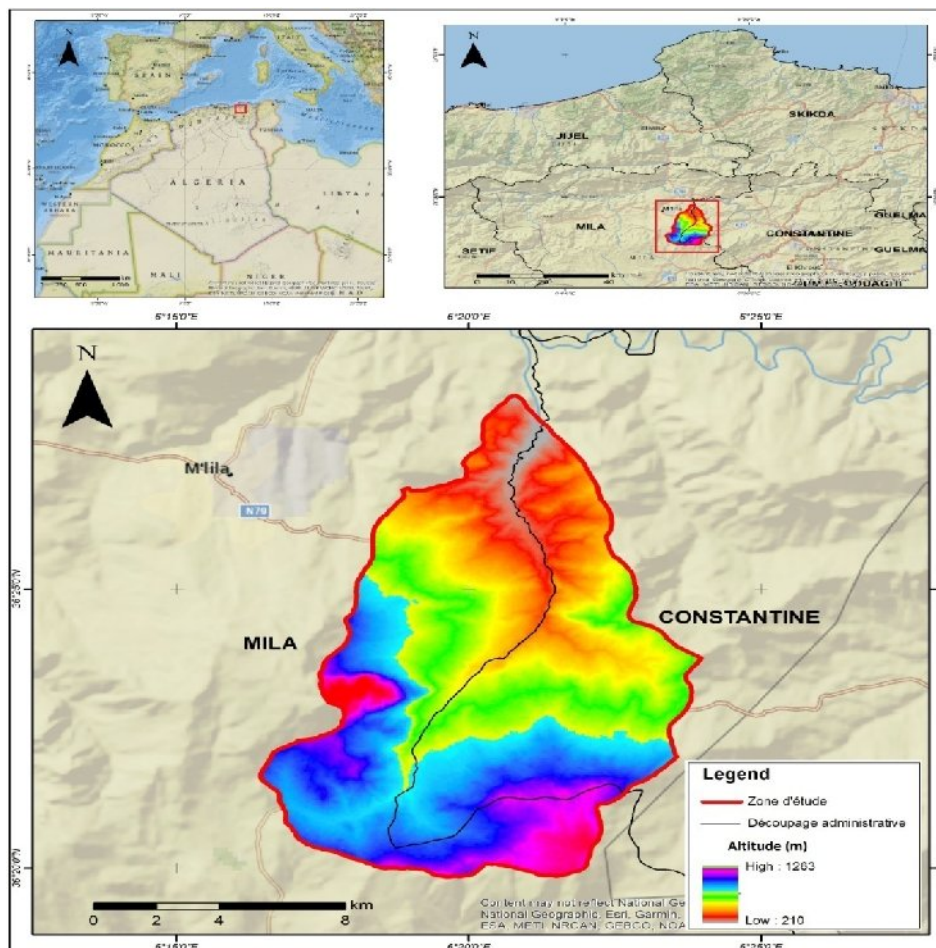
# Chapitre II

## ***Le Sous Bassin de l'Oued Kotone***

## CHAPITRE II : Le Sous Bassin versant de l'Oued Kotone

### II.1 Localisation du sous bassin versant de l'Oued Kotone :

Le sous bassin versant de l'Oued Kotone a une superficie de 10150 ha et se localise à l'aval du bassin versant de Beni Haroun. Il fait partie intégrante du bassin versant du Kébir Rhumel. C'est un affluent important de l'Oued Rhumel, ces caractéristiques sont les mêmes que la topographie de tout le bassin versant de Beni Haroun à savoir un relief accidenté, pente importantes, dénivelés fortes et terrain marneux.



Carte N°02 : Carte de situation du sous bassin de l'oued kotone (INCT)

Il chevauche les communes suivantes : Mila, Messoud Boudjriou ,Ain Tine ,Oued Athmania ,Sidi Khlifa .

**Tableau N° 03 Les communes et leurs superficies**

<b>Les communes</b>	<b>Superficie totale (ha)</b>	<b>% de la superficie</b>	<b>Superficie incluse dans le sous bassin ( ha)</b>
<b>Ibn ziad</b>	14930	30	4479
<b>Sidi khlifa</b>	4350	22	957
<b>Ain tine</b>	4056	34	1379
<b>Messoud boudiriou</b>	10760	8	860.8
<b>Oued athmenia</b>	27150	3	543
<b>Mila</b>	13060	2	391.8

## **II.2 Les pentes :**

En général, au de la d'une pente de 12% le phénomène d'érosion commence à être significatif, les différents types d'érosion à savoir nappe en griffe ; ravine ; ravin ; sapement et bad lands sont la résultante de facteur reliant la roche et la pente sous l'effet autres des agents de l'érosion (précipitations ; couvert végétal).

**Tableau N° 04 Classe des pentes**

<b>Pente %</b>	<b>Superficie %</b>
+45	2,09
26-45	12,12
12-25	61,32
0-12	23,73

Les pentes constituent un facteur déterminant du potentiel morphogénique de la région d'étude. Elles permettent de caractériser les aspects du relief. Elles sont aussi liées à la dynamique du milieu et jouent un rôle fondamental dans l'explication de certaines formes de l'érosion.

La réalisation de la carte des pentes (carte N°03) permet de mettre en relief la typologie suivante :

### **II.2.1 Les pentes fortes :**

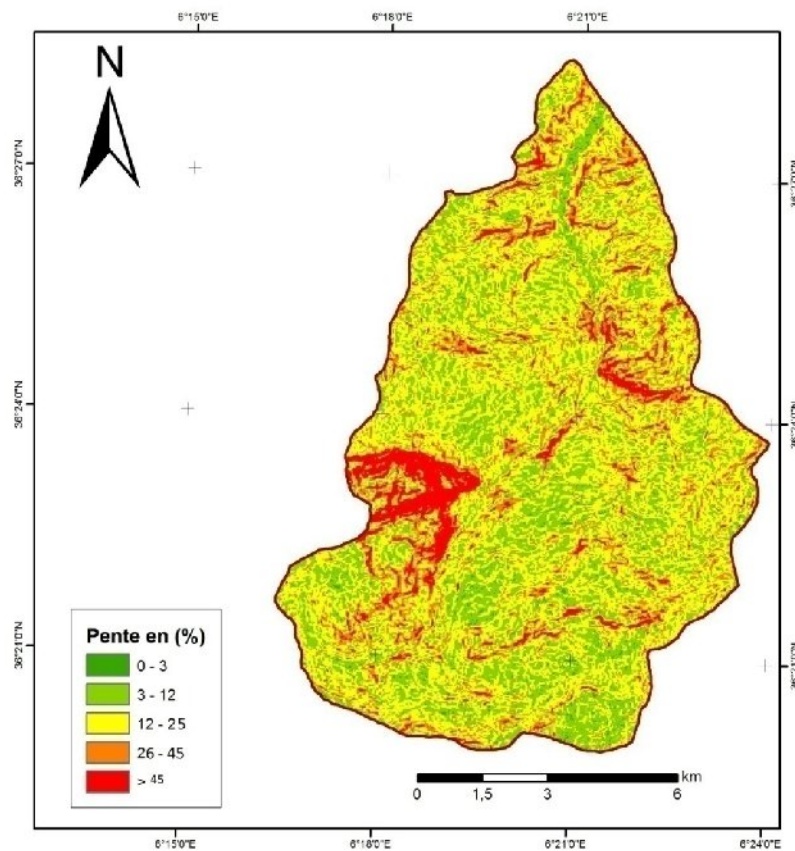
Elles regroupent la classe supérieure à 26% occupant environ 14,21% de la surface du bassin et concernent notamment les versant raides du Djebel Lakhel.

### **II.2.2 Les pentes moyennes :**

Les pentes ici sont comprises entre 12% et 25%. Elles occupent environ 61,32%, et dominent le bassin d'étude notamment l'ensemble des versants dominants la vallée de l'Oued Kotone d'amont en aval.

### **II.2.3 Les pentes faibles :**

Elles sont inférieures à 10%, occupent environ 24% de la surface du bassin.



