

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

## Département des Ressources Forestières

Laboratoire n°31 : *Gestion Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts et Développement Durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen*



# MEMOIRE

Présenté par

**BENMANSOUR Walid**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER en Foresterie**

**Option : Aménagement et Gestion des Forêts**

## Thème

Contribution à l'étude d'aménagement anti-érosif intégré du bassin versant Meffrouche (Wilaya de Tlemcen)

Soutenu le 25/06/2020, devant le jury composé de :

Président :	Mr KHOLKHAL Djamel	M.A.A	Université de Tlemcen
Encadreur :	Mr BENABDALLAH Mohammed Ali	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur :	Mme BELLAHCENE Nadia	M.C.B	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2019/2020**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance, de respect et de dévouement avec un cœur plein d'humilité :*

*A mes très chers parents qui n'ont jamais cessé de m'encourager pour entreprendre mes études et atteindre mes objectifs, je les remercie du fond du cœur.*

*A mes chers sœurs Nour-EL-Houda, Maroua et Ayaa*

*A mon cher frère Islam*

*A ma petite nièce Jinan Raghad*

*A toute la famille BENMANSOUR et ABDELMALEK*

*A mes chers Amis Mohammed, Abdeljalil et Amine.*

*A toute ma promotion de 5<sup>ème</sup> année foresterie sans exception.*

*BENMANSOUR Walid*

## *Remerciements*

*Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Mr **BENABDELLAH** (Maitre conférences, Université de Tlemcen) pour ses précieux conseils, son encadrement, ses critiques constructives, ses qualités humaines et scientifiques et son aide durant toute la période de travail.*

*Mes sincères reconnaissances s'adressent parallèlement aux membres du jury :*

*Mr **KHOLKHAL Djamel** (Maitre conférences, Université de Tlemcen) pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider ce mémoire.*

*Mme **BELLAHCENE-ZEKRI Nadia** (Maitre conférences, Université de Tlemcen) qui a accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*A tous, Merci*

\_\_\_\_\_ : يعتبر مستجمع مياه مفروش جزءاً من مستجمع مياه تافنة الكبير ويقع في إقليم بلدية ترني بقرية . وهي مهددة بظاهرة التعرية المائية. في هذه المنطقة نجد سد مفروش الذي يعتبر من أهم في ولاية تلمسان لأنه يغذي جزء منها بمياه الشرب 13 مليون 3. تحقيقاً لهذه الغاية، سيكون مهدياً بشكل خطير من قبل الطمي إذا لم يتم تنفيذ تدابير الحفاظ على التربة ومكافحة التآكل بسرعة. نتيجة دراسة مختلف العوامل المورفومترية و هذا ما يوضح أن مستجمع مياه مفروش له شكل ممدود ( فيلوس = 1.35) وبالتالي ، وفقاً لمؤشرات المنحدر المختلفة المحسوبة ، اتضح أن التضاريس في هذا الحوض قوي بما يكفي ( = 0.16 ) )  
( = 1.18 / 2 ) (ومعامل السيول = 0.77 ) ( يز = 2.07 ) أنه يوجد خطر تآكل كبير إلى حد ما في هذا الحوض. وأخيراً، باستخدام أداة نظم المعلومات الجغرافية، تم عمل خريطة اقتراح التنمية بناءً على مزيج من خريطة استخدام الأراضي والمعايير البيئية

**الكلمات المفتاحية :** التآكل ، مستجمعات المياه ، مفروش ، نظم المعلومات الجغرافية ، رسم الخرائط ،

**Résumé :** Le bassin versant de Meffrouche, fait partie du grand bassin versant de Tafna et situé dans le territoire de la commune de Terny, village meffrouche. Il est menacé par le phénomène d'érosion hydrique. Dans cette région, on trouve le barrage de Meffrouche qui est considéré parmi les plus importants de la wilaya de Tlemcen puisqu'il alimente une partie de la ville de Tlemcen, en eau potable avec une capacité de 13M m<sup>3</sup>. À cet effet, il serait dangereusement menacé par l'envasement si des mesures de conservation des sols et de lutte contre l'érosion ne sont pas effectuées rapidement. Le résultat de l'étude des différents paramètres morpho-métriques, montre que le bassin versant du Meffrouche, présente une forme allongée (**Kc= 1.35**). Ainsi, selon les différents indices de pente calculés, il se trouve que le relief dans ce bassin est assez fort (**indice de roche= 0.16**). Les autres indices, comme la densité de drainage (**Dd= 1.18 km/km<sup>2</sup>**), le coefficient de torrentialité (**Ct=0.77**) et le temps de concentration (**TC=2.07 Heure**), confirment un risque d'érosion assez important dans ce bassin versant. Enfin, à l'aide de l'outil SIG, une carte de proposition d'aménagement intégré, a été faite, et ce, sur la base d'une combinaison de la carte d'occupation du sol et les autres paramètres du milieu, notamment la pente du terrain.

**Mots clés :** Érosion, Bassin versant, Meffrouche, SIG, cartographie, Aménagement anti-érosif intégré.

**Summary:** The Meffrouche watershed is part of the large Tafna watershed and located in the territory of the municipality of Terny, Meffrouche village. It is threatened by the phenomenon of water erosion. In this region, we find the Meffrouche dam which is considered among the most important in the wilaya of Tlemcen since it supplies part of the city of Tlemcen, with drinking water with a capacity of 13M m<sup>3</sup>. To this end, it would be dangerously threatened by silting if soil conservation and erosion control measures are not carried out quickly. The result of the study of the different morphometric parameters, shows that the Meffrouche watershed has an elongated shape (**Kc= 1.35**). Thus, according to the different slope indices calculated, it turns out that the relief in this basin is quite strong (**rock index =0.16**). The other indices, such as the drainage density ((**Dd= 1.18 km/km<sup>2</sup>**), the torrentiality coefficient (**Ct=0.77**) and the concentration time (**TC=2.07 Heure**), confirm a fairly significant risk of erosion in this watershed. Finally, using the GIS tool, an integrated development proposal map was made, based on a combination of the land use map and the other environmental parameters, in particular the slope of the land.

**Keywords:** Erosion, Watershed, Meffrouche, GIS, cartography, Integrated anti-erosion management.

## **LISTE DES ACRONYMES**

**ANAT** : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

**DPAT** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.

**DSA** : Direction des Services Agricoles.

**Fig.** : Figure

**Hm<sup>3</sup>** : Hectomètre cube

**ha**: Hectare

**Km** : Kilomètre

**M.N.T.** : Modèles Numériques de Terrain

**S.I.G.** : Systèmes d'Informations Géographiques.

**Tab.** : Tableau

## LISTE DES TABLEAUX

N° Tableaux	Titres	Pages
<b>1</b>	Influence de la nature de la couverture végétale sur le ruissellement	<b>04</b>
<b>2</b>	Formes d'incision dues à l'érosion linéaire	<b>10</b>
<b>3</b>	Formation lithologique du bassin versant Meffrouche	<b>27</b>
<b>4</b>	Formation d'occupation du sol du bassin versant Meffrouche	<b>29</b>
<b>5</b>	Donnée géographique de la station météorologique retenue	<b>31</b>
<b>6</b>	Précipitations moyennes mensuelles et annuelles du Meffrouche	<b>32</b>
<b>7</b>	Régimes saisonniers pour la station de Meffrouche	<b>33</b>
<b>8</b>	Température moyenne mensuelle et annuelle de la station Meffrouche	<b>33</b>
<b>9</b>	Valeur du Q2 et étage bioclimatique pour la station de Meffrouche	<b>36</b>
<b>10</b>	Évolution de la densité de la population	<b>37</b>
<b>11</b>	Évolution de la population dans les monts de Tlemcen	<b>37</b>
<b>12</b>	Représentation des différentes cartes « couches d'information géographiques » et leurs données descriptives	<b>42</b>
<b>13</b>	Caractéristiques de forme pour le bassin versant Meffrouche	<b>50</b>
<b>14</b>	Répartition hypsométrique du bassin versant Meffrouche	<b>51</b>
<b>15</b>	Répartition altimétrique du bassin versant de Meffrouche	<b>54</b>
<b>16</b>	Classification du relief selon <b>Ig</b> par O.R.S.T.O.M.	<b>56</b>
<b>17</b>	Classification du relief selon <b>Ds</b> par O.R.S.T.O.M.	<b>57</b>
<b>18</b>	Récapitulation des paramètres morphométriques (de forme et de reliefs) du bassin versant de Meffrouche.	<b>58</b>
<b>19</b>	Classification du réseau hydrographique du bassin selon Strahler (1957) dans le bassin Meffrouche	<b>61</b>

<b>20</b>	Classification des rapports de longueurs.	<b>62</b>
<b>21</b>	classification du rapport de confluence	<b>63</b>
<b>22</b>	Nombre de thalwegs d'ordre 1 et la surface du bassin Meffrouche	<b>65</b>
<b>23</b>	Récapitulation des paramètres hydrographiques du bassin Meffrouche	<b>67</b>
<b>24</b>	Proposition des actions d'aménagement anti-érosif intégré dans le périmètre du bassin versant de Meffrouche.	<b>68</b>
<b>25</b>	Consistances des seuils.	<b>77</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>N° Figures</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>1</b>	Schéma explicatif de la relation entre le battage du sol et l'érosion	<b>05</b>
<b>2</b>	Érosion, Transport et Dépôt des particules en fonction de la vitesse du courant et du diamètre des particules	<b>06</b>
<b>3</b>	Type des ravines	<b>11</b>
<b>4</b>	Forme d'érosion de ravinement (A : Erosion régressive, B : phénomène de tunneling, C : érosion hydrique en ravines (badlands))	<b>12</b>
<b>5</b>	Photo montrant la forme des seuils (A : en pierre sèche, B : en maçonnerie, C : en gabion)	<b>16</b>
<b>6</b>	Méthodes de conservation biologiques : (A : seuils antiérosifs en bois. B : plantation de cactus (Opuntia))	<b>16</b>
<b>7</b>	Terrassements avec murettes	<b>17</b>
<b>8</b>	La banquette antiérosive fruitière dans le moyen atlas marocain	<b>18</b>
<b>9</b>	Réseau hydrographique du bassin versant de la Tafna	<b>20</b>
<b>10</b>	Situation géographique du bassin versant Meffrouche	<b>21</b>
<b>11</b>	Photo montrant une vue générale sur le Barrage Meffrouche	<b>23</b>
<b>12</b>	Carte des pentes du Bassin Versant Meffrouche	<b>24</b>
<b>13</b>	Carte d'exposition du Bassin Versant du Meffrouche	<b>25</b>
<b>14</b>	Carte lithologique du bassin versant Meffrouche	<b>28</b>
<b>15</b>	Carte d'occupation de sol du bassin versant Meffrouche	<b>30</b>
<b>16</b>	Précipitations moyennes mensuelles et annuelles la station de Meffrouche (1975-2012)	<b>32</b>
<b>17</b>	Températures moyennes mensuelles pour la station de Meffrouche	<b>34</b>
<b>18</b>	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953)	<b>35</b>
<b>19</b>	Climagramme pluviothermique d'Emberger	<b>36</b>

<b>20</b>	Digitalisation de la carte des travaux de correction torrentielle et des propositions d'aménagements à l'aide du logiciel Map-info 8.0.	<b>44</b>
<b>21</b>	La mise en page de la carte du réseau hydrographique à l'aide du logiciel Map-info 8.0.	<b>45</b>
<b>22</b>	Délimitation du bassin versant sur Google earth	<b>46</b>
<b>23</b>	Réalisation de la carte du réseau hydrographique à l'aide du logiciel Map-info 8.0.	<b>47</b>
<b>24</b>	Réalisation de la carte hypsométrique à l'aide du logiciel vertical mapper- Map info 8.0.	<b>48</b>
<b>25</b>	Rectangle équivalent du bassin versant de Meffrouche	<b>51</b>
<b>26</b>	Courbe hypsométrique du bassin versant de Meffrouche.	<b>52</b>
<b>27</b>	Courbe hypsométrique du bassin versant de Meffrouche	<b>53</b>
<b>28</b>	Réseau hydrographique du bassin versant du barrage de Meffrouche	<b>60</b>
<b>29</b>	Droite représentative du rapport des longueurs moyennes en fonction de l'ordre des talwegs	<b>62</b>
<b>30</b>	Droite représentative du nombre de Thalwegs en fonction de l'ordre	<b>64</b>
<b>31</b>	Carte des propositions d'aménagement anti-érosif intégré dans le bassin versant de Meffrouche.	<b>69</b>
<b>32</b>	Céréaliculture dans le sens inverse des courbes de niveau « périmètre du bassin versant Meffrouche »	<b>71</b>
<b>33</b>	Plantation fruitière sur des terrains agricoles « Périmètre du bassin versant Meffrouche, Terny »	<b>72</b>
<b>34</b>	Type de banquettes à profil normal	<b>74</b>
<b>35</b>	Érosion par ravinement, avec présence des pierres sèches « BV. Meffrouche »	<b>76</b>
<b>36</b>	Zones à matorral dégradé situées en amont du barrage Meffrouche « zones à reboisés »	<b>79</b>
<b>37</b>	Zone forestière concernée par les travaux sylvicoles « Bassin versant Meffrouche »	<b>81</b>
<b>38</b>	Le pâturage dans la zone du bassin versant de Meffrouche	<b>82</b>

## SOMMAIRE

DEDICACES .....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME .....	iv
LISTE DES ACRONYMES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX .....	vii
LISTE DES FIGURES .....	ix
SOMMAIRE .....	xi

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>01</b>
------------------------------------	-----------

### CHAPITRE I - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. DÉFINITION D'ÉROSION .....	03
2. FACTEURS DE L'ÉROSION .....	03
2.1. Activités humaines .....	04
2.2. Régression du couvert végétal .....	04
2.3. Facteurs climatiques .....	04
2.3.1. Précipitations .....	04
2.3.2. Ruissellement .....	05
2.4. Facteurs géomorphologiques et hydrologiques .....	06
2.4.1. Morphologie du terrain .....	06
2.4.1.1. Déclivité de la pente .....	06
2.4.1.2. Longueur de la pente .....	06
2.4.1.3. Forme de la pente .....	07
2.4.2. Sol .....	07
3. LES DIFFÉRENTES FORMES D'ÉROSION.....	07
3.1. Érosion éolienne.....	07