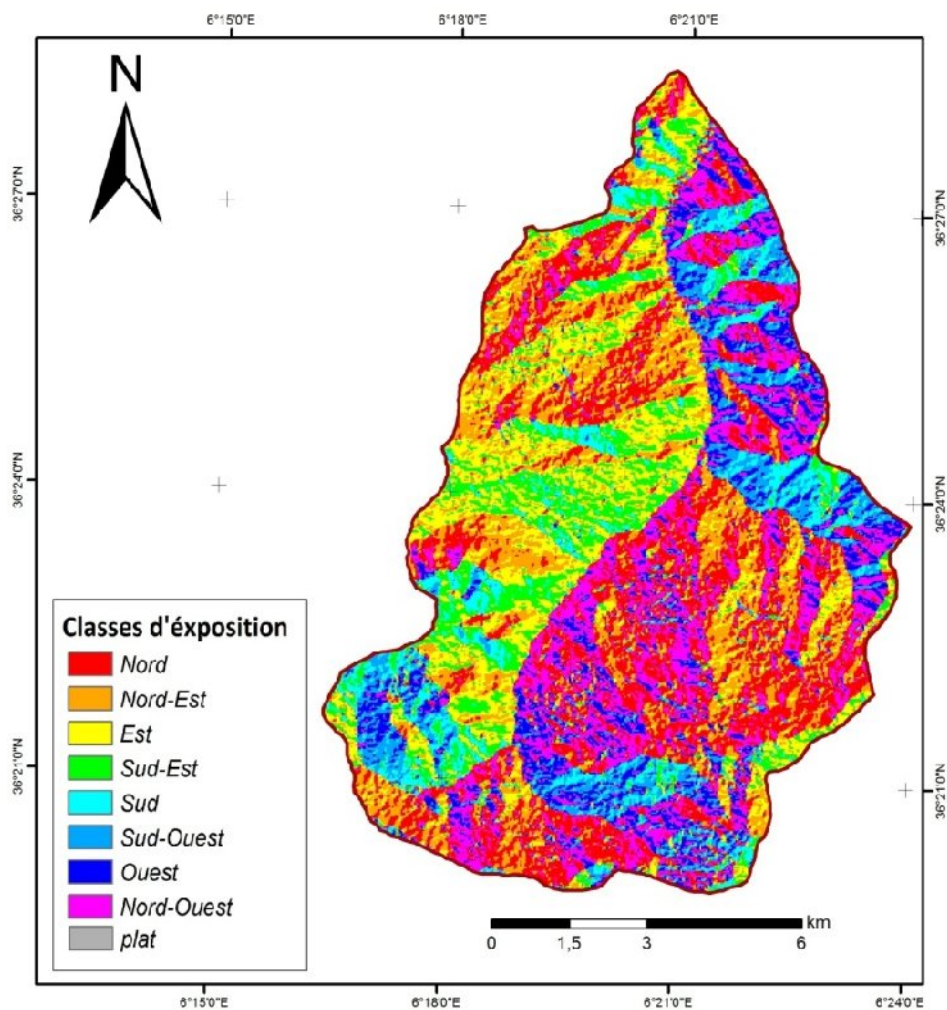
**Carte N° 03 : Carte des pentes du sous bassin de l'Oued Kotone**

### II.3 L'exposition:

La partie la plus élevée à une exposition nord -Est et Sud- Est dans la partie médiane une exposition Sud et Sud- Est dans la partie Sud.

Dans la partie la plus avale confluite avec oued Rhumel, l'exposition Nord ;Nord Est et Nord Ouest est dominante.

L'exposition du relief au nord Est facilite l'interception des pluies donnant de la sorte des versants fortement arrosés.



Carte N ° 04 : Carte d'exposition du sous bassin de l'oued Kotone

## **II.4 Géologie générale :**

La géologie de la zone se présente d'une manière extrêmement compliquée à cause d'une structure tectonique dominée par des nappes de charriage. Il existe une grande variété de formations de roches constituées entièrement de couches sédimentaires.

La stratigraphie du bassin est la suivante :

### **II.4.1 Le Jurassique :**

Il est formé d'abord de marnes et de calcaire marneux puis apparaissent des niveaux plus épais de calcaire compact à grain fin, de calcaire dolomitique et de calcaire récifal.

### **II.4.2 le Crétacé :**

Il comporte des sédiments de marécage ; marnes, sable, grès et poudingues presque toujours colorés en rouge.

### **II.4.3 L'Eocène :**

Il se forme des sables, de marnes de marécages et de calcaires à silex.

### **II.4.4 L'Oligocène :**

Il est formé notamment de grès sableux, de formation argileuse noire, et de conglomérat.

### **II.4.5 Le Miocène :**

Les formations du Miocène comportent surtout des calcaires, et un farcies argileux contenant une couche de gypse.

### **II.4.6 Le Mio-pliocène :**

Il comporte de formations argilo-gypseuses et des argiles noires avec du sable et du calcaire marneux. Il est bien connu que c'est cette dernière formation qui est la plus sensible aux instabilités des pentes et aux glissements de terrain.

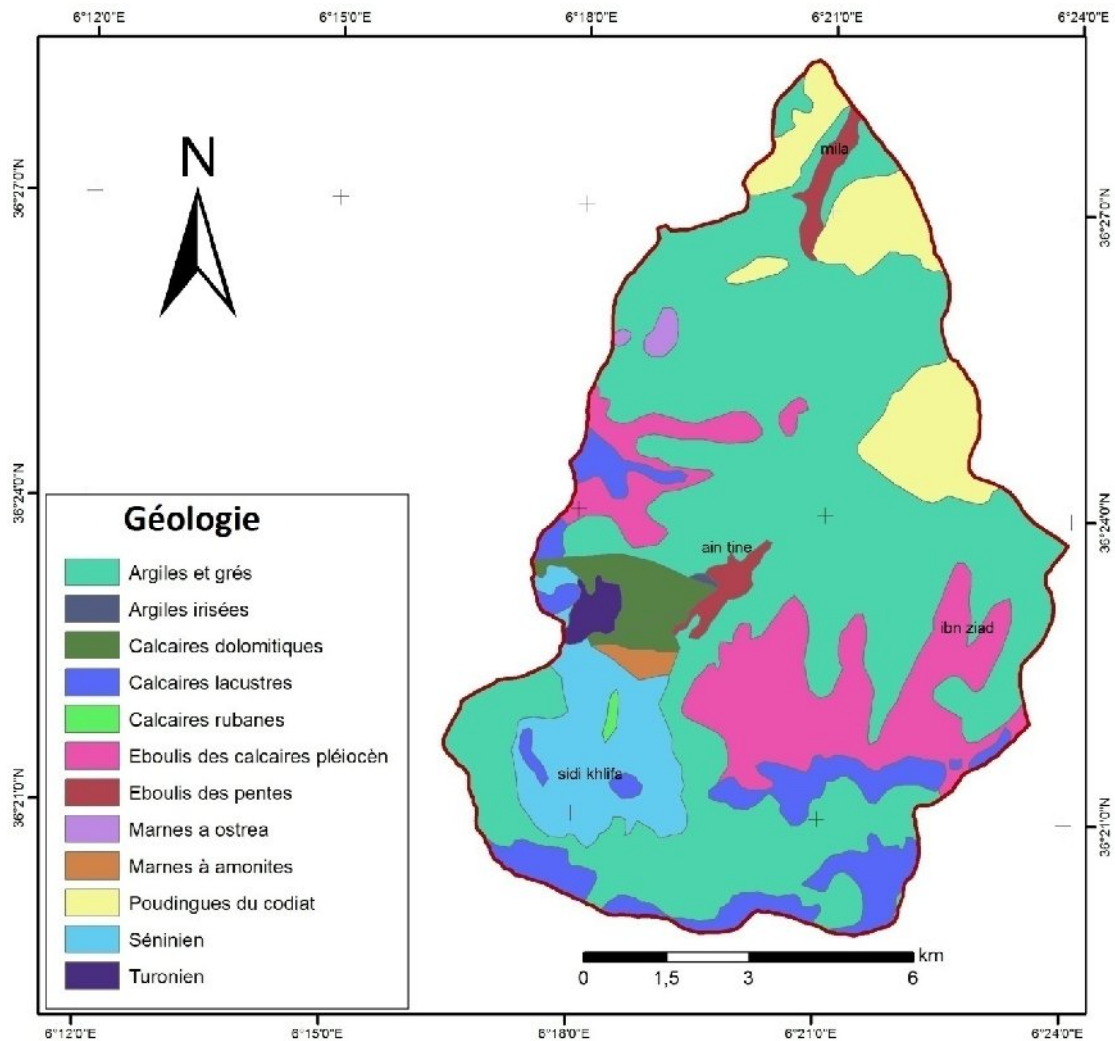


#### II.4.7 Le Quaternaire :

Ce sont les sédiments les plus récents dans la région notamment : sable, graviers, cailloux des niveaux de fond de vallées, les travertins, les éboulis de calcaire et de grès.

#### II.4.8 La géologie du sous bassin :

La région d'étude appartient au domaine tellien. Le sous bassin de l'oued Kotone est dominé par une formation argileuse qui est sensible à l'érosion. Les autres formations sensibles à l'érosion sont : divers éboulis et marnes.



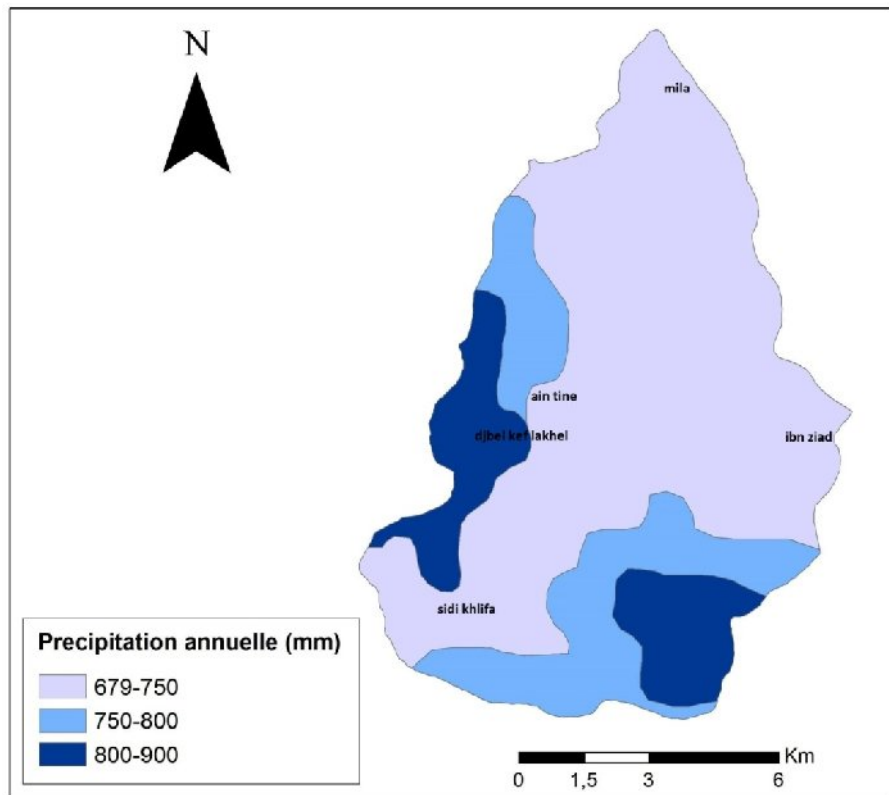
Carte N ° 05 : Carte de la géologie du sous bassin l' Oued Kotone

**II.5 Le climat :**

Le climat est un des principaux facteurs influant sur les processus de l'érosion. La topographie, l'altitude et l'exposition jouent un rôle dans la répartition des éléments du climat, surtout la pluie et les températures.