3.2. L'érosion géologique (ou naturelle, ou normale) .....	08
3.3. L'érosion Accéléré (ou anthropique) .....	08
3.4. L'érosion mécanique sèche ou aratoire .....	08
3.5. L'érosion hydrique.....	08
3.5.1 Érosion en nappe.....	09
3.5.2. Erosion linéaire, en griffes ou en rigoles .....	10
3.5.3. Le ravinement.....	10
4. CONSEQUENCES DE L'ÉROSION HYDRIQUE.....	12
4.1. Diminution de la fertilité des sols.....	12
4.2. Envasement des barrages .....	13
4.3. La perte de la surface cultivable.....	13
4.4. Influence sur le régime des eaux.....	13
4.5. La dégradation des routes et des talus.....	13
5. APERÇU SUR LES STRATEGIES DE CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL.....	13
6. AMÉNAGEMENTS ANTIEROSIFS.....	15
6.1. Les Terrasses.....	17
6.2. Les murettes.....	17
6.3. Les banquettes.....	17

## **CHAPITRE II - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE .....	19
1.1. Localisation de la zone du BV Meffrouche.....	20
1.2. Aperçu historique du barrage.....	21
1.2.1. Raison de la construction .....	22
2. PRESENTATION DES FORMES DE RELIEF ET DE RÉSEAU HYDROGRAPHIE...23	
2.1. Relief.....	23
2.1.1. Les pentes .....	24

2.1.2. Exposition .....	25
2.2. Réseau hydrographie .....	26
3. CARACTERISTIQUES PÉDO-GÉOLOGIQUES .....	26
3.1. Lithologie de la région .....	26
3.2. Pédologie de la région .....	28
4. OCCUPATION DU SOL .....	29
5. ÉTUDE CLIMATIQUE DE LA ZONE D'ETUDE .....	30
5.1. Les Facteurs climatiques .....	31
5.1.1. Précipitation .....	31
5.1.1.1. Régime saisonnier des précipitations .....	32
5.1.2. Températures.....	33
6. LA SYNTHÈSE BIOCLIMATIQUE .....	34
6.1. Diagramme Ombro-thermique de <b>Bagnouls et Gausson (1953)</b> .....	34
6.2. Quotient pluviothermique et climagramme <b>d'Emberger</b> .....	35
7. DONNEES SOCIOECONOMIQUE .....	37
7.1. Évolution de la population .....	37
7.2. Espace Agricole.....	37
7.2.1 Cultures herbacées .....	37
7.2.2 Cultures pérennes .....	38
7.3. Espace forestier.....	38
7.4. Élevage.....	38

## **CHAPITRE III - MATERIELS ET METHODES**

1. METHODOLOGIE .....	39
1.1. Cartographie par le SIG .....	40
1.1.1. Différents modes d'un SIG.....	40
1.1.1.1. Mode objet (structure vecteur) .....	40

1.1.1.2. Mode image (structure raster).....	40
1.2. Carte thématique .....	41
1.2.1. Étapes de réalisation des cartes thématiques.....	41
1.2.1.1 Création d'une base de données cartographique SIG .....	41
1.2.1.2 Acquisition des données : Choix de l'image .....	41
1.2.1.3. Numérisation.....	43
1.2.1.4. Géoréférencement .....	43
1.2.1.5. Digitalisation .....	43
1.2.1.6. La mise en page .....	44
2. LES LOGICIELS UTILISENT .....	45
2.1. Logiciel Google Earth .....	45
2.2. Le logiciel MAP-INFO professionnel .....	46
2.3. Logiciel Vertical Mapper (VM) et MNT .....	47
2.4. Modèle numérique du terrain (MNT) .....	48

## **CHAPITRE IV - RESULTATS DES PARAMETRES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT**

1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT DE MEFFROUCHE...	49
1.1. Forme du bassin versant .....	49
1.2. Notion du rectangle équivalent .....	49
1.2.1. Longueur du rectangle équivalent .....	50
1.2.2. Largeur du rectangle équivalent .....	50
1.3. Relief .....	51
1.3.1 Courbe hypsométrique .....	51
1.3.2. Altitudes caractéristiques.....	53
1.3.2.1 Altitudes maximale et minimale.....	53
1.3.2.2 Altitude moyenn.....	53

1.3.2.3	Altitude médiane.....	54
1.3.3.	Pente moyenne du bassin versant.....	55
1.3.4.	Indice de pente global .....	55
1.3.5.	Indice de pente de ROCHE.....	56
1.3.6.	Dénivelé spécifique .....	56
2.	RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	59
2.1.	Fréquence des cours d'eau (Fc) .....	61
2.2.	Rapport des longueurs (R <sub>L</sub> ).....	61
2.3.	Rapport de confluence (R <sub>c</sub> ) .....	63
2.4.	Densité de drainage (D <sub>d</sub> ) .....	64
2.5.	Coefficient de torrentialité (C <sub>t</sub> ) .....	65
2.6.	Temps de concentration (T <sub>c</sub> ).....	66

## **CHAPITRE V - PROPOSITION D'AMENAGEMENT**

1.	INTRODUCTION.....	68
2.	TRAVAUX AGRICOLES .....	70
3.	L'ARBORICULTURE .....	71
3.1.	Terrain à planter .....	72
3.2.	Choix des espèces.....	72
3.3.	Préparation de la plantation .....	73
3.4.	Entretien après plantation.....	73
4.	LA CONSTRUCTION DE BANQUETTE .....	73
4.1.	Type de banquette proposée.....	73
4.2.	L'entretien de banquette.....	74
4.3.	Travaux complémentaires .....	74
5.	CORRECTION TORRENTIELLE.....	75

5.1. Introduction .....	75
5.2. Procédé mécanique.....	75
5.2.1. Type de seuils.....	75
5.2.2. Forme .....	77
5.2.3. Règles fondamentales pour l'exécution .....	77
a. Hauteur des seuils.....	77
b. Nombre des seuils.....	77
c. L'écartement entre les seuils.....	78
d. Fondation .....	78
5.3. Procédés biologiques.....	78
5.3.1. Objectifs.....	78
5.3.2. Choix des espèces.....	78
6. REBOISEMENT.....	79
6.1. Zone à traiter .....	79
6.2. Objectif du reboisement .....	79
6.3. Espèces proposées .....	80
6.4. Technique de plantation.....	80
6.4.1 L'ouverture de potets .....	80
6.5. Travaux d'entretien .....	80
6.5.1. Arrosage.....	80
6.5.2. Regarni.....	80
6.5.3. Binage.....	80
6.5.4. Gardiennage.....	80
7. TRAVAUX SYLVICOLES .....	80

7.1. L'élagage .....	81
7.2. L'éclaircie .....	81
8. AMENAGEMENT DU PARCOURS .....	81
9. LA SENSIBILISATION ET L'IMPLICATION DE LA POPULATION.....	82
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>83</b>

## INTRODUCTION GENERALE

L'érosion des sols et la dégradation des terres constituent un processus de détérioration continu des ressources qui concerne, avec des intensités diverses, une grande partie du territoire national. Ces fléaux intéressent essentiellement les zones montagneuses pour l'érosion hydrique et les zones arides pour l'érosion éolienne; les zones continentales et littorales souffrent des problèmes particuliers d'ensablement (**Achaach et Ait rami, 2014**).

Selon **Remini et Remini (2003)**, L'érosion hydrique est très répandue dans l'Afrique du Nord, la majorité des bassins versants étant caractérisée par de fortes dégradations spécifiques dépassant 2000 tonnes/km<sup>2</sup>/an, ce qui entraîne un envasement moyen annuel des retenues des barrages à raison de 125 millions de m<sup>3</sup>.

La dégradation du couvert végétal et l'utilisation irrationnelle des terres par l'homme sont les facteurs générateurs d'érosion, un des graves problèmes que connaît actuellement l'Algérie. La généralisation et l'extension de ce phénomène revêtent des aspects inquiétants, voire catastrophiques ; elles se soldent par la perte annuelle de 40.000 ha de terre arable (**Greco, 1966**) et l'envasement accéléré des barrages.

En Algérie, les conséquences de l'érosion hydrique sont désastreuses et spectaculaires, offrant un paysage nu et sillonné par un ravinement intense, menaçant les sols et les terrains cultivés. L'érosion, phénomène très complexe, lié à des facteurs naturels et anthropiques difficilement maîtrisables, évolutif aussi bien dans l'espace que dans le temps, affecte beaucoup les infrastructures hydro agricoles, de telle sorte qu'il est parfois quasiment impossible d'y remédier. Avec une érosion spécifique moyenne annuelle variant entre 2000 et 4000 tonnes/km<sup>2</sup>, l'Algérie se classe parmi les pays les plus érodables du monde (**Demmak, 1982**).

Face à ce fléau, l'Algérie depuis l'indépendance a entrepris plusieurs programmes de grands travaux envergure visant à lutter contre l'érosion et la dégradation du sol par des aménagements anti-érosifs appropriés (reboisement, correction torrentielle, barrières vertes, fixation des berges, banquettes, etc.). Tous ces aménagements présentent un objectif de remédier le problème de la dégradation des écosystèmes dans les montagnes et l'envasement des barrages.

Le bassin versant de Meffrouche fait partie du grand bassin versant de Tafna, situé dans le territoire de la commune de Terny, village Meffrouche ; il est actuellement menacé par le phénomène d'érosion hydrique. Dans cette région, on trouve le barrage de Meffrouche qui est considéré parmi les plus importants de la wilaya de Tlemcen puisqu'il alimente une partie de la ville de Tlemcen en eau potable avec une capacité de 13 m<sup>3</sup>. À cet effet, il serait dangereusement menacé par l'envasement si des mesures de conservation des sols et de lutte contre l'érosion ne sont pas effectuées rapidement.

Dans ce travail nous aborderons l'analyse des facteurs de l'érosion ainsi que les différents paramètres morphométriques concernant le bassin versant de Meffrouche permettant de caractériser les principaux facteurs naturels intervenant dans les processus de l'écoulement superficiel et de l'érosion hydrique.

Ainsi, une analyse cartographique combine certains paramètres du milieu notamment la pente du terrain avec l'occupation du sol nous permettra de dresser une carte finale afin de suggérer des propositions des travaux anti-érosifs dans le cadre d'un aménagement intégré visant la protection du bassin versant de Meffrouche contre toute forme de dégradation des sols et l'envasement de son barrage. Pour réaliser cette étude, nous avons traité les chapitres suivants :

Dans le chapitre I, nous avons présenté un aperçu bibliographique sur le phénomène d'érosion. Le chapitre II, est réservé pour la présentation de la zone d'étude (le bassin versant de Meffrouche). La méthodologie du travail qui consiste à décrire notre bassin versant et faire la partie cartographique sera abordée dans le chapitre III. Le résultat et l'interprétation sont donnés dans le chapitre IV. Enfin, une proposition d'aménagement anti-érosif sera présentée dans le chapitre V.

---

# **CHAPITRE I**

## **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## 1. DÉFINITION D'ÉROSION

Érosion vient de « ERODER » verbe latin qui signifie « ronger » (**Roose, 1994**), d'où l'interprétation pessimiste de certains auteurs qui décrivent l'érosion comme une lèpre qui ronge la terre jusqu'à ne laisser qu'un squelette blanchi: Les montagnes calcaires qui entourent la Méditerranée illustre bien sûr processus de deux chargements des montagnes quand les différents et que l'on brûle leur mère végétation.

En réalité, c'est un processus naturel qui certes, abaisse toutes les montagnes (d'où le terme de «dénudation rate » vitesse d'abaissement du sol des géographes en anglophones) mais en même temps l'érosion engraisse les vallées, forme les riches plains qui nourrissent une bonne partie de l'humanité. Il n'est donc pas forcément souhaitable d'arrêter toute érosion, mais de la réduire à un niveau acceptable tolérable. (**Mazour, 2004**).

En Agronomie, l'érosion est ressentie comme le phénomène responsable de chute de rendement lorsque ces dernières ne sont pas expliquées par les facteurs de production (eau, travail du sol...) ou par les facteurs parasitaires.

En foresterie, elle est considérée comme le facteur responsable de la disparition de couvert végétal par le biais de décapage de sol. Le sens du mot érosion est alors souvent réduit à l'expression érosion hydrique et notamment au ruissellement. (**Lefay, 1986**).

L'érosion n'est pas la cause de la dégradation, mais le signe d'un profond déséquilibre entre le milieu et son mode de gestion, cependant une fois déclenchée, l'érosion accélère la dégradation du sol soumis à l'énergie cumulée des gouttes de pluie du ruissellement et de la gravité.

La dégradation des sols est antérieure à l'érosion et se fait sur place: Ses causes sont multiples (déséquilibre du bilan organique ou minéral, salinisation, surpâturage, tassement par la motorisation).

Plus simplement l'érosion est l'usure de la partie superficielle de l'écorce terrestre (**Gréco, 1966**).

## 2. FACTEURS DE L'ÉROSION

Avant d'adopter l'une ou l'autre des méthodes de lutte antiérosive, il est souhaitable de revenir aux causes de l'érosion et aux facteurs qui en modifient l'expression.

Les paramètres de l'érosion sont les différentes informations qui peuvent permettre de caractériser les facteurs de l'érosion. Par exemple, la pente est un paramètre pouvant caractériser le facteur topographie, de même que la dénivelée, l'altitude moyenne, etc. Ainsi, pour caractériser l'influence du climat, l'énergie cinétique cumulée des pluies serait probablement le paramètre le plus pertinent, mais il n'est pas disponible, et on retiendra donc les hauteurs de pluie cumulée, pondérées par une information sur l'intensité des précipitations.

L'érosion résulte de l'interaction des facteurs suivants :

## 2.1. Activités humaines

L'homme, qui par des pratiques inadaptées sur les versants, est le facteur principal conditionnant l'intensité de l'érosion. Les défrichements qu'il opère sur les forêts et les parcours naturels, le surpâturage, la mise en culture sans précaution des terres susceptibles à l'érosion en pente, les labours mécanisés dans le sens des grandes pentes et la non-restitution au sol de ses éléments nutritifs enlevés par les cultures facilitent le ruissellement et par conséquent l'érosion et ses effets indésirables pour l'environnement et pour l'économie.

## 2.2. Régression du couvert végétal

L'absence du couvert végétal expose le sol à l'action directe des gouttes de pluie. Or, ce ne sont pas les cimes qu'il faut regarder pour savoir si les arbres protègent efficacement les sols, c'est plutôt la végétation au sol et la litière.