**Les précipitations :**

Il ya une certaine corrélation entre l'altitude ; les précipitations et l'exposition, La majorité du bassin fait partie de l'étage sub humide a hiver doux (679-750mm).



**Carte N° 06 : Carte de précipitation du sous bassin de l'oued Kotone**

**Tableau N° 05 : moyenne des précipitations mensuelle de la station Ain Tin (2010 -2017)**

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
MOYE	84,73	90,49	76,9	44,6	73,41	46,6	12,38	47,8	28,71	50,03	83,3	70,87

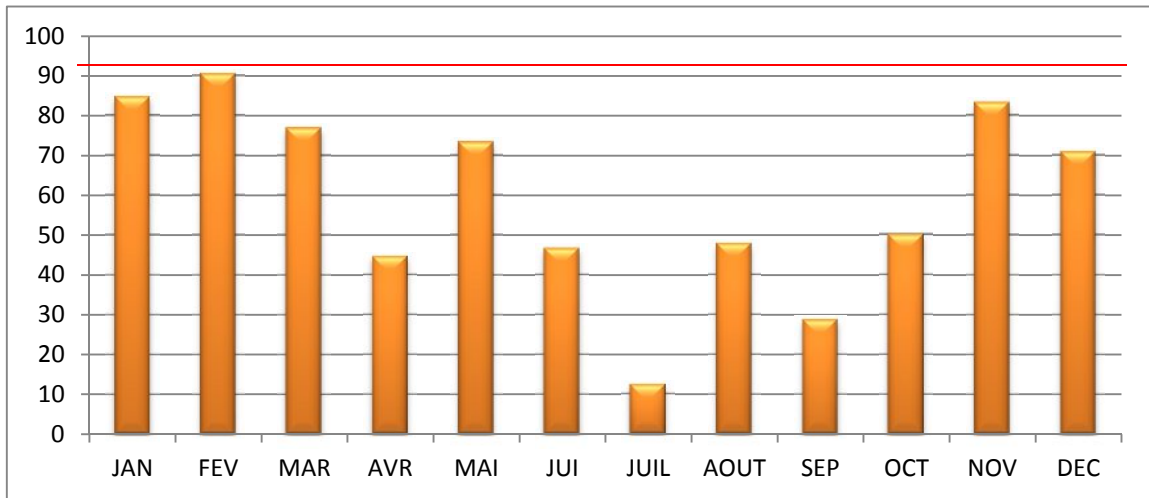


Figure N°01 : précipitations moyennes mensuelles station de Ain Tin (2010-2017).

Tableau N° 06 : moyenne des précipitations annuelles de la station Ain Tin (2010 -2017)

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Moye	743.1	956.3	485.1	977.5	780.7	636.2	438.8	346.3

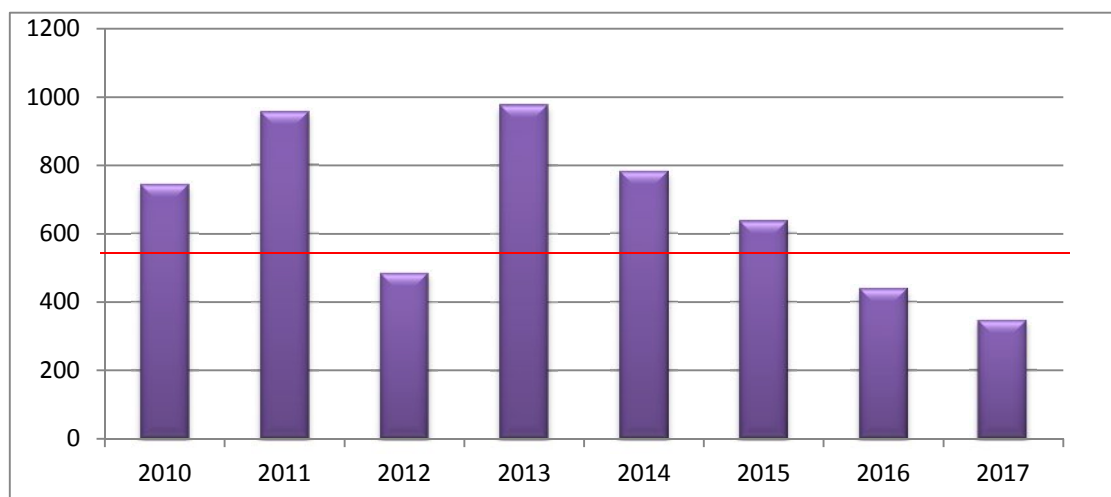


Figure N°02 : précipitations moyennes annuelle station de Ain Tin (2010-2017).

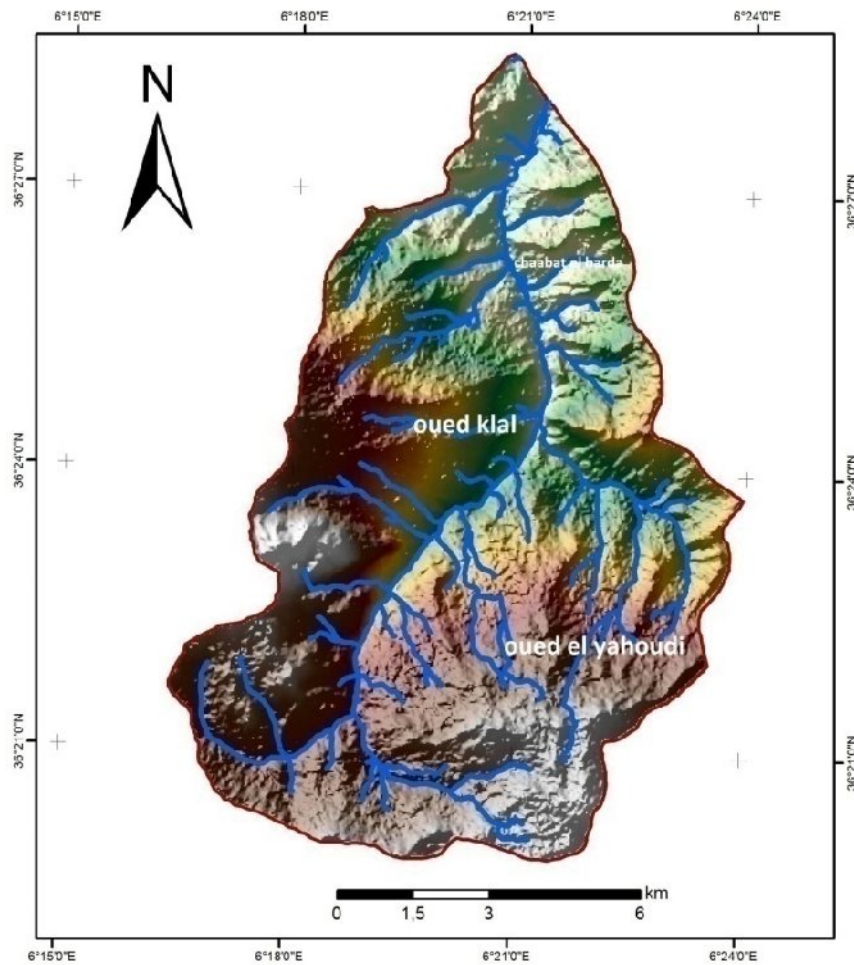
La station météorologique d'Ain tine a enregistré une moyenne de 709.75 mm d'eau par an, durant la période de 2010-2017.

L'histogramme (figure N°01) montre que la moyenne de précipitation des mois est de 94 mm et que tous les mois sont en déficit.

L'histogramme de la moyenne annuelle (figure N°02) montre que la précipitation moyenne des années est de 575mm et que les années 2012-2016 et 2017 étaient en déficit, d'autres années ne le sont pas.

### **II.6 Réseau hydrographique :**

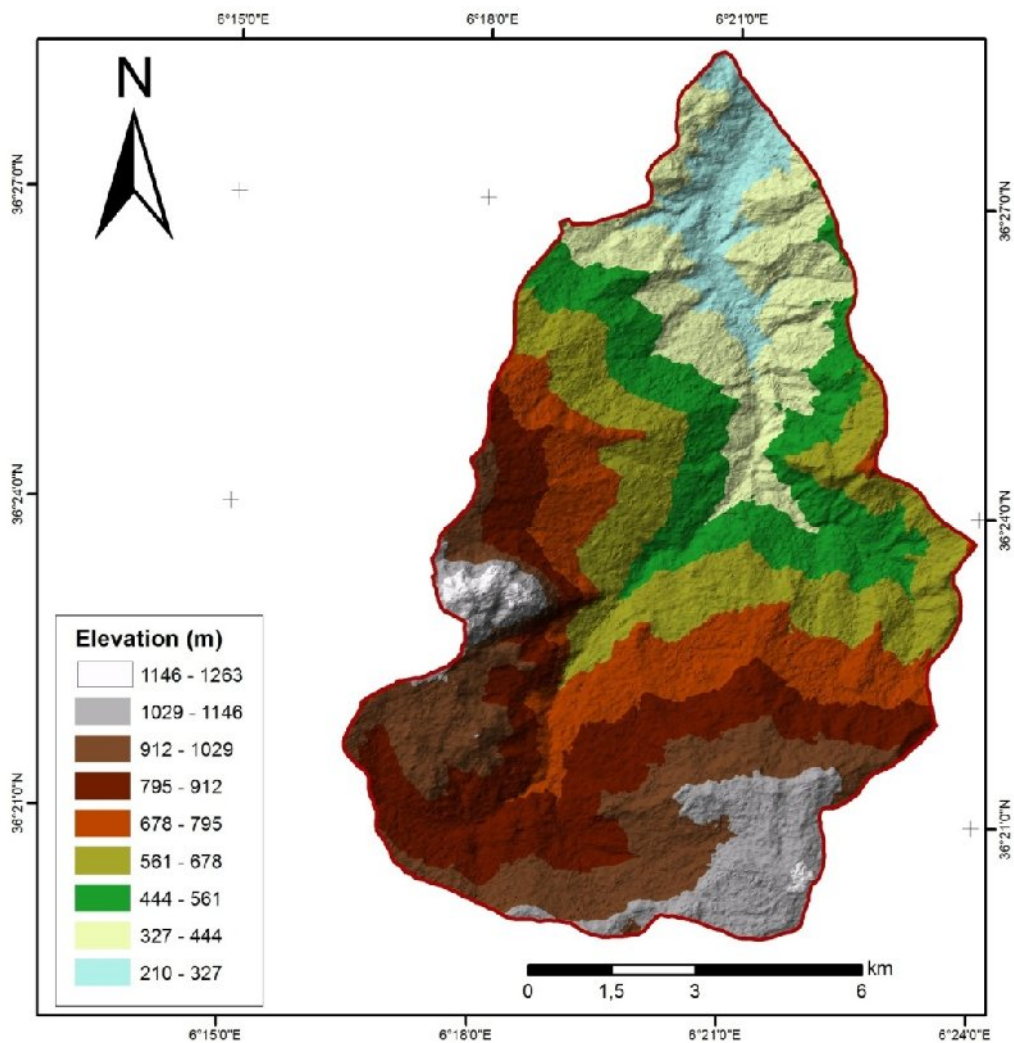
Les Oueds permanents drainant le sous bassin sont bien hiérarchisés et constituent un réseau bien enchevêtré avec une densité de drainage atteignant 3 km/km<sup>2</sup> à l'image de tout le réseau hydrographique du bassin versant de Beni Haroun.



**Carte N° 07 : Carte du réseau hydrographique du sous bassin de l'oued Kotone**

II.7 Classe d'altitude :

La partie supérieure du sous bassin d'Oued Kotone est caractérisée par les altitudes élevées dépassant les 900 m et arrivent jusqu'à plus de 1000m. L'aval est constitué le domaine de la plaine alluviale de l'oued, la vallée est moins encaissée où l'altitude varié entre 200 et 400 m, Le point le plus culminant se situe a l'ouest du sous bassin au djebel kef lakhel entre 1146 et 1263 m, le sous bassin présente une dénivelé importante favorisant l'énergie du ruissellement.



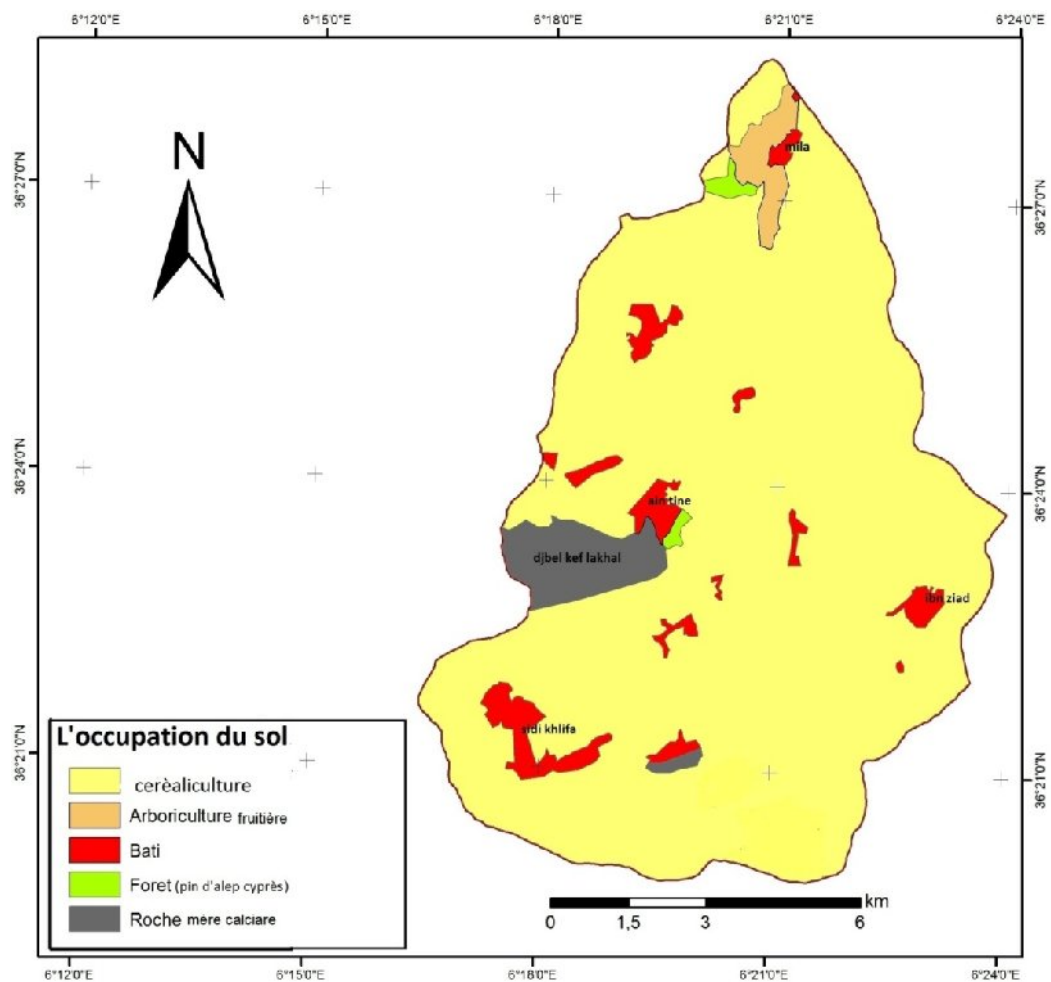
Carte N° 08 : Carte des classes d'altitude du sous bassin de l'oued Kotone

## II.8 L'occupation du sol :

Le sous bassin en question est dominé par l'agriculture, essentiellement la céréaliculture extensive.

Le système de protection est biennal (jachère, céréale) .la jachère prolongée est de 16 à 17 mois. exposé aux aléas climatiques et aux pluies intensives et par conséquent aux charriages des matériaux qui seront véhiculer vers le collecteur principal (Oued Rhumel ).

Le sous bassin versant de l'Oued kotone a dominé par une végétation faible (reboisement –arbre fruitier )qui se limite a quelques lambeaux tout près de djebel kef lakhel et l'aval de sous bassin.



Carte N° 09 : Carte d'occupation du sol de l'oued Kotone.