Les arbres forestiers ou les plantes cultivées protègent le sol contre l'érosion hydrique. En effet, celles-ci protègent le sol de l'action des gouttes de pluie et les racines maintiennent en place les particules emprisonnées dans un réseau racinaire dense qui accroît ainsi la résistance du sol au cisaillement et limite l'incision.

Donc la couverture végétale est un facteur primordial de protection du sol contre l'érosion.

En d'autres termes, l'action protectrice de la couverture végétale contre le ruissellement dépend de type de végétation installé sur le sol. Un exemple de cet effet protecteur est illustré par les données consignées sur le Tableau 1.

**Tableau 1.** Influence de la nature de la couverture végétale sur le ruissellement.

Nature de couvert végétale	Ruissèlement
Forêt	2%
Prairies	5%
Culture de Blé	25%
Culture de Mais	50%

Source (Web1)

## 2.3. Facteurs climatiques

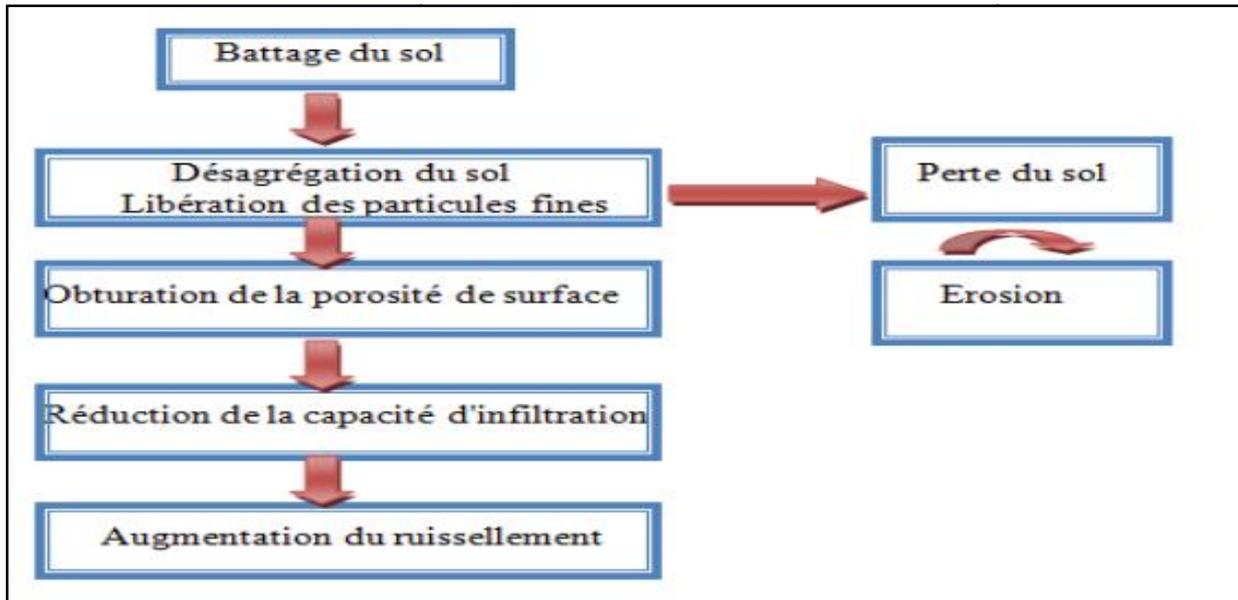
Le Climat constitue la cause et la source d'énergie érosive. Ce sont les gouttes de pluie et les eaux de ruissellement sur les terrains en pente et les vents violents qui détachent et entraînent les particules terreuses.

### 2.3.1. Précipitations

Les paramètres pluie liés à l'érosion sont:

L'intensité est le facteur principal de l'érosion, en effet plus l'intensité est grande, plus l'effet de battage du sol est prononcé (Fig. 1).

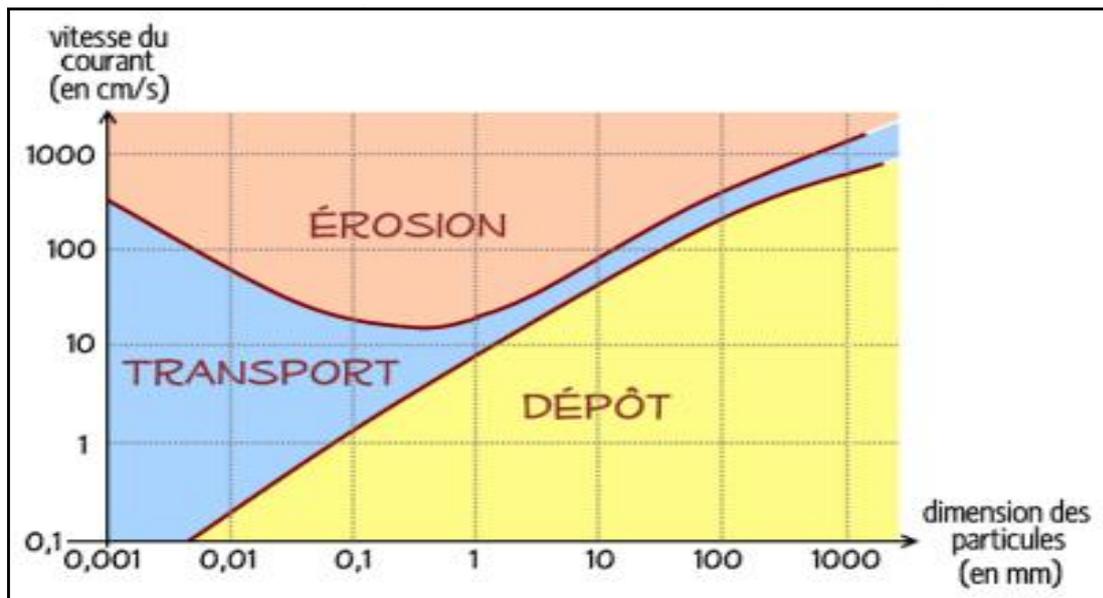
La hauteur des précipitations est peu liée à l'importance de l'érosion.



**Figure 1.** Schéma explicatif de la relation entre le battage du sol et l'érosion (Achaach et Ait rami, 2014).

### 2.3.2. Ruissellement

L'eau ruisselle sur le sol sous forme d'une lame d'eau en filets diffus ou en écoulement concentré. Elle exerce sur le sol une force de cisaillement qui arrache les particules puis les transporte. Les conditions d'arrachement, de transport et finalement de dépôt dépendent de la vitesse du courant et de la taille des particules. Il existe ainsi pour un sol donné une vitesse critique d'arrachement et une vitesse limite au-dessous de laquelle les particules sédimentent (Fig. 2).



**Figure 2.** Érosion, Transport et Dépôt des particules en fonction de la vitesse du courant et du diamètre des particules (Achaach et Ait rami, 2014).

## 2.4. Facteurs géomorphologiques et hydrologiques

La géomorphologie du terrain : conditionne la gravité de l'érosion. En effet, à petite échelle, on note que la rugosité de la parcelle explique les pertes du sol. Quant à grande échelle, c'est le relief du bassin versant qui conditionne l'importance des dégâts occasionnés par l'érosion hydrique.

L'érodibilité d'un sol, définie comme étant la vulnérabilité du sol à l'érosion dans des circonstances précises, est fonction de la perméabilité de la surface du sol. En effet, les sols issus de roches tendres (marnes et schistes feuilletés) sont généralement imperméables et très sensibles à l'érosion.

### 2.4.1. Morphologie du terrain

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

#### 2.4.1.1. Déclivité de la pente

La pente est un facteur important d'érosion. Le ruissellement et l'érosion commencent sur des pentes faibles (1 à 2 %), l'érosion augmente ensuite avec la pente. La déclivité du versant n'augmente pas toujours le ruissellement, lequel peut être très forte sur des pentes faibles. Par contre, la charge solide et l'érosion augmentent de façon exponentielle et l'exposant peut varier de 1,2 à plus de 2, si le sol est mal couvert (Roose, 1990).

#### 2.4.1.2. Longueur de la pente

En principe, plus la pente est longue, plus le ruissellement s'accumule, prend de la vitesse et de l'énergie et plus l'érosion s'intensifie.

Il semble que l'influence de la longueur de pente est d'autant plus importante que le ruissellement a la possibilité de se concentrer. Par contre, l'influence est probablement nulle en absence du ruissellement et le splash est le seul processus actif.

### 2.4.1.3. Forme de la pente

Une pente donnée a tendance à devenir de plus en plus concave parce que les produits arrachés au sommet s'accumulent en bas de la pente. Cette évolution est parfois sensible et se traduit parfois par une diminution de l'érosion au cours du temps. Ainsi, une rupture de pente concave favorise le dépôt, à moins qu'elle ne facilite la concentration, alors qu'une rupture de pente convexe se traduit par un accroissement de la vitesse d'écoulement et de la contrainte de cisaillement exercée sur le sol si l'eau n'est pas dispersée.

### 2.4.2. Sol

En plus des facteurs favorisant le ruissellement, l'entraînement des particules du sol est facilité par les caractères du sol comme : sa texture, sa minéralogie, sa stabilité structurale et la matière organique qu'il contient. Les sols limoneux et limono-sableux sont les plus sensibles à l'érosion et à la battance, alors que les sols argileux plus fins résistent mieux à l'action du cisaillement par l'eau de ruissellement. Le détachement des particules est important pour des tailles de grains compris entre 63 et 250  $\mu\text{m}$ .

## 3. LES DIFFÉRENTES FORMES D'ÉROSION

Depuis l'origine de la terre, l'érosion façonne les reliefs construits les plaines, lesquelles nourrissent la majorité de la population du monde. L'érosion est caractérisée par l'arrachement, le transfert et la sédimentation des particules par l'eau, le vent est la gravité.

### 3.1. Érosion éolienne

Le vent exerce sur les particules solides au repos une pression sur la surface exposée au flux d'air, appliquée au-dessus du centre de gravité, auquel s'oppose un frottement centré sur la base des particules. Ces deux forces constituent un couple tendant à faire basculer et rouler les particules lourdes (0,5 à 2 mm), de plus, la différence de vitesse entre la base et le sommet des particules provoque leur aspiration vers le haut. Les particules les plus légères s'élèvent à la verticale jusqu'à ce que le gradient de vitesse ne les porte plus. Elles retombent alors, poussées par le vent, suivant une trajectoire subhorizontale. En retombant, ces grains de sable transmettent leur énergie à d'autres grains de sable (comme dans un jeu de boules) ou se dégradent les agrégats limono-argileux en dégageant de la poussière (**Heusch, 1988**).

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétal. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (**Le houero, 1995**).

L'érosion éolienne prend de l'importance en Afrique de l'Ouest dans les zones tropicales sèches, là où la pluviosité annuelle est inférieure à 600 mm, où la saison sèche s'étend sur plus de six mois et où la végétation de type steppique laisse de larges plaques de sol dénudé. Ailleurs, elle peut aussi se développer dans des conditions de préparation du sol qui amènent une pulvérisation importante des matériaux superficiels secs.

### 3.2. L'érosion géologique (ou naturelle, ou normale)

C'est un processus évitable qui se traduit par l'érosion des terres dans leur milieu naturel sans l'influence de l'homme.

Ce processus d'érosion n'empêche pas le processus de la formation du sol. Cette érosion a pour conséquence: La salinisation des mers suite aux transports des sols solubles vers La mer, la sédimentation, la torrencialité.

### 3.3. L'érosion Accélééré (ou anthropique)

C'est un phénomène provoqué par une perturbation de l'équilibre naturel dont l'eau et le vent sont les facteurs essentiels auxquels s'ajoute l'homme avec ses pratiques inappropriées qui seront le principal agent de la détérioration de 20 % des sols cultivables du monde (**Soltner, 1999**).

Si l'érosion géologique peut entraîner des pertes de terre de l'ordre de 10 à 100 t/km<sup>2</sup>/an, l'érosion accélérée cause des pertes en terre 10a 1000 fois plus fortes (**Roose, 1973**).

### 3.4. L'érosion mécanique sèche ou aratoire

Ce phénomène, très peu connu, très peu quantifié n'est pas dû à l'intervention de l'eau ni à celle du vent. Mais c'est le résultat des pressions répétitives exercées par la simple poussée des instruments aratoires provoquant le décapage des horizons superficiels du haut des pentes.

Ce qui a pour effet de transporter des masses de terre vers L'aval des toposéquences où elles vont s'accumuler soit en talus en bordure des parcelles ou en colluvions concaves de texture peu différente des horizons d'origine.

Une simple structure perméable comme une bande enherbée, une ligne d'arbres un cordon de pierre ou des murettes permet de structurer un versant de ralentir et de dissiper l'énergie du ruissellement.

### 3.5. L'érosion hydrique

L'érosion hydrique des terres est un processus impliquant le détachement des particules de sol puis leur transport sous l'action de l'eau vers un lieu de dépôt.

L'élément déclencheur de ce type d'érosion est la pluie, qui provoque le détachement des particules élémentaires du sol. **Wischmeier et Smith, 1965** indique que l'équation universelle des pertes de sol regroupe toutes les variables sous cinq facteurs majeurs. Elle s'exprime par :

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Avec :

**A** : Taux de perte en sol (**t.ha-1.an-1**).

**R** : Erosivité de la pluie.

**K** : Erodibilité du sol.

**LS** : Facteur topographique intégrant à la valeur et la longueur de pente.

**C** : Facteur de protection du sol par la couverture végétale.

**P** : Facteur exprimant la protection du sol par les pratiques agricoles.

Il existe plusieurs types (formes) de l'érosion hydrique :

### 3.5.1 Érosion en nappe

Elle est caractérisée par une eau de ruissellement sans griffes ou rigoles visibles. Sous l'effet de l'impact des gouttes de pluie (effet splash), les particules sont arrachées et transportées. Ce phénomène est observé sur les pentes faibles où l'eau ne peut pas se concentrer.

Dans un premier temps, c'est l'impact des gouttes qui va arracher les particules. La battance des gouttes de pluie va envoyer des gouttelettes dans toutes les directions.