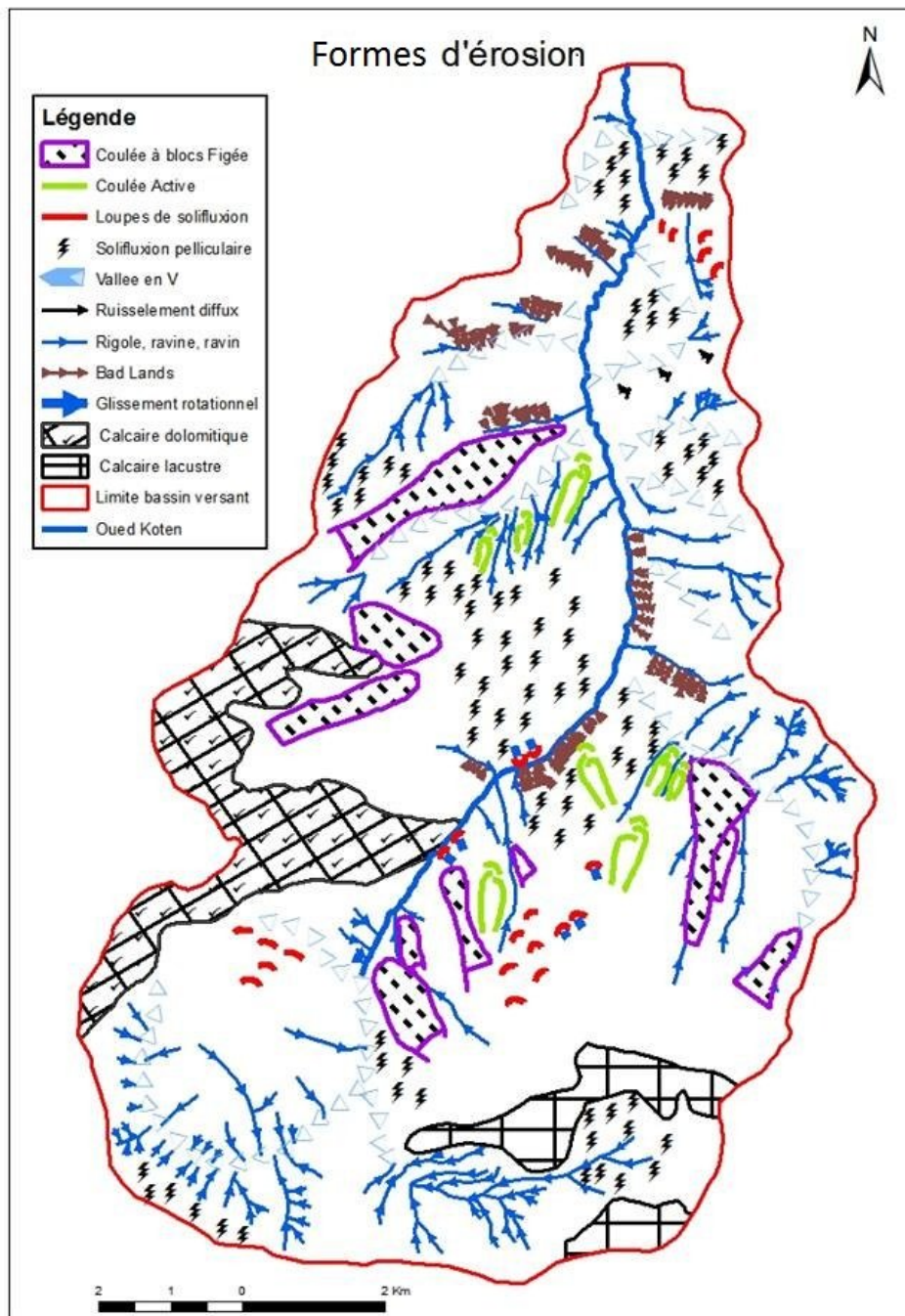
## **II.9 L'érosion :**

L'intensité du réseau hydrographique du sous bassin de l'Oued Kotone est caractérisé par une multitude de formes d'érosion : la Solifluxion pelliculaire qui est un mouvement de masse lent a un risque faible, il se situe au niveau plus bas et dans la partie médiane ainsi qu'en aval d'Oued Kotone.

L'érosion superficielle se limite aux (rigoles ; ravines et ravins) elle touche l'ensemble du sous bassin par contre les coulées actives se situent essentiellement dans la partie médiane présentant un risque élevé.

Les bad lands constituent le stade final de l'érosion, autrement dit le décapage généralisé des sols de production. On les rencontre sur les versants de Ain Tin.

Les coulées boueuses sont les plus dangereuses car les formations argileuses atteignant le seuil de liquidité ce qui augmente de leur compétence. Les coulées à blocs de calcaires sont des formes fossiles plus ou moins stabilisées. Elles sont héritées des périodes humides du quaternaire.



Carte N° 10 : Carte des formes d'érosion du sous bassin de l'oued Kotone

(S.Belgharbi,2002)





**01**



**02**

**Photo 01 : Effet chablis déchaussement des racines des arbres –commune de Mila**

**Photo 02 : Ravinement à Ain tine (Mila )**



**03**



**04**

**Photo 03: Bad lands à sidi khalifa (mila)**

**Photo 04 : Glissement de terrain à Ain tine (mila)**



**Photo 05 : Ravin en forme berceau à Ain tine**

# Chapitre III

## ***Les stratégies d'aménagement***

## **CHAPITRE III : Les stratégies d'aménagement**

### **III.1 Moyens de lutte contre l'érosion et l'envasement des barrages**

Les différents moyens de lutte utilisés contre l'érosion en Algérie sont :

Le reboisement, la restauration des sols, l'implantation des banquettes, la création des petits Barrages (retenues collinaires), la plantation des cultures suivant les courbes de niveaux, la plantation de la végétation à longue tiges dans les oueds .Il est à signaler qu'un programme spécial de lutte contre l'érosion a été réalisé par les services des forêts. Une superficie de 1,5 millions d'hectares a été traitée en 2010 à un rythme de 6700 ha par an (Djezizi, 1998). Pour l'envasement des barrages, plusieurs dispositifs sont mis en place pour lutter contre ce phénomène (méthodes de chasses, soutirage par courant de densité et dragage).

#### **III.1.1 Reboisement**

- Le reboisement consiste à repeupler des espèces arborées dans un site donné.
- En plus de son intérêt économique pour la production du bois et l'aménagement paysager ou récréatif. Le reboisement constitue une stratégie de lutte contre l'érosion.
- Il a pour rôle essentiel d'augmenter la couverture protectrice des terres, réduire l'impact des gouttes de pluies sur le sol et atténuer le ruissellement de surface.
- Les travaux de reboisement sont habituellement réalisés sur des superficies importantes, comparativement aux plantations fruitières, de haies vives et de brise-vent qui sont de type linéaire.



**Photo 06 : Reboisement dans la commune de Ain Tine**

### **III.1.2 Pratiques agricoles**

- En Algérie, l'érosion en nappe mesurée sur les champs contribue peu à la charge sédimentaire des oueds. Toutefois, dans certaines conditions, celle-ci peut être élevée et avoir des conséquences néfastes sur l'environnement
- Les pratiques agricoles améliorées visent une plus grande infiltration de l'eau dans le profil du sol , l'augmentations de la production de biomasse, le rendement en grain et en paille et mieux couvrir le sol et réduire l'érosion aux champs, et surtout le ravinement en aval.

### **III.1.3 Plantation d'opuntia :**

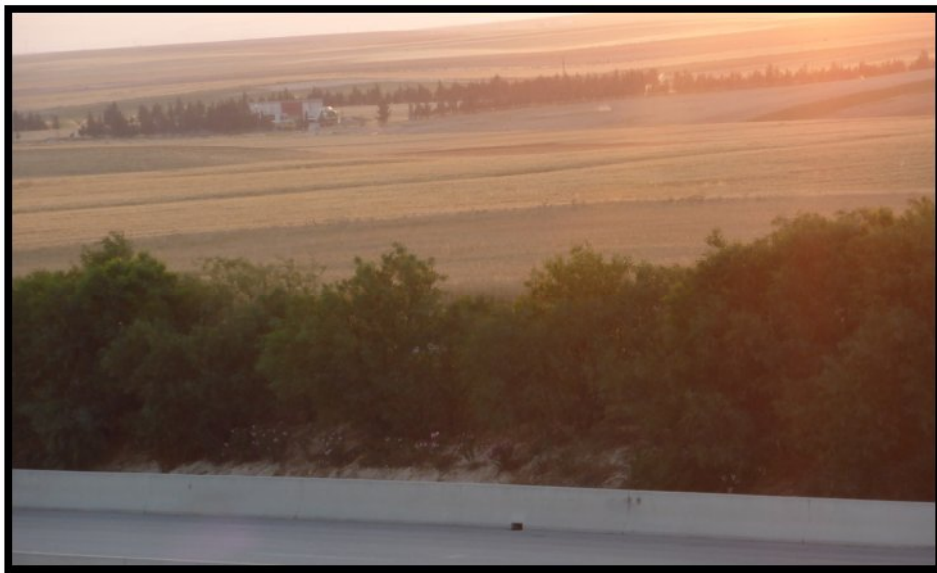
- L'opuntia, ou figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica*), est un cactus originaire des régions arides et semi-arides du Mexique.
- Cette espèce est très efficace pour protéger et restaurer les sols dégradés. En effet, l'opuntia est peu exigeant en éléments nutritifs et, comme il peut être planté à de fortes densités, il freine efficacement le ruissèlement de surface.
- Par ailleurs, l'opuntia produit des fruits qui sont prisés sur le marché, générant ainsi une source de revenus pour les agriculteurs.



**Photo 07 : Plantation d'opuntia à souk ahras –Algérie**

### **III.1.4 Revégétalisation**

- La revégétalisation (ou reverdissement) consiste à implanter une couverture herbacée, graminéenne, arbustive ou arborescente sur des terres dégarnies. Cette pratique est habituellement réalisée pour stabiliser les pentes et protéger les terres contre l'érosion hydrique.
- Les forestiers évoquent souvent le terme de « génie biologique » pour désigner l'ensemble des techniques visant à constituer une couverture végétale capable de freiner les phénomènes érosifs et de réguler le régime des eaux.
- Le terme « revégétalisation » désignera exclusivement l'utilisation de plantes herbacées et graminéennes.



**Photo 08 : La revégétalisation à chelghoum laid (mila )**

### **III.1.5 Haies vives :**

- Les haies vives remplissent diverses fonctions dont celui de dissiper l'énergie cinétique du ruissellement afin de réduire l'érosion des sols.
- Au milieu semi-aride, les haies vives protègent les cultures contre les effets de l'érosion éolienne (brise-vent) en créant des obstacles à la circulation du vent.
- Enfin, en modifiant les facteurs climatiques au sol (évaporation, température, émanation de CO<sub>2</sub>, insolation, précipitation), les haies vives créent un micro-climat favorable au développement des cultures.



**Photo 09 : Haie vive (brise vent ) à Ben yahya (mila)**

### **III.1.6 Plantations fruitières**

- La plantation fruitière doit être envisagée à la fois pour la production agricole et la conservation du sol. Sur le plan de la production, l'arboriculture représente une source de revenus non négligeables pour le paysan.
- Dans le domaine de la conservation du sol, les arbres fruitiers rustiques, grâce à leurs profondes racines, fixent le sol sur les fortes pentes. Toutefois, au-delà de la partie couverte par le houppier, beaucoup d'espace reste exposé à l'impact des gouttes de pluie. Ceci est aussi valable pour la vigne. Par conséquent, les bonnes pratiques agricoles requièrent des espaces de graminées / herbacées comme couvre-sol.



**Photo 10 : Plantation fruitière à la commune de Ain Tine**

### **III.1.7 Cordons de pierres**

- Les cordons de pierres sont des alignements de pierres établies de façon à ralentir l'écoulement de l'eau sur de grandes surfaces relativement dénudées et sur des pentes faibles (inférieur à 12%). Ils favorisent l'étalement de l'eau, évitent la formation de rigoles, favorisent ainsi l'infiltration et le dépôt de sédiments. L'effet des cordons est d'autant plus marqué que le déficit saisonnier est prononcé et que l'aménagement s'accompagne de pratiques culturelles améliorées.



**Photo 11 : cordon de pierre suivant les courbes de niveau au Maroc**

### **III.1.8 Murettes**

- Les murettes ralentissent l'écoulement des eaux de ruissèlement afin de favoriser leur infiltration. Elles servent généralement d'appui à des terrasses horizontales de largeur variable et aménagées en marches d'escaliers successives.
- Les terrasses peuvent être construites directement ou progressivement par des procédés faisant intervenir les façons culturales.
- La construction progressive consiste à disposer des obstacles horizontaux appelés « lignes d'arrêt de labours », puis à effectuer les labours en versant vers le bas à l'intérieur des bandes de cultures ainsi délimitées. La pente du terrain diminue ainsi progressivement.





**Photo 12 : Des murettes dans la zone du sud Marocain**

### **III.1.9 Banquettes**

- Les banquettes ont pour but d'intercepter les eaux de ruissèlement sur les versants afin de réduire l'érosion des sols. Elles contribuent à améliorer l'infiltration, accroître la couverture végétale, et ainsi protéger le sol contre l'érosion.
- En Algérie, par le passé, les banquettes ont été appliquées sur les terres privées sans le consentement des propriétaires ou ayant droits. Si pour des motifs d'intérêt général, ces techniques doivent y être proposées aujourd'hui, il est conseillé de les introduire graduellement et de prévoir une sensibilisation suffisante.
- En Algérie, les généralisées en deux versions : banquettes d'infiltration et banquettes de diversion.
- Les banquettes d'infiltration ont pour rôle de provoquer l'infiltration totale. Elles ne conviennent que sur des sols perméables avec une pluviométrie inférieure à 750mm/an.
- Les banquettes de diversion ont pour rôle, après avoir brisé la force vive du ruissèlement, d'infiltrer une partie de l'eau interceptée et d'évacuer la partie excédentaire.



**Photo 13 : Plantation fruitières sur banquettes à Ben yahya (mila)**

### **III.1.10 Bourrelets**

- Lorsque les eaux de pluie sont trop abondantes ou trop intenses pour être stockées ou infiltrées totalement dans le sol, on organise leur drainage dans des fossés, le long de bourrelet pour récupérer les nappes ruisselantes avant qu'elles aient acquis une énergie suffisante pour raviner le versant. Ces eaux de ruissèlement sont alors évacuées en dehors de la zone de culture vers des exutoires naturels ou des exutoires qu'il faut aménager, en leur permettant d'atteindre le cours d'eau. Contrairement aux cordons de pierres, les bourrelets sont imperméables. Ils conviennent mieux en milieu cultivé car ils ne constituent pas un obstacle majeur aux opérations agricoles et peuvent aussi être cultivées.

### **III.1.11 Seuils :**

En gabions, en grillage métallique, en pneus et en sacs de plastique

- Les seuils sont utilisés afin de réduire la vitesse du ruissèlement à des taux non érosifs. Ils sont recommandés pour diminuer le ravinement ainsi que pour la correction torrentielle. Ce sont des ouvrages de petite envergure construits perpendiculairement au sens d'écoulement de l'eau dans des zones de fortes dénivelées. Ils peuvent être faits en gabions ou en pierres sèches, en grillage métallique, en pneus usés, ou en sacs de plastique et autres matériels.



Photo 14 : Correction des chaabets en gabions à Ain Tine

### **III.1.12 Drains et exutoires**

- Le drainage est une technique englobant tous les travaux ayant pour objet l'évacuation intensive dans des délais courts de l'eau des saturations du sol. Les drains (ou fossés) recueillent les eaux excédentaires des terres et les conduisent aux exutoires. Les exutoires se déversent à leur tour dans des cours d'eau.
- Les chutes et les coursiers sont très utilisés dans l'aménagement des boues de ravins des cours d'eau principaux et secondaires lorsque l'érosion est très active et que les pertes en sol dans l'avancée du ravin sont importantes (éboulement en masse). Les chutes sont conçues pour arrêter l'avancée du bout du ravin dans le réseau d'écoulement. Les coursiers sont utilisés pour protéger les versants supportant des voies de communication et traversées par de petits cours d'eau.



**Photo 15 : Exutoire à Ben yahiya**

### **III.1.13 Protection des berges**

- La protection des berges affectée par l'érosion ou le début de sapement peut se faire par des digues longitudinales et des épis. Ce sont des ouvrages adaptés pour des situations où la vitesse d'écoulement des eaux est assez forte et où l'équilibre des talus est menacé.
- Les digues submersibles constituent de très bons pièges à sédiments et évoluent dans le temps pour la reconstitution des rives. Elles servent aussi à recalibrer les cours d'eau.
- Les épis sont des ouvrages transversaux ayant pour objectif la déviation de la ligne d'eau et la concentration du courant au milieu du lit de l'oued. Ils permettent la protection des berges en évitant leur sapement dans les sinuosités. Ils sont souvent associés à des digues longitudinales submersibles ou non en période de crues, afin de protéger les talus et de permettre les dépôts d'éléments en suspension derrière. Une végétation spontanée ou artificielle peut s'installer et stabiliser définitivement l'épi et la rive.

### **III.1.14 Ouvrages de capture de sédiments**

- Les ouvrages de capture de sédiments ont pour principe de ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et de favoriser la sédimentation des particules de suspension.
- Ces ouvrages se retrouvent fréquemment sur des affluents de cours d'eau utilisés pour l'irrigation et l'approvisionnement en eau potable de même que pour l'industrie. Ils sont très utiles à la suite de seuils en cascade afin de capter les sédiments avant que les eaux ne se jettent dans l'oued principal (en direction du réservoir du barrage).
- Dans la majorité des cas, ces ouvrages se remplissent complètement en 10 à 15 ans. Dans certains cas, il est alors possible de mettre en culture les superficies créées en amont.

### **III.1.15 Retenues collinaires**

- Les retenues collinaires sont de petits ouvrages, généralement en terre, qui recueillent les eaux de ruissèlement de bassins versants dont la superficie varie de quelques hectares à quelques km<sup>2</sup> et qui ont une capacité de 0,5 à 3 millions m<sup>3</sup>.
- Les lacs ainsi créés s'intègrent de façon naturelle dans le paysage et peuvent servir, à des degrés divers, à différentes fins
  - Protection contre les crues et contre la dégradation d'infrastructures situées en aval (villages, routes, ...etc).
  - Approvisionnement en eau potable (population, cheptel).
  - Approvisionnement en eau pour l'industrie.
  - Irrigation des terres agricoles et amélioration des activités de production (vergers, cultures maraichère, élevage, etc).
  - Création d'activités économiques nouvelles (pêches, activités récréatives, tourisme, résidences secondaires).
  - Recharge des nappes phréatiques.
  - Amélioration de l'environnement (dissémination de points d'eau dans le paysage, milieu propices pour la faune/ flore).
- Implantés dans des environnements fragiles et à faible activités économiques, les retenues collinaires sont des aménagements très innovants, susceptibles de transformer profondément les systèmes de production agricoles traditionnels, de même que de changer les comportements sociaux face à l'eau, une ressource naturelle rare et vitale.