Seulement, sous l'effet de la gravité les gouttelettes auront une vitesse plus importante vers l'aval que vers l'amont. Si l'on réalise une moyenne sur l'ensemble des gouttelettes, la vitesse sera dirigée de l'amont vers l'aval. À partir de là, il y aura formation de flaques et débordement de l'eau non infiltrée d'une flaque à l'autre ce qui entraînera un ruissellement en nappe.

L'érosion en nappe dépend de :

- . L'intensité maximale des pluies qui déclenchent le ruissellement.
- . L'énergie cinétique des pluies qui détachent les particules.
- . La durée des pluies et/ou l'humidité avant les pluies, c'est-à-dire l'état du sol.

Les signes qui permettent de caractériser l'érosion en nappe sont l'apparition de plages de couleur claire aux endroits les plus décapés et la remontée de cailloux à la surface du sol, les conséquences de l'érosion en nappe sont :

- . Le nivellement de la surface du sol.
- . La squelettisation des horizons superficiels.
- . Le décapage entraînant l'apparition de taches claires.

### 3.5.2. Erosion linéaire, en griffes ou en rigoles

Lorsque l'intensité des pluies dépasse la capacité d'infiltration de la surface du sol, il se forme d'abord des flaques, ensuite ces flaques communiquent par des filets d'eau et lorsque ces filets d'eau ont atteint une certaine vitesse, 25 cm par seconde d'après **Hjulström (1935)**, ils acquièrent une énergie propre qui va créer une érosion limitée dans l'espace par des lignes d'écoulement. Cette énergie n'est plus dispersée sur l'ensemble de la surface du sol, mais elle se concentre sur des lignes de plus forte pente. L'érosion linéaire est donc un indice que le ruissellement s'est organisé, qu'il a pris de la vitesse et acquis une énergie cinétique capable d'entailler le sol et d'emporter des particules de plus en plus grosses : non seulement des argiles et des limons comme l'érosion en nappe sélective, mais des graviers ou des cailloux et même des blocs. L'érosion linéaire est exprimée par tous les creusements linéaires qui entaillent la surface du sol suivant diverses formes et dimensions (griffes, rigoles, ravines, etc.).(Tab.2), montre les différentes formes de l'érosion linéaire :

**Tableau 2.** Formes d'incision dues à l'érosion linéaire.

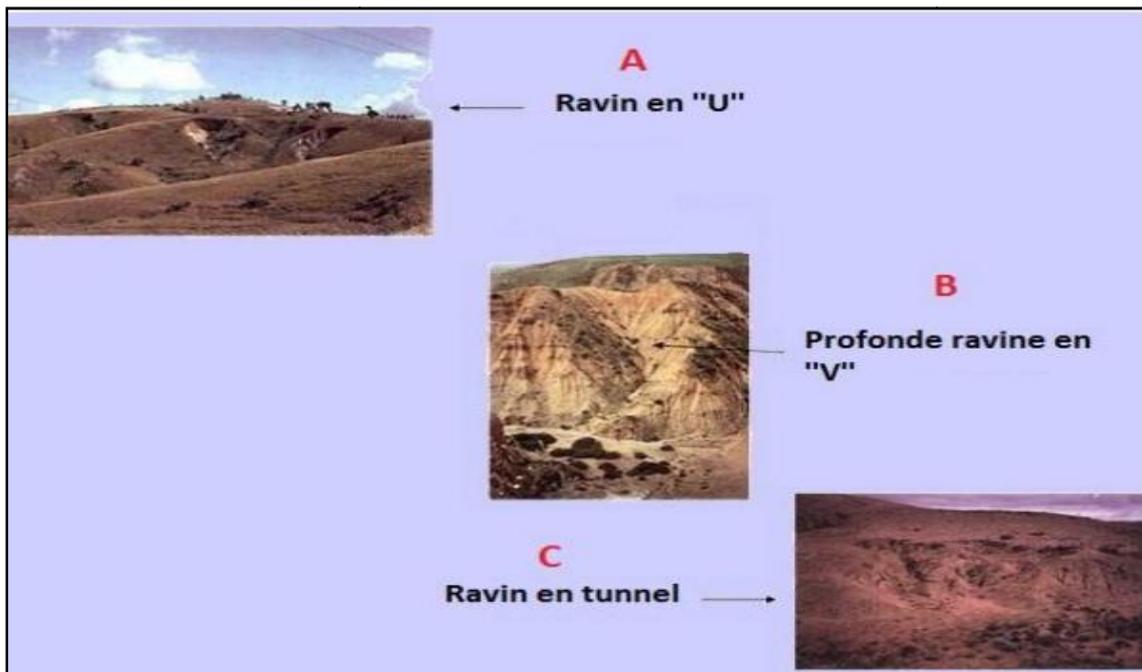
Formes	Tracé	Longueur	Largeur	Profondeur
Griffe	Sinueux	< 1 m	< 10 cm	5-6 cm
Rill	Rectiligne	Centaine de m	10-20 cm	5-10 cm
Rigole	Sinueux	Dizaine de m	5-70 cm	10- 30 cm
Ravine	Peu sinueux	Centaine de m	50cm à 1 m	30-50 cm
Petit ravin	Peu sinueux	Centaine de m	50 cm à 1m	50-200 cm

Source (Web1)

### 3.5.3. Le ravinement

C'est un processus d'érosion dans lequel l'eau s'accumule dans des billons et dans des périodes très courtes emporte le sol des sillons et creuse des ravins de profondeur variables, allant d'environ 0.3 à 30m.

Les ravins et les ravines sont liés les uns aux autres par des crêtes, aux versants généralement dénudés provoquent un affleurement de la roche mère d'où le stade ultime du ravinement.



**Figure 3.** Type des ravines (Web1)

Selon **Roose, (1994)** plusieurs types de ravinement peuvent être distingués :

Dans la nature, on observe le plus souvent des ravines en forme de V qui sont creusées dans un matériau homogène, plus ou moins meuble, sablo-argileux; argileux, marneux ou schisteux. Les versants de ces ravines évoluent par altération de la roche: en saison froide par alternance de gelées et de soleil, en saison chaude, par alternance de périodes sèches et d'averses. La lutte antiérosive va donc s'attacher à stopper le surcreusement du fond de la ravine et à rétablir la pente d'équilibre sur les versants.

Un deuxième type de ravines en U s'observe fréquemment dans la nature sur des matériaux hétérogènes, ou sur un fond constitué de matériaux très résistants. Lors des crues exceptionnelles, le canal va s'élargir latéralement par effondrement. Soit, la couche de résistance se trouve en surface, le ruissellement creuse alors profondément le matériau jusqu'à atteindre une nappe d'eau temporaire ou permanente qui va exercer une poussée latérale sur le bas du versant jusqu'à ce que celui-ci s'effondre (sapement de berges). Ici il sera nécessaire de fixer le fond de la ravine, de retenir les sédiments jusqu'à obtenir une pente d'équilibre des versants.

Lorsqu'un phénomène d'érosion se propage de l'aval vers l'amont, c'est-à-dire dans le sens inverse de l'écoulement de l'eau on parle de l'érosion régressive.

Il existe d'autres formes de ravinement encore plus difficile à traiter: l'érosion en tunnel (tunneling) ou érosion par suffusion qui est due à une infiltration importante des eaux qui crée un rongement interne des terrains, aboutissant à des ravines par effondrement ou affaissement. Elle peut se développer sur des pentes faibles, dans un matériau fissuré en surface, soit sur des sols riches en argiles gonflantes (vertisols, sols bruns tropicaux, etc.) soit sur des marnes riches en gypse ou en d'autres minéraux solubles.

Terre inaccessible (badlands) : À travers la formation de ravines, le terrain peut évoluer en badlands rendant impossible tout accès à la terre.



**Figure 4.** Forme d'érosion de ravinement (A : Erosion régressive, B : phénomène de tunneling, C : érosion hydrique en ravines (badlands). (Photo A: Web 2. Photo B: Boughalem M, 2013. Photo C: Web 3).

#### 4. CONSEQUENCES DE L'ÉROSION HYDRIQUE

L'érosion hydrique provoque plusieurs conséquences dont les plus importantes sont :

##### 4.1. Diminution de la fertilité des sols

- D'un côté physique, la perméabilité du sol déçoit, la structure devient compacte et asphyxiante en saison humide, l'eau ne pénètre pas en profondeur, aucune réserve ne se constitue dans le sol pour la saison sèche.
- D'un côté biologique et chimique le manque d'humus a causé la disparitions de la faune et la microflore du sol, ce qui a pour effet la diminution de la nutrition azotée.

**4.2. Envasement des barrages**

L'envasement des barrages est considérable et intéresse particulièrement tous les réservoirs du pays. À titre d'exemple, on évalue à 60 % le taux moyen d'envasement de cinq barrages en 35 années. Le comblement de ces barrages a été la cause de la transformation spectaculaire des périmètres agricoles et du rationnement de l'eau de consommation (**Korti, 1999**).

**4.3. La perte de la surface cultivable**

Pour un sol présentant une couche arable de 0,20 m, la perte annuelle sera 1/187 comme perte annuelle. Soit en moyenne une perte journalière pour l'Algérie de l'ordre de centaine d'hectares. (**Greco1966**).

**4.4. Influence sur le régime des eaux**

Selon **Mankouri (2009)** à la suite de la diminution de l'infiltration, les nappes souterraines ne sont plus alimentées, les sources tarissent en saison sèche. En saison humide, la masse d'eau de ruissellement gonfle les cours d'eau et provoque des crues brutales et dangereuses.

**4.5. La dégradation des routes et des talus**

En Algérie, les coupures des routes, voies inaccessibles temporairement et ruptures de ponts sur les chemins sont relatées pratiquement chaque saison pluvieuse. Au cours de ces dernières années, le bilan s'alourdit en grève les budgets des collectivités locales et régionales (**Chafi, 1998**).

**5. APERÇU SUR LES STRATEGIES DE CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL**

La conservation de l'eau et du sol se définit comme le combat contre la dégradation des ressources en eau et sol. Elle implique également la défense et la restauration des sols. Elle est un devoir de l'homme d'aujourd'hui envers les générations futures. Sa pratique implique l'inventaire et la caractérisation des phénomènes de dégradation des sols concernés, la définition et la mise en œuvre des méthodes adéquates de prévention et de lutte contre ces phénomènes.

Plusieurs stratégies de conservation de l'eau et du sol ont été utilisées depuis le début du siècle passé :

- Restauration des terrains de montagne (**RTM**)
- La conservation de l'eau et des sols (**CES**)
- La défense et restauration des sols (**D.R.S**)
- Gestion conservatoire de l'eau et du sol (**G.C.E.S**)

La conservation de l'eau et du sol a pour objectifs principalement :

-L'amélioration de la production agricole en gérant au mieux les deux ressources essentielles : L'eau et le sol.

-Assurer une durabilité de cette production.

- **La restauration des terrains de montagne (RTM)**

Elle s'est développée en France à partir de 1850, puis dans les montagnes d'Europe pour protéger les plaines fertiles et les voies de communication des dégâts des torrents. Les services forestiers ont racheté les terres dégradées en montagne, reconstitué la couverture végétale et corrigé les torrents par des techniques de génie civil et biologique (**Lilin, 1986**).

- **La conservation de l'eau et des sols (CES)**

A été créée lors de la terrible crise de 1930 pour conseiller les fermiers volontaires qui demandaient aux agronomes un appui technique et financier pour lutter contre l'érosion à l'USA. En effet l'extension rapide des cultures industrielles peu courantes (Coton, arachide, maïs). Dans les grandes prairies a déclenché une érosion éolienne catastrophique des nuages de poussière obscurcissent de ciel en plein jour.

- **Défense et restauration des sols (DRS)**

Elle a été développée en Algérie par les forestiers dans les années 1940-1980 puis autour du bassin méditerranéen pour faire face à de graves pénuries d'eau, à l'envasement rapide des barrages et à la dégradation des équipements et des terres. La DRS est née d'un mariage de raison entre la RTM des forestiers et la CES des agronomes. Pour les forestiers ils 'agissait avant tout de mise en défens des terres dégradées par la culture et le surpâturage, de reforester les hautes vallées pour restaurer par les arbres la capacité d'infiltration des sols dégradés (**Putod, 1958 ; Plantie, 1961 ; Monjauze, 1962 ; Greco, 1978**).

En Algérie malgré 800000 ha de reforestation et 350000 ha aménagés par les banquettes, la dégradation de la végétation et des sols continue, l'envasement des barrages et le manque de bois reste des problèmes préoccupants.

Les conséquences sur les terres se traduisaient par une perte importante des surfaces agricoles sans pour autant augmenter les rendements des surfaces restantes. Celles-ci continuent d'ailleurs de se dégrader par l'érosion en nappe et la perte de nutriments et l'application de la DRS n'augmentant pas la production de biomasse.

- **Gestion conservation de l'eau de la biomasse et de la fertilité des sols (G.C.E.S.)**

Depuis les années 1975, de nombreuses critiques se sont élevées pour constater l'échec fréquent des démarches technocratiques menées trop rapidement, sont l'avis des bénéficiaires. Aux USA, malgré 50 ans de travaux remarquables plus de 12 t/ha/an de sédiments viennent polluer les eaux des barrages (**Lovejoy et Napier, 1976 ; Hudson 1991**).

Cette nouvelle stratégie de lutte contre l'érosion passe par trois étapes :

- Enquête socio-économique ;
- Proposition ;
- Expérimentation et extrapolation des résultats.

En fonction des conditions socio-économiques locales, les solutions seront différentes, même si le milieu physique est le même. Là se trouve une différence majeure des approches développées jusqu'ici, la diversité des solutions en fonction des conditions humaines (**Roose ,1994**).

La nouveauté de cette stratégie consiste à mieux gérer les terres productives, l'eau, la biomasse, et les nutriments essentiels au développement convenable des cultures (**Roose et Denoni, 2004**). Cette nouvelle approche participative visant la valorisation de la terre et du travail tout en réduisant les risques d'érosion en milieu rural a été testée en Algérie par l'institut national de la recherche forestière (INRF) dans les wilayas de (Médéa, Relizane, Mascara et Tlemcen) et par l'institut de recherche pour le développement (IRD) depuis les années 90, elle semble constituer pour l'avenir une réponse appropriée au problème de la dégradation et de la gestion de l'eau et des sols en montagne (**Morsli et al, 2001**).

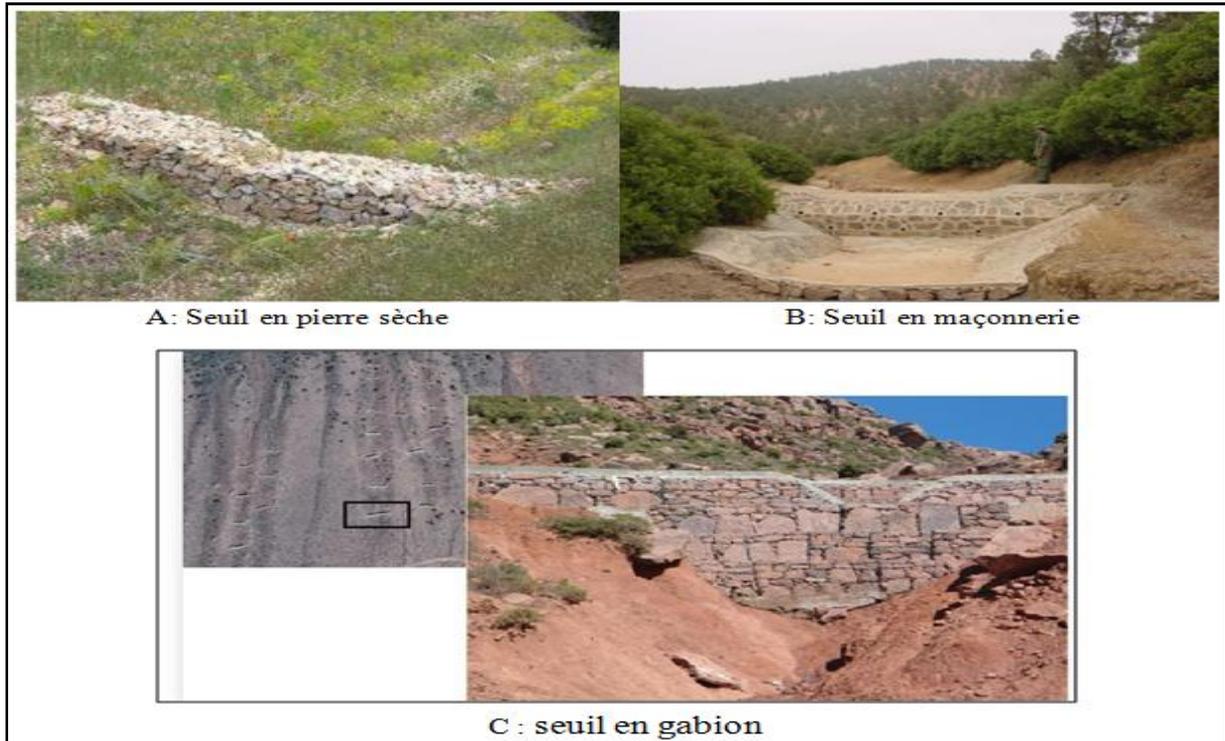
## 6. AMÉNAGEMENTS ANTIEROSIFS

L'érosion reste encore mal connue et surtout mal maîtrisée, car elle est discontinue dans le temps et dans l'espace. Les processus, les causes et les facteurs déterminant l'érosion étant très variable, il n'y a pas de recette généralisable de lutte antiérosive. Il ne s'agit pas seulement d'un simple problème technique, c'est aussi le signe de dégradation d'une société en mutation, la presse et les politiciens se mobilisent lors des catastrophes, mais négligent le travail de sappe des éléments qui pluvie après pluvie, préparent les drames (**Roose. 1994**).

En matière de traitement des zones touchées par l'érosion hydrique, il est recommandé d'appliquer un traitement à 2 volets :

.Un volet mécanique appelé communément correction torrentielle, consistant à implanter un réseau de seuils à travers des ravins de différent type. Un seuil est un ouvrage construit au travers du lit d'un ravin. Il peut être en maçonnerie, en béton, en pierres sèches, en grillage métallique ou en gabion. Il est placé perpendiculairement à l'axe du lit pour arrêter l'érosion en profondeur et sur les côtés, retenir les matériaux charriés, et stabiliser les éboulis des berges en leur procurant un appui. Son efficacité est fonction de sa durabilité, il faut donc donner au seuil une réelle solidité par l'emploi de matériaux convenables et une construction soignée. Ces aménagements servent surtout dans les ruisseaux, ravins, et ravines. Ils consistent à réduire la vitesse de ruissellement, retenir les sédiments et protéger les infrastructures socioéconomiques en aval (**Boufaroua et Al ,1998**).

.Un volet biologique nécessitant la végétalisation des versants et des ravins.



**Figure 5.** Photo montrant la forme des seuils (A : en pierre sèche, B : en maçonnerie, C : en gabion) (Achaach et Ait rami, 2014).



**Figure 6.** Méthodes de conservation biologiques : (A : seuils antiérosifs en bois. B : plantation de cactus (Opuntia) (Web 4).

Dans les travaux de conservation des sols et des eaux, il existe d'autres procédés mécaniques tels que :

### 6.1. Les Terrasses

La culture en terrasses est le plus ancien procédé de culture en montagne. On en trouve partout des terrasses au Nord Algérien. Datant de l'époque romaine ou plus récente.

### 6.2. Les murettes

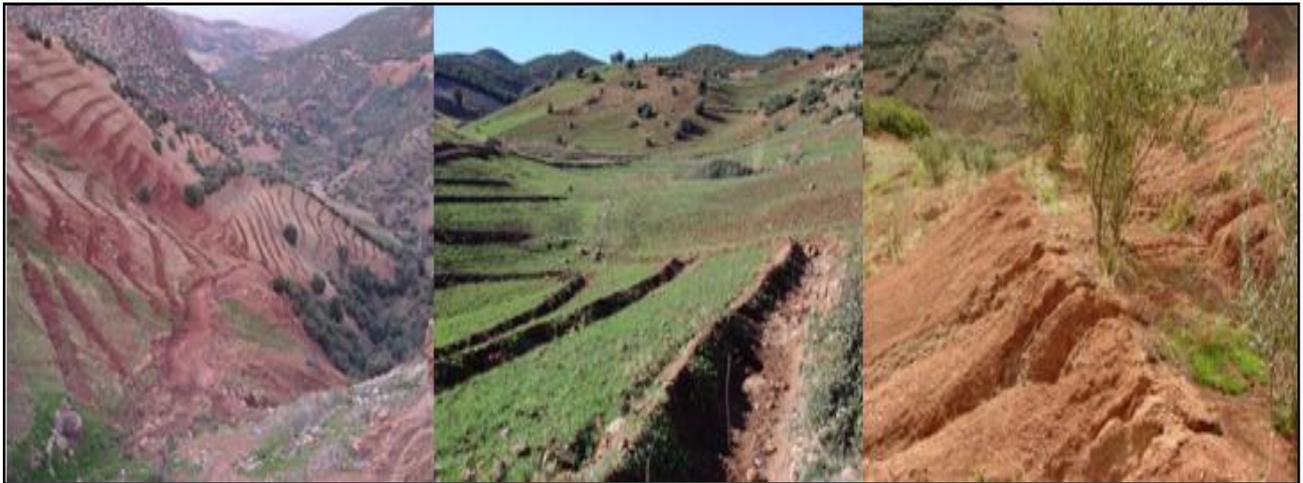
Une murette en pierres sèches est construite suivant les courbes de niveau. Elle construit à la fois un obstacle qui diminue la vitesse d'écoulement de l'eau sur la pente et un filtre qui retient les matériaux entraînés dans la zone comprise entre deux ouvrages. Elle se colmate peu à peu en amont (**Belarbi, 2010**).



**Figure 7.** Terrassements avec murettes (**Web 5**).

### 6.3. Les banquettes

Les banquettes peuvent jouer un rôle important pour lutter contre les manifestations de l'érosion, cette technique qui est très connue au Maghreb consiste à construire des fossés larges d'un mètre en moyenne suivant une certaine pente en long. En faite la banquette a grossièrement l'allure d'un canal, mais le fond n'est pas plat. Il comporte des bosses et des creux. Le but est de capter les eaux avant qu'elles ne se concentrent pour les obliger, soit à s'infiltrer, soit à ruisseler à une vitesse non érosive (**Avenard in Slimi, 2008**).



**Figure 8.** La banquette antiérosive fruitière dans le moyen atlas marocain. (Web6).

---

# **CHAPITRE II**

## **PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

---

### 1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La wilaya de Tlemcen est située dans le Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km (zone de littoral). C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, avec une superficie de **9017,69 Km<sup>2</sup>** elle s'étend du littoral au nord à la steppe au sud. Elle est limitée par :

- ✓ Au Nord, par la mer méditerranée.
- ✓ Au Sud, par la Wilaya de Naàma.
- ✓ À l'Ouest, par la frontière Algéro-Marocaine.
- ✓ À l'Est, par les Wilayas de Sidi Bel Abbes et Ain Témouchent.

La wilaya de Tlemcen est caractérisée par la présence d'un grand bassin versant « BV Tafna ». Il est situé au nord-ouest du territoire algérien sur une superficie de 7245 km<sup>2</sup> (Figure. 9). Selon la nouvelle structuration des unités hydrologiques en Algérie, le bassin de la Tafna appartient au bassin hydrographique de l'Oranie Chott Chergui (**Terfous et al, 2001**).

Globalement, la Tafna peut être subdivisée en trois grandes parties :

- partie orientale avec comme principaux affluents l'oued Isser et l'oued Sikkak.
- partie occidentale comprenant la Haute Tafna (oued Sebdou et oued Khemis) et l'oued Mouilah.
- partie septentrionale : qui débute pratiquement du village Tafna et s'étend jusqu'à la plage de Rachgoune, embouchure de la Tafna sur la Méditerranée. Les oueds Boukiou, Boumessaoud et Zitoun constituent les principaux affluents.

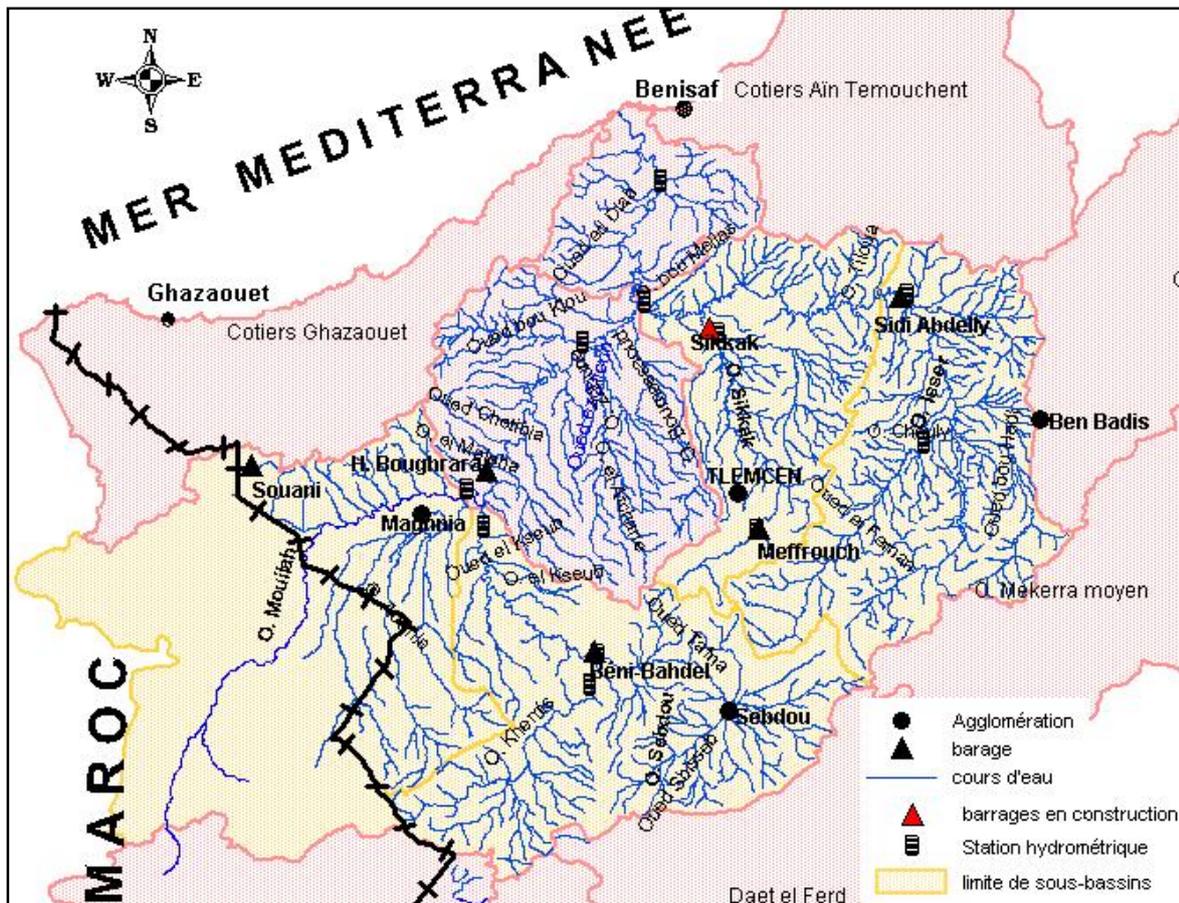


Figure 9. Réseau hydrographique du bassin versant de la Tafna (Terfous et al, 2001).

### 1.1. Localisation de la zone du BV Meffrouche

Le bassin versant de Meffrouche fait partie du grand bassin versant de la Tafna. Il se situe administrativement dans le territoire de la commune de Terny beni hediél cette dernière est située au sud-ouest de la wilaya de Tlemcen, à 11 km de chef-lieu de la wilaya, appartenant à la Daïra de Mansourah. La commune de Terny occupe une superficie de **131 Km<sup>2</sup>**.

Les coordonnées Lambert de la commune de Terny sont :

- Latitude : 34° 47 45 nord
- Longitude : 1° 21 29 ouest. Elle est limitée :
  - Au Nord, par la commune de Mansourah.
  - Au Sud, par la commune de Sebdu.
  - A l'Ouest, par la commune de Sabra.
  - A l'Est, par la commune d'ouad lakhdar.