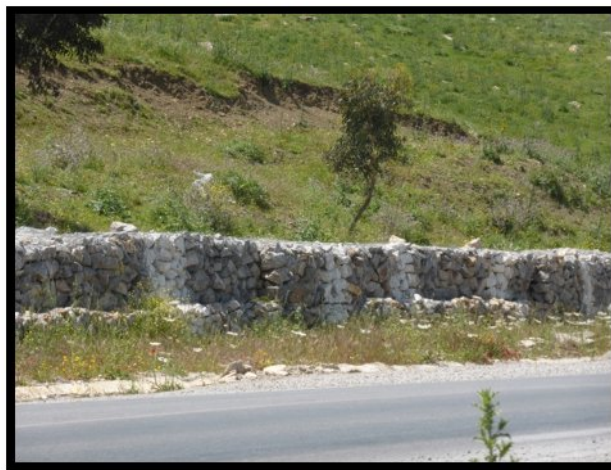


**Photo 16 : retenues collinaires –Beni Haroun (Mila)**

### **III.1.16 Protection des abords routiers :**

La protection des abords routiers est appliquée dans l'emprise des routes pour assurer la fonctionnalité et la pérennité des ouvrages. Les mesures de protection visent également à réduire la quantité de sédiments atteignant les cours d'eau. Dans certains cas, celles-ci visent à contrôler les glissements du terrain résultant de l'instabilité du sol. D'autres mesures permettent de réduire l'érosion superficielle en gérant la vitesse du ruissellement ou en protégeant le sol contre l'arrachement sans être exhaustive, la liste des mesures de protection pour les abords routiers comprend les suivantes :

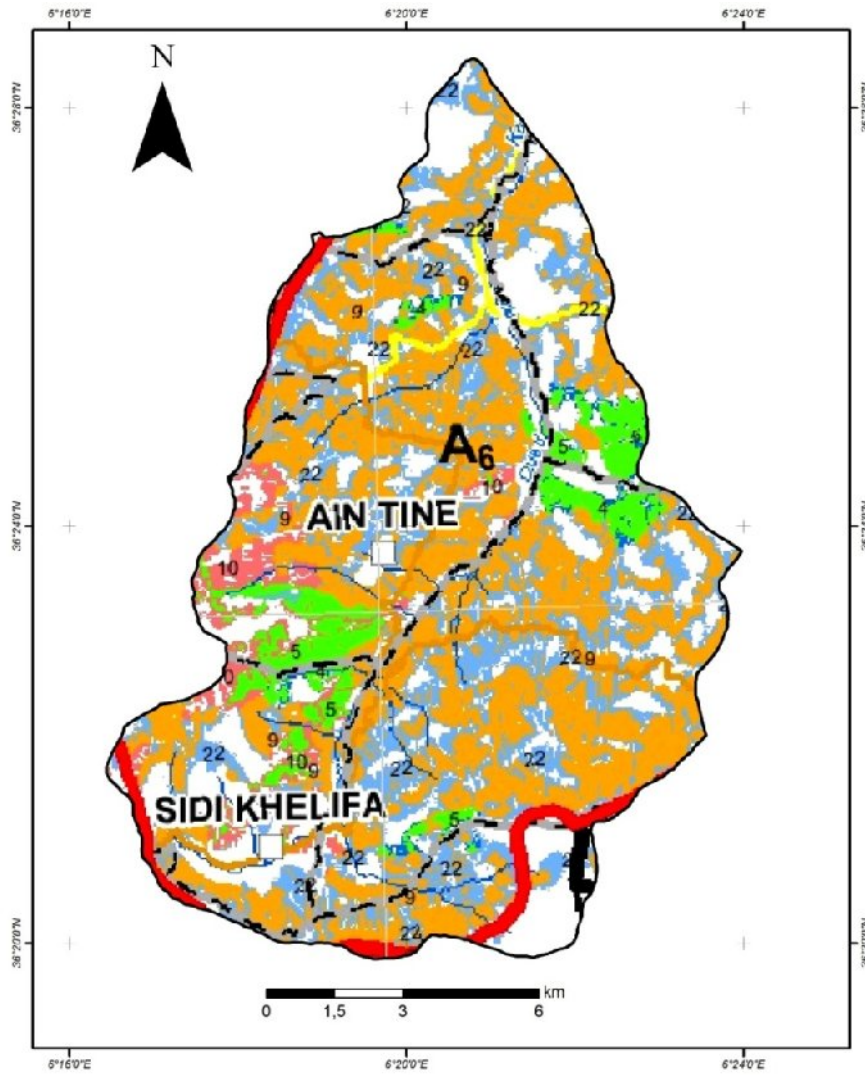
- Mure de gabions ;
- Fossé d'interception ;
- Fossé coté versant-déblai ;
- Fossé coté plaine-remblai ;
- Chute d'évacuation ;
- Revêtement des fossés ;
- Buse d'évacuation ;
- Recouvrement aux extrémités de ponceau ;
- Ouvrage de capture de sédiments ;
- Revégétalisation.



**Photo 17 : Mure en gabions à Ain Tine (mila)**

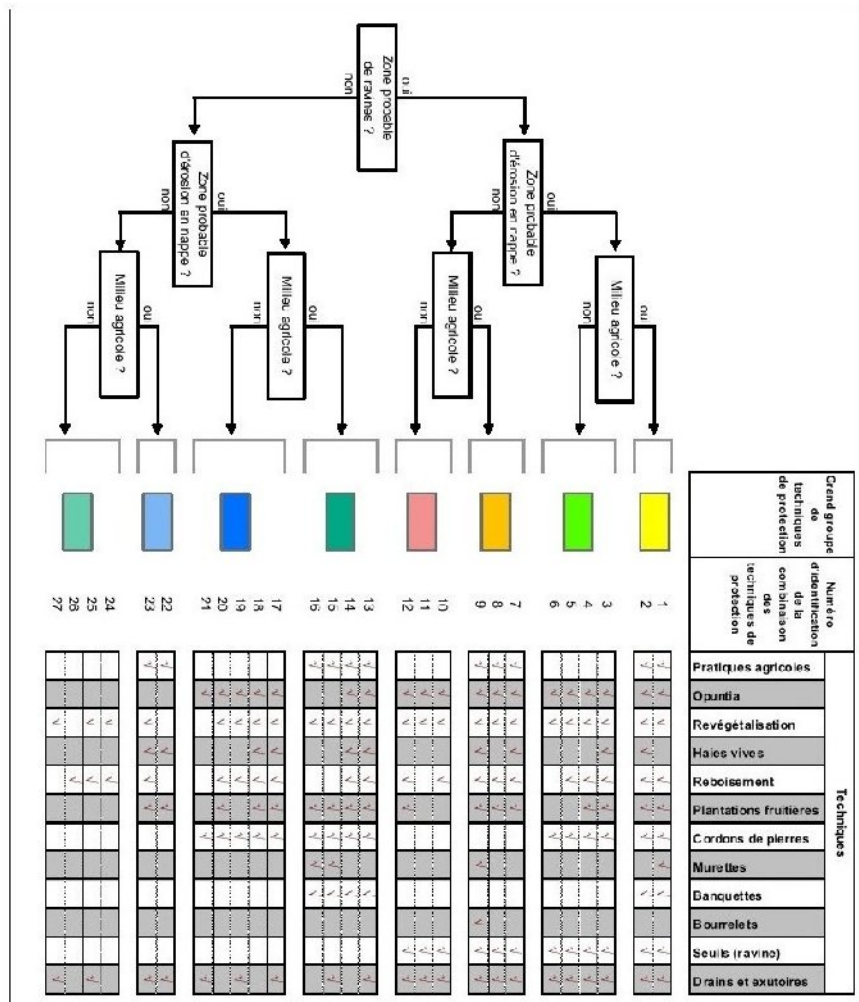
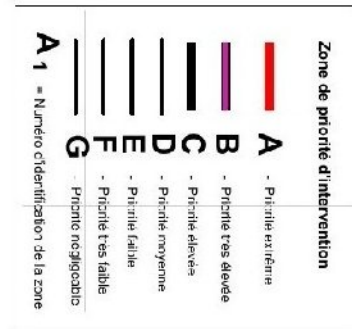
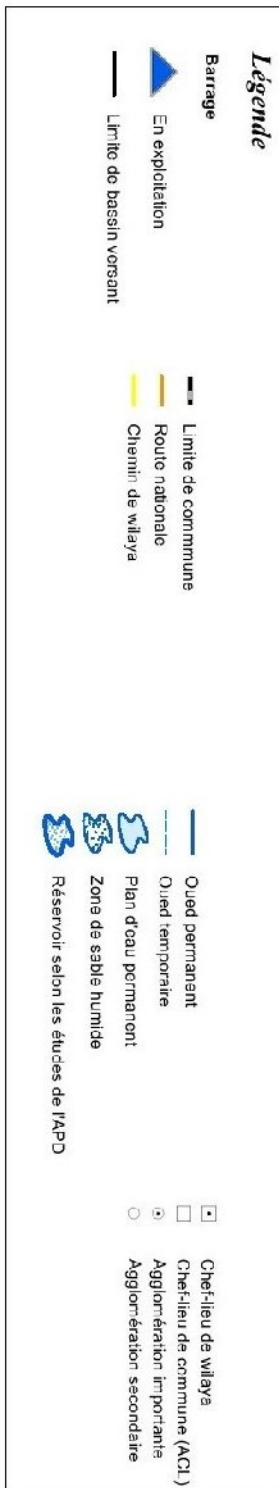
III.2 Plan d'aménagement du sous bassin :

D'après la carte d'aménagement proposé par Tecslut



Carte N° 11 : Carte d'aménagement du sous bassin de l'oued Kotone

Notice explicative du plan d'aménagement contre l'érosion des sols





**Jaune (09) :**

Des terrains agricoles qui représentent environ 60 % de la superficie du sous bassin versant oued kotone. Une activité érosive en ravine est présente pratiquement sur toute la surface.

Les techniques de lutte contre l'érosion sont : Les pratiques agricoles ; Labour suivant les courbes de niveaux ; assolement et rotations des cultures. Pour chaabets correction torrentielles des ravins (chaaba seuils en gabions)

En cas de litige foncier on préconise la revégétalisation et plantation d'opuntia pour les terres agricoles non occupées qui appartiennent au domaine public.