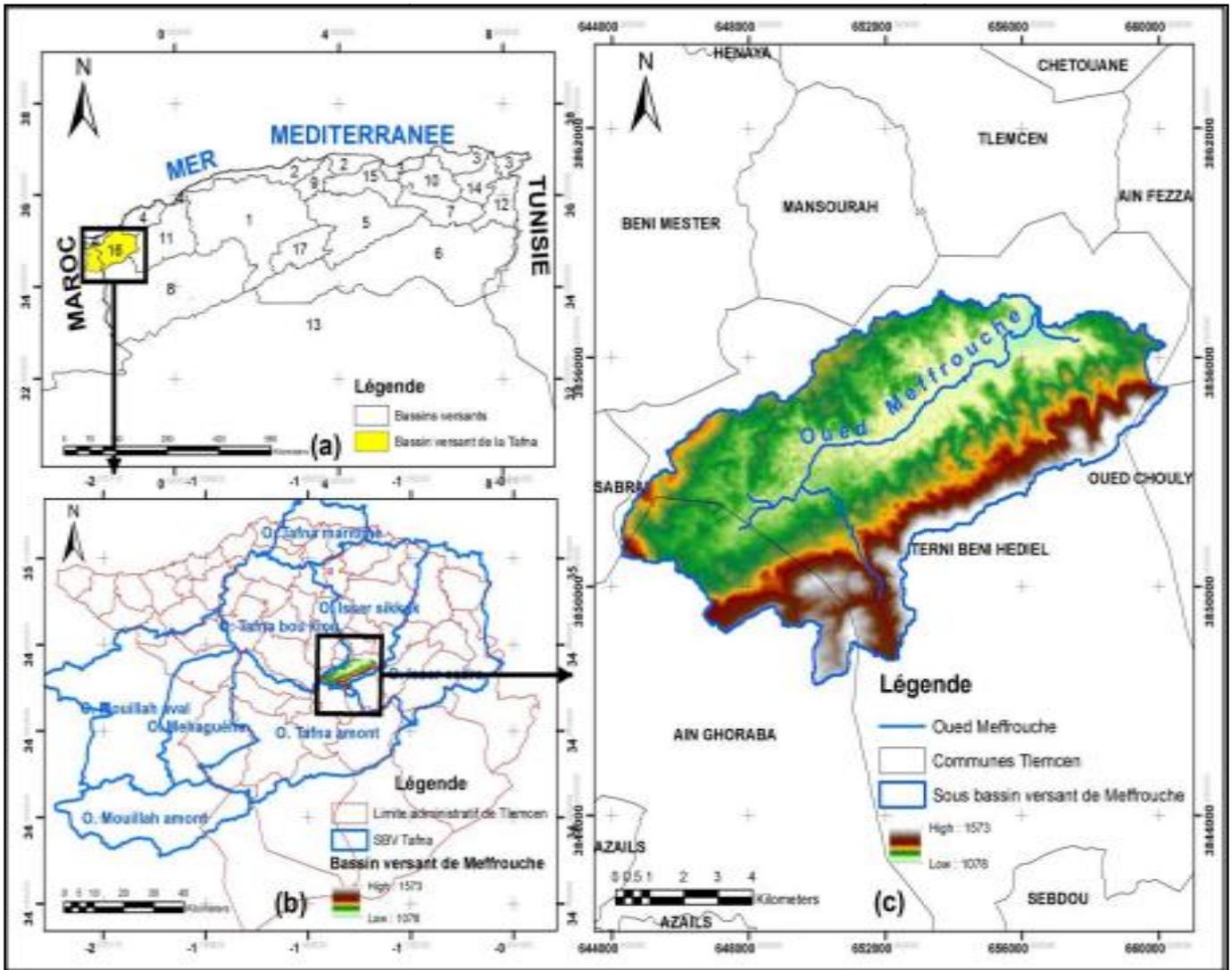


Figure 10. Situation géographique du bassin versant Meffrouche.

### 1.2. Aperçu historique du barrage

A une date éloignée, les ingénieurs des ponts et chaussées de la circonscription d'Oran décident l'exécution d'un barrage sur l'Oued Meffrouche à environ 1500m à l'amont des cascades où l'oued fait une chute de 350m pour gagner sa vallée inférieure.

L'idée qui vint ensuite fut de capter l'Ain Maharas, car elle était l'exutoire d'un réservoir souterrain important situé vers la cote 1100m et dont le débit moyen était estimé à 150 L/s. On espérait régulariser le débit moyen de la source par un rabattement important et provoquer ainsi une suralimentation de cette nappe aquifère, qui fait partie de la zone karstique (appelée aussi réservoir souterrain de l'Ouest) constituée essentiellement par les formations

carbonatées du Jurassique. Ce bassin versant fait partie des monts de Tlemcen qui ont fait l'objet de plusieurs études hydrogéologiques. Il faut noter que 20 forages de prospection ont été réalisés avant les années 70, avec un linéaire de 1645 m **Bensaoula et al., (2005)**.

C'est pourquoi en 1947-50 une campagne d'essais de pompage a été entreprise afin de déterminer le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère, ce coefficient se révélait inférieur à 1%. La construction d'un barrage devenait donc nécessaire, cependant pour ne pas négliger cette réserve souterraine, le projet prévoyait un captage des eaux de la nappe des calcaires dolomitiques supérieurs. L'équipement a été réalisé en deux étapes :

- 1951-56 : Exécution consistant en trois puits de captage débouchant dans une galerie souterraine dite galerie de captage.
- 1957-63 : Construction d'un barrage à voutes multiples, 17 voutes, 18 contreforts et deux barrages-poids aux extrémités. La longueur en crête est de 531m pour une hauteur maximum de 26m au-dessus du thalweg.
- 1963 Le barrage est mis en exploitation avec une capacité maximale de 13Hm<sup>3</sup>.

### **1.2.1. Raison de la construction**

L'oued Meffrouche est une toute petite cour d'eau même à l'échelle de l'Algérie. Si l'on décide d'y faire un barrage, c'est pour deux raisons essentielles :

- C'est le seul moyen de résoudre le problème de l'alimentation en eau potable de Tlemcen, car la situation de cette ville était très critique puisque la population élevée.
- Le côté élevé de la retenue plus de 1100 m permettait une utilisation facile des eaux régularisées.

Une fois satisfaits les besoins de Tlemcen et les droits des anciens irrigants, il restait un volume annuel disponible d'environ 13 Hm<sup>3</sup>. Après avoir examiné plusieurs solutions il a été décidé d'envoyer la totalité de cet excédent dans la conduite d'Oran qui passe à quelques km au nord de Tlemcen.



**Figure 11.** Photo montrant une vue générale sur le Barrage Meffrouche.

## 2. PRESENTATION DES FORMES DE RELIEF ET DE RÉSEAU HYDROGRAPHIE

### 2.1. Relief

Les monts de Tlemcen font partie de l'Atlas tabulaire selon **Thinthoin (1948)**. Il est limité au nord par les hautes plaines telliennes et au sud par les hautes plaines steppiques. Les limites ouest-est sont respectivement représentées par la frontière Algéro-Marocaine et l'Ouest de Mekker.

Cette zone présente des reliefs très contrastée, avec une hypsométrie (pentes) de plus de 20<sup>0</sup> en moyenne.

En **1985**, **Benset** a décrit les formations géologiques d'âge jurassique supérieur qui représente l'affleurement le plus répandu dans les montes de Tlemcen.

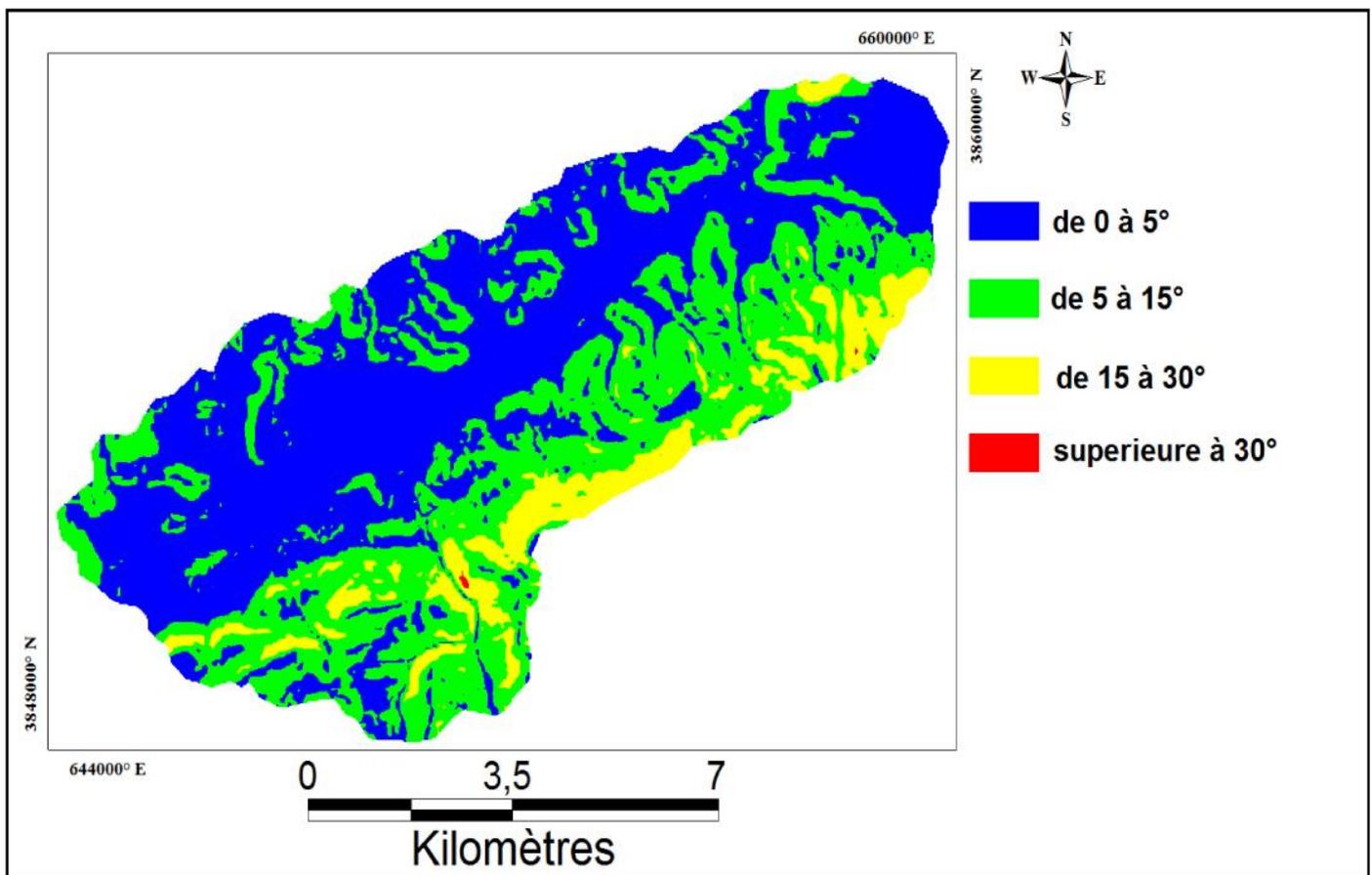
Les dolomies de station de Meffrouche (Tithonien inférieur) : il s'agit de dolomies massives (50 mètres environ), bien exposées sur le plateau de Terni (**Doumergue, 1910**) qui couvrent

de larges superficies dans les environs de Terni ou elles forment l'entablement terminal des plus hauts reliefs (Djbel Nadour, 1579 mètres).

### 2.1.1. La pente

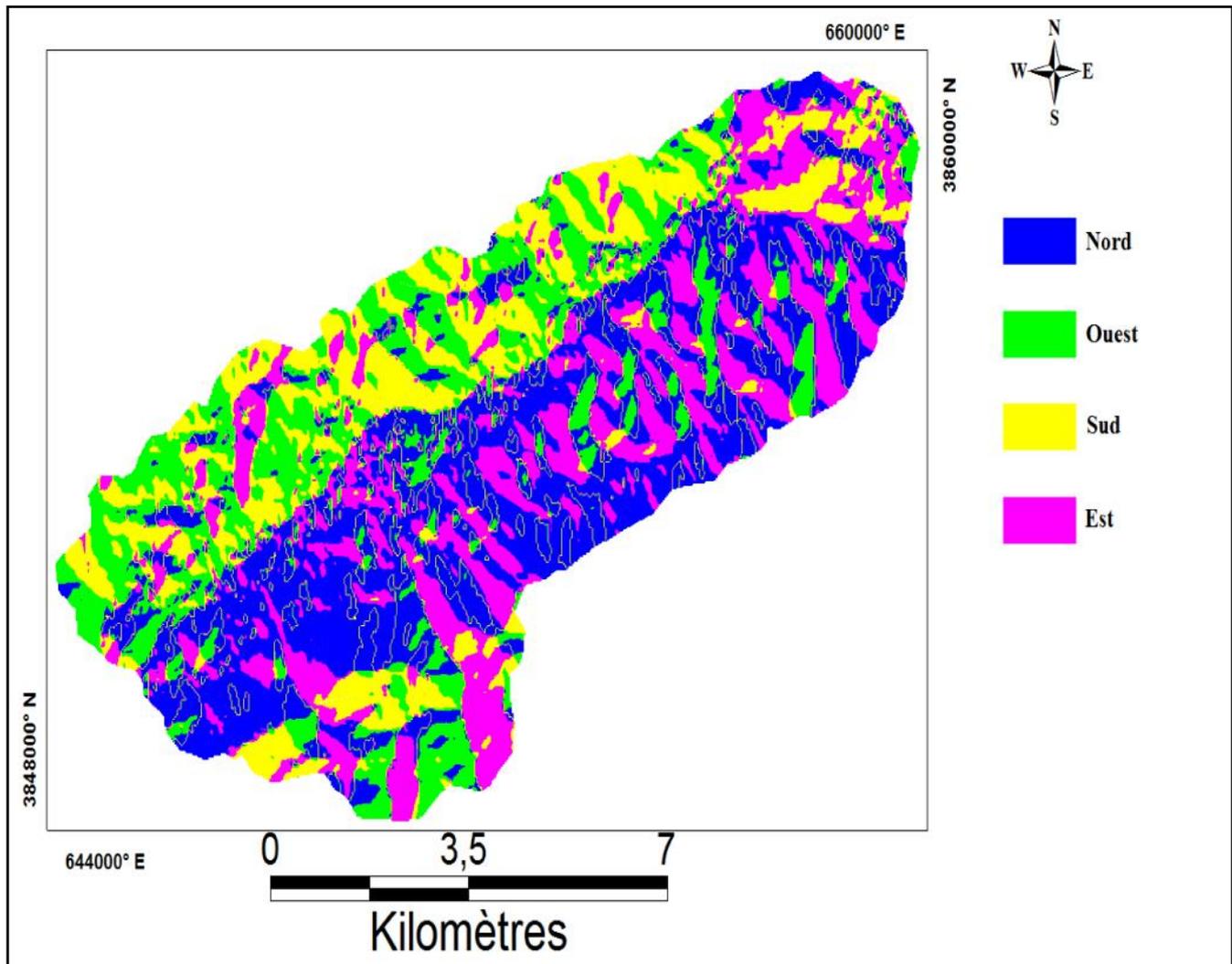
C'est une caractéristique importante des bassins versants qui renseignent sur la topographie du bassin. La pente moyenne du cours d'eau détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire du bassin donc le temps de concentration. Elle influence sur l'état d'écoulement du cours d'eau au niveau du bassin versant. En effet, plus la pente est forte, plus la durée de concentration des eaux de ruissellement dans les affluents et dans le cours principal est faible. Par conséquent, le bassin réagira d'une façon rapide aux averses. Les pentes fortes à très fortes peuvent produire des écoulements de nature torrentielle qui sont à l'origine des crues dévastatrices.

Dans notre bassin versant Meffrouche, les classes des pentes de moins de 15 degrés sont plus représentées que les autres classes (Fig. 12).



### 2.1.2. Exposition

L'exposition agit sur l'humidité des végétaux. Elle est déterminée par rapport aux quatre points cardinaux. La caractérisation de l'orientation des versants permet d'accéder à la durée d'ensoleillement, facteur très important en zone de montagne pour connaître les cycles de gel/dégel et ainsi mieux maîtriser les dynamiques de dégradation des sols et des roches. Les pluies et les températures sont influencées par l'altitude et l'orientation des versants. Ceci crée des contrastes entre versants Nord et Sud en Méditerranée, où les versants Nord ont tendance à être plus humides grâce à un taux d'évapotranspiration plus faible (moins d'ensoleillement direct) et donc à favoriser la croissance végétale et des sols plus épais dans un milieu connu pour son stress hydrique estival.



**Figure 13.** Carte d'exposition du Bassin Versant du Meffrouche. (Carte réalisée par Benmensour W. mars 2020)

## 2.2. Réseau hydrographie

Le réseau hydrographique est lié en grandes parties à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des ères géologiques (**Mesli, 2001**).

Notre zone d'étude est caractérisée par :

Les Monts de Tlemcen, constitués de roches sédimentaires calcaires ou dolomitiques, offrent toute la gamme du modèle karstique (résurgences, puits, cascades,...), d'où la présence d'un sous-écoulement et d'un écoulement superficiel correspondant au bassin versant de la Tafna qui prend naissance à Ghar Boumaza à une altitude de 1045 mètres au nord de Sebdou (**Mekkioui, 1997**).

Il existe quatre sources :

**1- Oued Zariffet** avec 03 principales sources (Ain Zariffet, Ain Barhdad, Ain Defla). Sa longueur réelle est estimée à 3000 m (régime temporaire).

**2- Oued Bennacer** à régime temporaire d'une longueur de 3250 m.

**3- Oued Safsafa** à régime temporaire également d'une longueur réelle de 1500m.

**4- Oued Isser** qui prend sa source à Ain Isser dans la vallée de Beni-Smiel et qui a deux affluents : Oued Tellout et Oued Chouly.

Ces cours d'eau se caractérisent par un régime saisonnier, avec un maximum d'écoulement en printemps-hiver (**Dahmani, 2012**).

Les étiages sont dus à la sécheresse estivale prolongée, associée à une forte évapotranspiration (**Thinthoin, 1948**).

## 3. CARACTERISTIQUES PÉDO-GÉOLOGIQUES

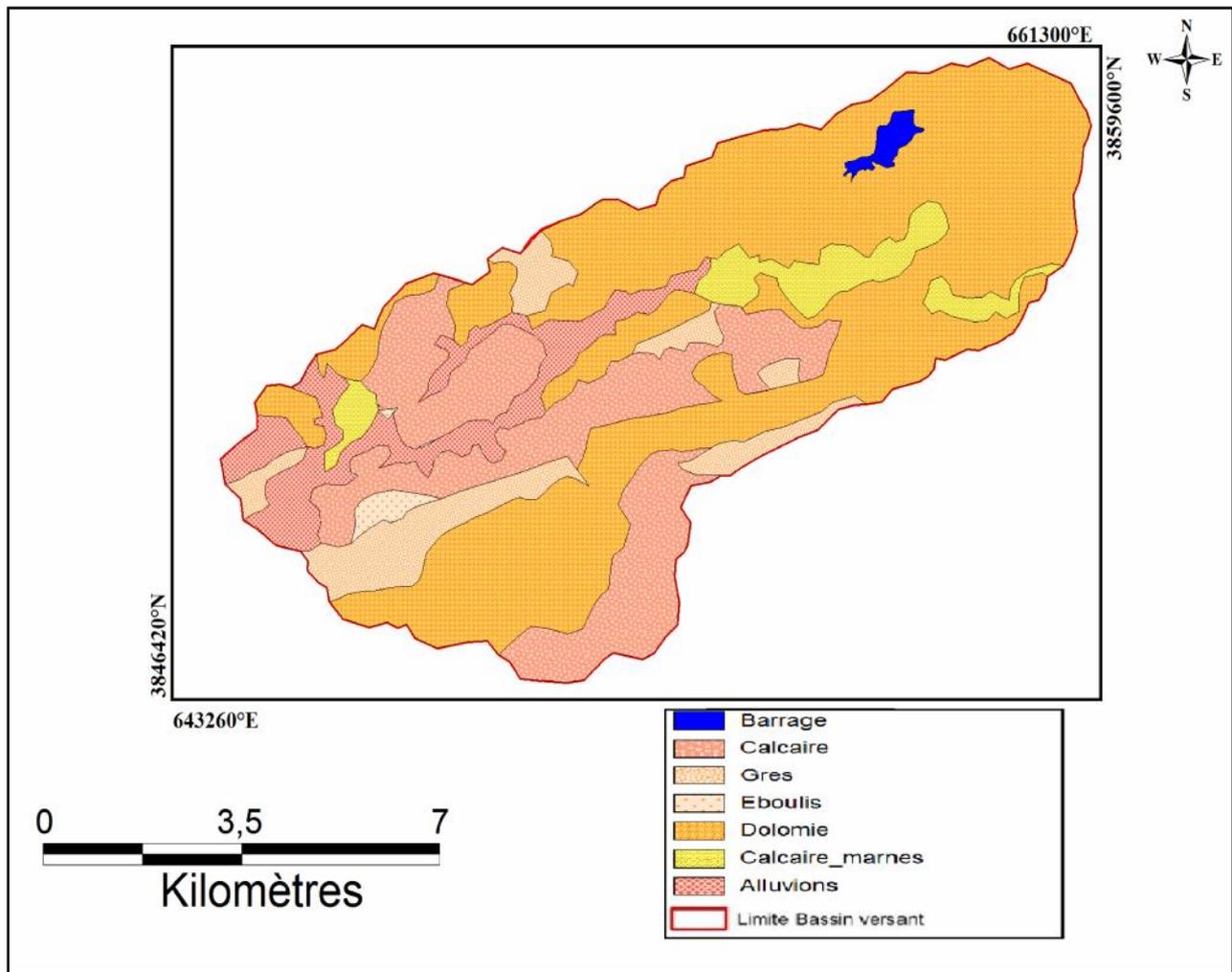
### 3.1. Lithologie de la région

Les formations lithologiques du bassin versant Meffrouche (Fig. 14), avec leurs pourcentages de surface par rapport à la surface du bassin versant, sont récapitulées dans le (Tab. 3).

**Tableau 3.** Formation lithologique du bassin versant Meffrouche.

<b>Unité</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Pourcentage par rapport à la surface totale (%)</b>
<b>Dolomie</b>	3860	49.59
<b>Calcaires-marnes</b>	450	5.78
<b>Calcaire</b>	1747	22.44
<b>Grés</b>	797	10.24
<b>Eboulis</b>	154	1.97
<b>Alluvions</b>	720	9.25

Dolomie est la formation dominante du bassin versant qui représente presque la moitié 49.59 % de la surface totale.



**Figure 14.** Carte lithologique du bassin versant Meffrouche. (Source : Extrait de la carte lithologique de la wilaya de Tlemcen A.N.A.T, Digitaliser par Benmasour W).

### 3.2. Pédologie de la région

Le sol est défini comme étant la couche superficielle qui couvre la roche mère. Il se développe en fonction de la nature de cette dernière, de la topographie et des caractéristiques du climat.

La région du Meffrouche fait partie de la région des Monts de Tlemcen qui sont caractérisés par plusieurs types de sols (**Dahmani, 2012**), parmi ces sols, on peut citer :

**1-** Les sols fersialitiques rouges : sont des sols lourds très pauvres en réserves d'eau, mais riches en bases notamment en  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , et  $\text{K}^{+}$ . Ce sont des sols anciens dont l'évolution s'est accomplie sous forêts caducifoliées en conditions plus fraîches et humides (**Benest, 1985**).

2- En zone sub-humide des Monts de Tlemcen, il y a la présence des sols brun-rouges fersialitiques dits terra calcis (terra rossa, terra fusca), qui se trouvent partout dans les matorrals à Doum et à Diss (**Benamar, 1990**).

3- Les sols typiquement lessivés et podzoliques : Ces sols sont caractérisés par l'élaboration progressive d'un humus acide. Ils sont en général assez profonds.

#### 4. OCCUPATION DU SOL

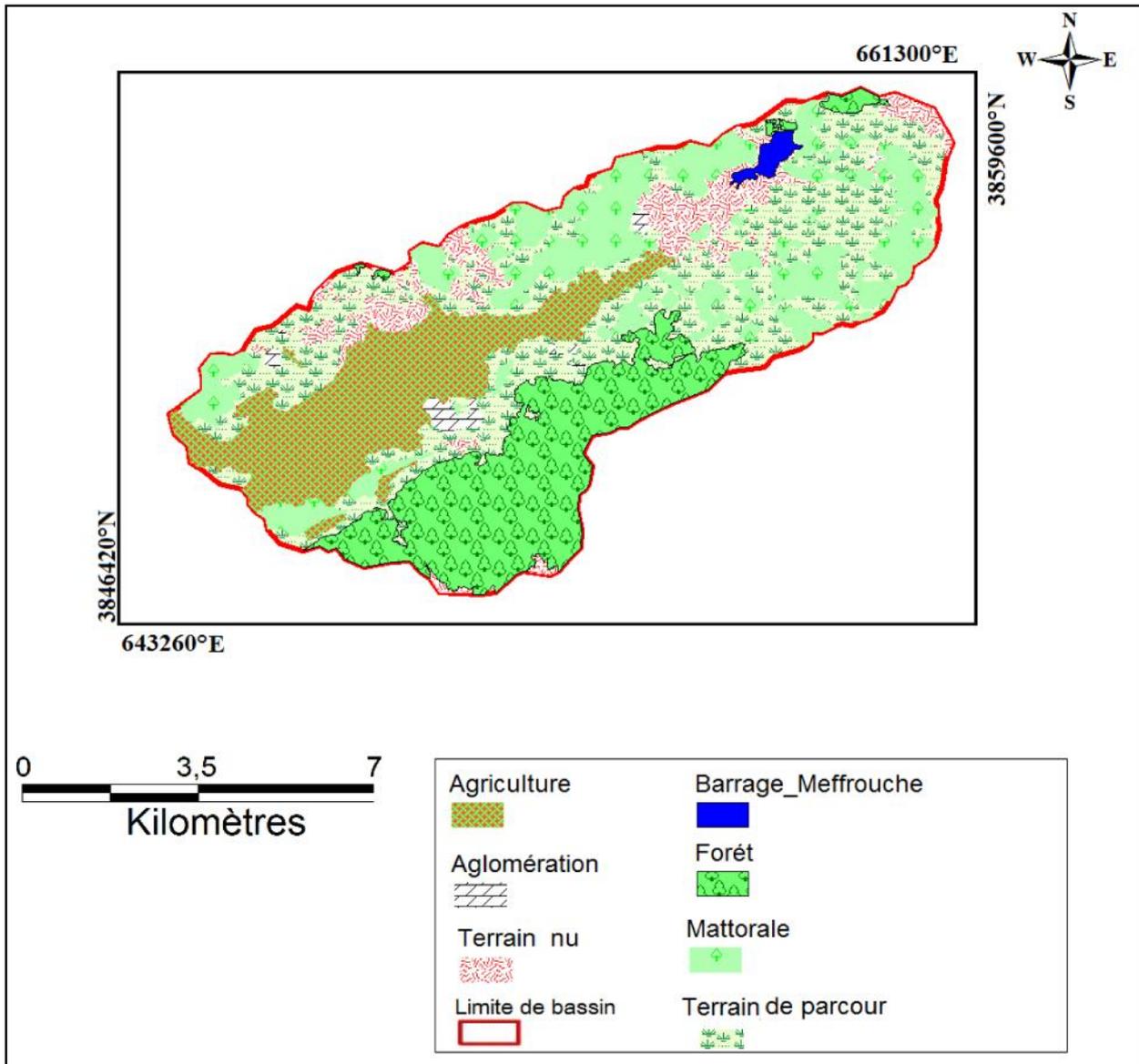
La couverture végétale (Fig. 15) est la résultante des caractéristiques géologiques, pédologiques, climatiques, mais surtout anthropiques de la région.

Le processus d'érosion est étroitement lié au mode d'occupation du sol, qui contribue largement à son aggravation ou à son atténuation. L'occupation du sol détermine le degré de protection des sols. L'influence du couvert végétal sur l'érosion linéaire est ainsi très importante. Son action est d'autant plus efficace qu'il absorbe l'énergie cinétique des gouttes de pluie, recouvre une forte proportion du sol et ralentit l'écoulement du ruissellement ou encore maintient une bonne porosité à la surface du sol.

Les différents types d'occupation de sol, sont représentés dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Formation d'occupation du sol du bassin versant Meffrouche.