**Bleu (22) :**

Milieu agricole qui couvre une superficie de 15%. Il ne présente ni l'érosion en nappes ni en ravines, il nécessite des pratiques agricoles basées sur la plantation fruitière ; haie vive et drainage.

**Vert (45) :**

La Superficie de 15% représente l'espace de l'érosion en nappe et en ravine (bad lands). il est préférable de préconiser : la revegetalisation, l'opuntia, reboisement et cordon de pierre.

**Rose (10) :**

Une superficie de 10% représente un milieu non agricole, l'érosion en nappe est absente mais l'érosion en ravine est présente. Il est recommandé dans ce cas : le reboisement ; seuils et drainage.

D'après l'élaboration de la carte d'érosion qui représente les différents types de la dynamique superficielle (voire la carte 10).

Le plan d'aménagement et de protection du sous bassin de l'oued kotone vise à stabiliser l'érosion et protéger les terres de production (agricole). Les terres agricoles exploitées représentent 75% de la superficie du SBV de l'Oued Kotone. L'exploitation demeure archaïque.

Les agriculteurs continuent à travailler leur sol dans le sens de la pente (sens des courbes des niveaux). Une campagne de sensibilisation suivi par des instructions strictes doivent être mis en place afin d'obliger les agriculteurs à atteindre le but de stabiliser les sols et par conséquent une remontée biologique des horizons des sols.

Toutes les recommandations n'aboutissent pas aux résultats escomptes si on n'améliore pas leurs revenus (plantation fruitières ; rucher ...est).



**Photo 18 : labour dans le sens de la pente – Ain Tin**



**Photo 19 : installation d'un rucher à Sidi khlifa**



**Photo 20 : plantation fruitière à ain tine (mila )**

CONCLUSION

## CONCLUSION

L'érosion des sols en Algérie du Nord en cesse de s'accélérer rendant les bassins versants du tell des territoires vulnérables, les causes sont autant naturelles : agressivité des pluies, vue morphométrie favorable (les bassins sont souvent ramassés) une couverture végétale lâche et temporaire...etc. Quand aux actions anthropiques les pratiques culturales sont défavorables (système biennal : céréales / jachère).

L'aménagement et la protection des bassins versants tellien dont fait partie oued Kotone est devenue une des priorités pour préserver ces milieux fortement anthropisés et réduire le risque d'envasement du barrage de Beni Haroune.

# References bibliographiques

## **REFERENCES BYBLIOGRAPHIQUE**

---

### **REFERENECES BYBLIOGRAPHIQUE**

- Achite M. & Meddi M , (2005) :Variabilite spatio-temporelle des apports liquide et solide en zone semi aride. Cas du bassin de l'oued Mina (nord ouest Algérien Rev. Sci. Eau. 18 (special), pp : 37-56.
- Benina T , 2010 : problématique de l'érosion et du transport solide en Algérie septentrionale, p : 40-41.
- Demmak A, (1982) : Contribution a l'étude de l'érosion et des transport solides en suspension en Algérie septentrionale. Thèse de docteur-Ingénieur, Univ. Paris IV, France.
- Hudson N.W., 1987: Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO Soils Bull.57, 172p.
- Heush B., 1971: Estimation et contrôle de l'érosion hydrique. C.R.Soc.Sc.Nat et Phy du Maroc T 37, pp 43-48.
- Hadjiat K , 1997 : Etat de dégradation des sols en Algérie. Rapport d'expert PNAE, Banque Mondiale, 45p.
- Heusch B. & millieslacrois A, (1971) : Une méthode pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin : application au Maghreb. Mines et geologie33, pp : 21-39.
- Greco J , 1996 : l'érosion la défense et la restauration des sols le reboisement en Algérie 11, 35 , 45, 67 P.
- Kerdoud S, 2006 : le bassin versant de Beni Haroun eau et pollution Magister en aménagement du territoire. Université des frères mentourie , p : 07.
- Lahlou A, (1994) : Envasement des barrages au Maroc. Casablanca (Maroc) ; Editions Wallada, 277p.
- Mazour M, 1992 : Analyse des facteurs de risques de l'érosion en nappe dans le bassin versant d'Isser. Tlemcen. ORSTROM. Bull. RES .Eros. 12. Montpellier, pp 300-313.
- Mankouri M ,2009 : contribution a l'étude de l'érosion en nappe, du ruissellement et de la fertilité des sols dans le B.V de l'Isser (sous bassin de Gourari et Madjoudj) Tlemcen Algérie, 2p.
- Ministere de l'environnement et l'aménagement du territoire ,(2000) : Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, 95p.
- Probst J.L. & Amiotte Suchet P , (1992) :Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb. Hydro. Sci. J. 37(6), pp: 621-637.
- Roy,P et al,2006 :Etude de la protection du bassin versant du barrage Beni Haroun.
- Touaibia B, 1999 : Approche quantitative de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales: Bassin versant de l'Oued Mina.

**Annexe :**

**Tableau N° 07 : moyenne des précipitations mensuelles et annuelles de la station Ain Tin (2010 -2017)**

	Jan	fev	Mar	avr	mai	jun	juil	aout	Sep	oct	nov	dec	Ma	I fournier	I peguy
2010	129.6	66.22	66.9	14.9	55.6	116.9	14.4	35.3	26.3	55.1	96.6	85.8	743.1	29.21	1.57
2011	6.3	227.4	57.6	97.61	34.1	14.4	18.2	217.3	12.0	109.2	51.4	107.3	956.3	89.93	2
2012	35.5	40.9	55.4	104.3	7.7	3.0	3.0	43.8	36.8	30.9	70.7	53.1	485.1	18.91	2.11
2013	130.7	199.3	97.6	50.4	41.1	15.5	53	52.1	66	55.7	182	34.1	977.5	69	2.32
2014	59.9	64.7	181.7	6.9	50.5	162.5	0.0	0.9	5.7	27.2	34.1	187.6	780.7	57.41	1.93
2015	216	57.2	108	9.5	39.2	1.3	30.2	30.9	30.4	69.7	73.7	0.1	636.2	81.14	4.01
2016	61.9	42.4	48.1	69.1	68.8	10.9	0.2	0.0	25	22.7	74.9	14.8	438.8	8.30	2.20
2017	37.3	25.6	0.0	22.1	2.0	48.3	7.6	2.1	27.5	5.5	83.1	85.2	346.3	12.62	3
Mm	84.73	90.49	76.9	44.6	73.41	46.6	12.38	47.8	28.71	50.03	83.3	70.8	575/94		

## Résumé :

La dégradation des sols et l'envasement sous l'influence de l'érosion est restée toujours un problème majeur pour le bassin versant de Beni Haroun et plus particulièrement pour le sous-bassin de l'oued Kotone.

Les résultats de ce travail nous permettent d'identifier les différents agents qui influencent l'érosion (pentes fortes ; climat ; végétation faible...) ce qui nécessite une lutte immédiate et efficace contre le phénomène de l'érosion des sols dans la région en appliquant les recommandations suivantes (reboisement ; gabionnage ; banquettes) cependant ces méthodes ralentissent les effets de l'érosion mais n'ont jamais atteints les objectifs souhaités.

## ملخص :

ترسب التربة وترسب الطمي تحت تأثير انجراف التربة لا يزال مشكلة رئيسية بالنسبة لمستجمع مياه بني هارون وبالأخص بالنسبة لحوض واد القطن الفرعي .

تسمح لنا نتائج هذا العمل بتحديد العوامل المختلفة التي تؤثر على انجراف التربة (المنحدرات الحادة الغطاء النباتي الضعيف ) هذه الأساليب التي مما تطلب مكافحة فورية وفعالة لظاهرة الانجراف في المنطقة من خلال تطبيق التوصيات التالية ( التشجير ) ( gabionnage banquettes ) تبطئ من آثار الانجراف ولكن لم تحقق الأهداف المرجوة.



**Année universitaire :**  
2017/2018

**Présenté par : DIB IMEN  
DEBBECHE AICHA**

**INTITULÉ : L'ÉROSION DU BASSIN VERSANT DE BENI HAROUNE  
(OUED KOTONE)**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en gestion Durable des  
Écosystèmes et Protection de l'Environnement

**Résumé :**

La dégradation des sols et l'envasement des barrages sous l'influence de l'érosion est resté toujours un problème majeur pour le bassin versant de Beni Haroun et plus particulièrement le sous bassin d'Oued Kotone.

Les résultats de ce travail nous permettent d'identifier les différents agents qui influencent l'érosion (pentes fortes, climat, état de surface de sol, végétation faible....) ce qui nécessite une lutte immédiate et efficace contre le phénomène de l'érosion des sols. Dans la région en appliquant les recommandations suivantes : sensibiliser la population contre certaines méthodes de culture (labour dans le sens de la pente) ; reboisement ; gabionnage ; banquettes, cependant ces méthodes ralentissent les effets de l'érosion mais n'ont jamais atteints les objectifs souhaités.

**Mots clés :** Erosion ; Bassin versant ; Envasement

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** *ALATOU DJAMEL* (PROF- UFM Constantine),  
**Rapporteur :** *BENDERRADJI MOHAMED EL HABIB* (PROF - UFM Constantine),  
**Examineur :** *ARFA Azzeddine Mohamed Touffik* (M.A.C.A - UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 26/06/2018 ;