Type d'occupation de sol	Superficie (ha)	Pourcentage par rapport à la surface totale (%)
<b>Forêt</b>	1591	20,44
<b>Matorral</b>	1661	21,34
<b>Agriculture</b>	1433	18,41
<b>Terrain parcourus</b>	2282.29	29,32
<b>Agglomération</b>	87.61	1,13
<b>Barrage</b>	55.1	0,71
<b>Terrain nu</b>	637	8,18



**Figure 15.** Carte d'occupation de sol du bassin versant Meffrouche (Carte réalisée par Benmensour W. mars 2020).

## 5. ÉTUDE CLIMATIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère : humidité, pluie, température, vent. C'est l'élément sur lequel l'homme n'a aucune influence directe (sauf dans le cas particulier des irrigations). C'est un facteur essentiel au développement des plantes, de la formation, et de l'évolution, des sols. (Greco, 1966).

Benmostefa(2004), souligne que le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes.

**Tableau 5.** Données géographiques de la station météorologique retenue.

Station	Latitude(N)	Longitude (W)	Altitude (m)
Meffrouche	34° 47 N	1° 21 W	1199

### 5.1. Les Facteurs climatiques

Les paramètres de climat sont généralement représentés par des moyennes. Celle-ci n'a pas une grande signification écologique, mais elles servent à exprimer la relativité qui existe entre une région et une autre. Le végétal ne vit pas de moyenne, mais de réalité. (Boudy, 1948).

#### 5.1.1. Précipitation

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon le jour, les mois et aussi selon les années (Guyot, 1997).

La pluviosité définie comme étant primordiale, elle permet déterminé le type de climat. En effet, elle conditionne le maintien de la réparation du tapis végétal d'une part, et de la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part. (Djebaili, 1978).

Les régimes pluviométriques se trouvent sous l'influence de deux groupes de facteurs (Halimi, 1980).

- 1- Les facteurs géographiques : altitude, latitude, distance à la mer, orientation des versants.
- 2- Les facteurs météorologiques : masses d'air, centre d'action, trajectoire des dépressions.

#### a- Régime annuel

Selon Halimi (1980), la hauteur d'eau totale précipitée annuellement en moyenne est évidemment le premier facteur à prendre en compte pour déterminer les conditions d'aridité d'une région.

Les moyennes annuelles oscillent entre 579 mm dans la station de Meffrouche.

#### b- Régime mensuel

L'analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles permet de mieux approcher la distribution des quantités d'eau enregistrées.

Les mois les plus arrosés s'étalent du mois d'octobre à Avril. Comparativement ces mêmes mois sont les plus humides de l'année, un recule notables a été constaté, ce qui influe sur le niveau des réserves d'eau souterraine.

Tableau 6. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles du Meffrouche.

Station	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
Meffrouche 1975-2012	72	79	88	67	58	13	5	5	22	42	73	55	579 mm

Source A.N.R.H ,2012

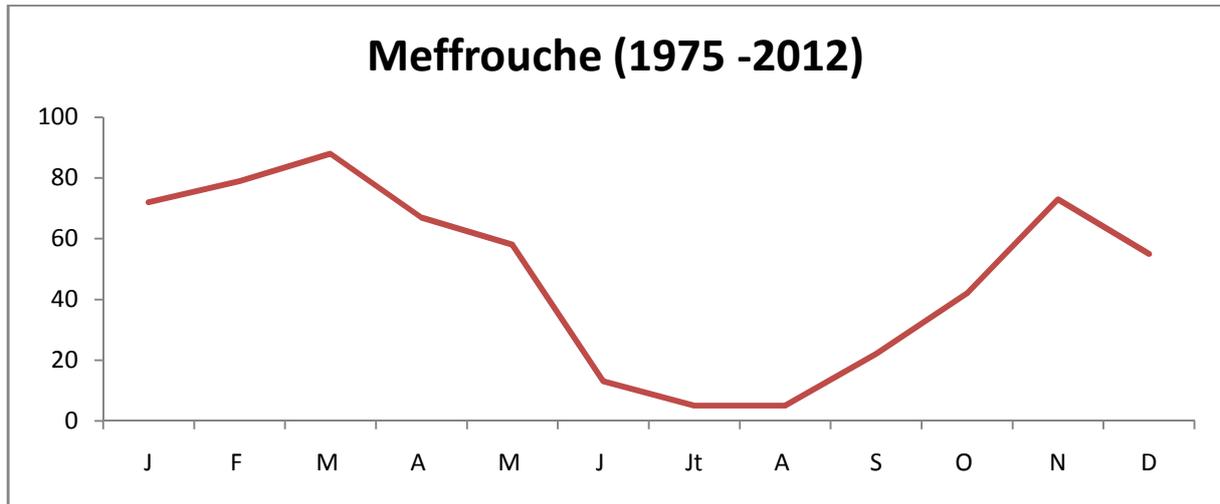


Figure 16. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles la station de Meffrouche (1975-2012).

### 5.1.1.1. Régime saisonnier des précipitations

Pour mieux saisir le régime pluviométrique saisonnier, nous avons adopté la méthode qui consiste à diviser l'année en quatre trimestres astronomiques de sorte que les mois initiaux de chaque trimestre contiennent soit un solstice, soit un équinoxe (Halimi, 1980).

Les saisons se répartissent comme suit :

- Hiver (Décembre, Janvier, Février),
- Printemps (Mars, Avril, Mai),
- Eté (Juin, Juillet, Aout)
- Automne (Septembre, Octobre, Novembre).

D'une manière générale, les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons. Comme nous le montre (Tab. 7), les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent en printemps, par apport à celle de l'automne, et au hiver bien que ces dernières constituent un apport non négligeable.

**Tableau 7.** Régimes saisonniers pour la station de Meffrouche.

Station	Saisons	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Type
Meffrouche (1975 -2012)		205,5	212,4	22,4	136,3	PHAE

D'après les résultats de (Tab. 7), nous ne constatons que le régime saisonnier de la station Meffrouche est de type PHAE. Ce type correspondant aux zones montagneuses.

A : Automne ; P : Printemps ; H : Hivers ; E : Eté.

### 5.1.2. Températures

La température est considérée comme le second facteur climatique important. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu par son action écologique sur les êtres vivants. Elle joue un rôle majeur dans la détermination du climat régional.

Elle 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 (Greco, 1966)

D'après Emberger (1955) les valeurs prises en considération sont celles ayant une signification biologique et sont : Températures moyennes mensuelles (c°), moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (c°) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) (c°).

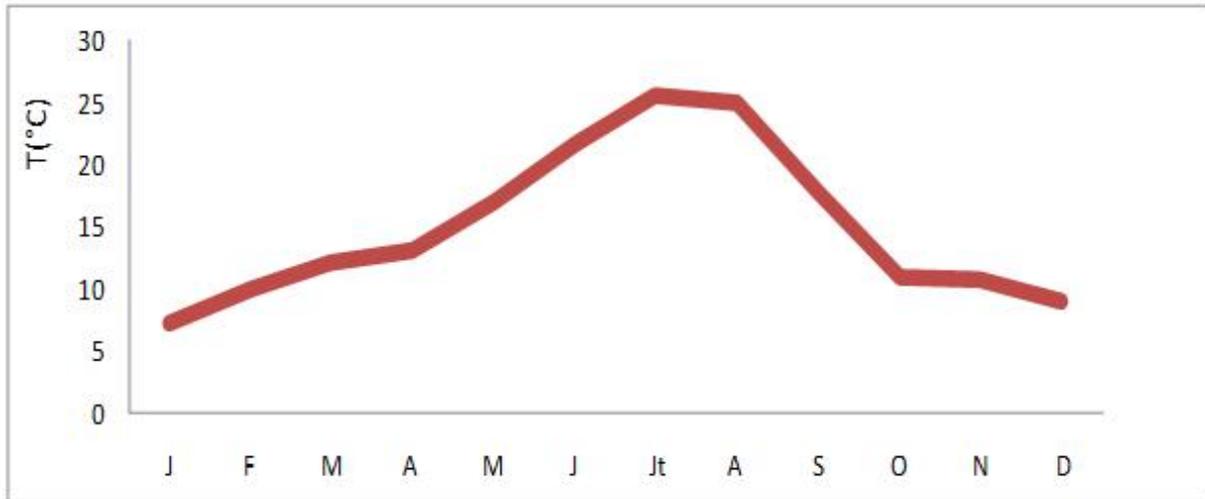
**Tableau 8.** Température moyenne mensuelle et annuelle de la station Meffrouche.

Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	T(c°) moy
Meffrouche	7,1	9,9	12,1	13	17	21,6	25,6	25	17,8	10,8	10,7	8,9	14,96

Source : A.N.R.H ,2012

On a enregistré une légère diminution des températures moyennes annuelles. , le mois de janvier est le plus froid, alors que les deux mois de juillet et d'août sont les plus chauds.

Généralement la période froide, s'étend de décembre à mars ; qui correspond à la période pluvieuse. La période chaude correspond à la saison estivale avec des pics importants aux mois de juillet et d'août.



**Figure 17.** Températures moyennes mensuelles pour la station de Meffrouche.

## 6. LA SYNTHÈSE BIOCLIMATIQUE

Le climat étant la combinaison de plusieurs facteurs météorologiques, la synthèse climatique sera établi à partir des travaux d'**Emberger**, **Bagnouls** et **Gausson** dans lesquels, sont combinés les plus importants paramètres : précipitations et températures, afin de caractériser le climat de la zone d'étude.

### 6.1. Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausson (1953)

Pour la détermination de la période sèche, on doit se référer à ces diagrammes ombrothermiques on considérant le mois sec lorsque  $P < 2T$  avec :

**P** : précipitation moyenne du mois en (mm)

**T** : température moyenne du mois en (°C)

Le principe de cette méthode consiste sur même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations ( $1^{\circ}\text{C}=2\text{mm}$ ) : en considérant la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe de la température. Ce diagramme nous permet de connaître également l'évolution des températures et des précipitations.

Selon l'échelle  $P = 2T$ , les courbes Ombro-thermiques déterminent deux périodes, L'une humide et l'autre sèche. L'analyse des différents diagrammes permet visualiser une période pluvieuse qui s'étend généralement d'Octobre à la fin d'Avril est une période sèche pour le reste de l'année. Toutefois, les mois de Juin, Juillet et Aout demeurent les mois les plus secs, . Ainsi, nous constatons que la période sèche actuelle est plus longue que l'ancienne.

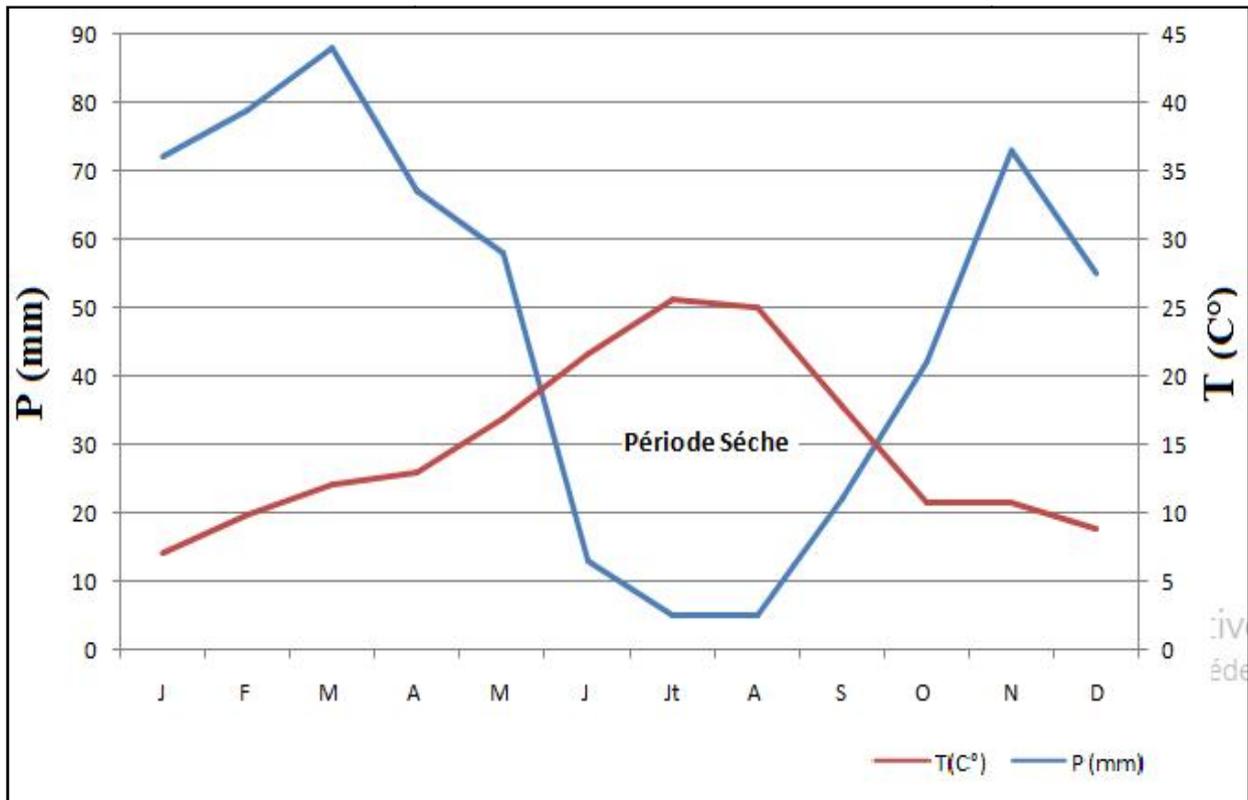


Figure 18. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953).

## 6.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

**Emberger (1955)**, a établi un quotient pluviométrique « **le Q2** » qui est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord

$$Q2=2000P/M^2-m^2$$

**P** : moyenne des précipitations annuelles (mm)

**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud

**m** : moyenne des minima du mois le plus froid

D'après **Dajoz, (1985)**, le climagramme **d'Emberger** permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. La représentation d'un ensemble de stations de la région biogéographique méditerranéenne a permis de délimiter quatre zones climatiques à savoir : Le saharien l'aride, le semi-aride, le subhumide et l'humide.

Le calcul du **Q2** pour la station de Meffrouche permet d'installer sur le climagramme pluviothermique d'EMBERGER (Tab. 9 et Fig. 19).

Tableau 9. Valeur du Q2 et étage bioclimatique pour la station de Meffrouche.

Station	Période	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q2	Ambiance bioclimatique
Meffrouche	1975-2012	579	307.3	275.5	62.48	Sub-humide à hiver frais

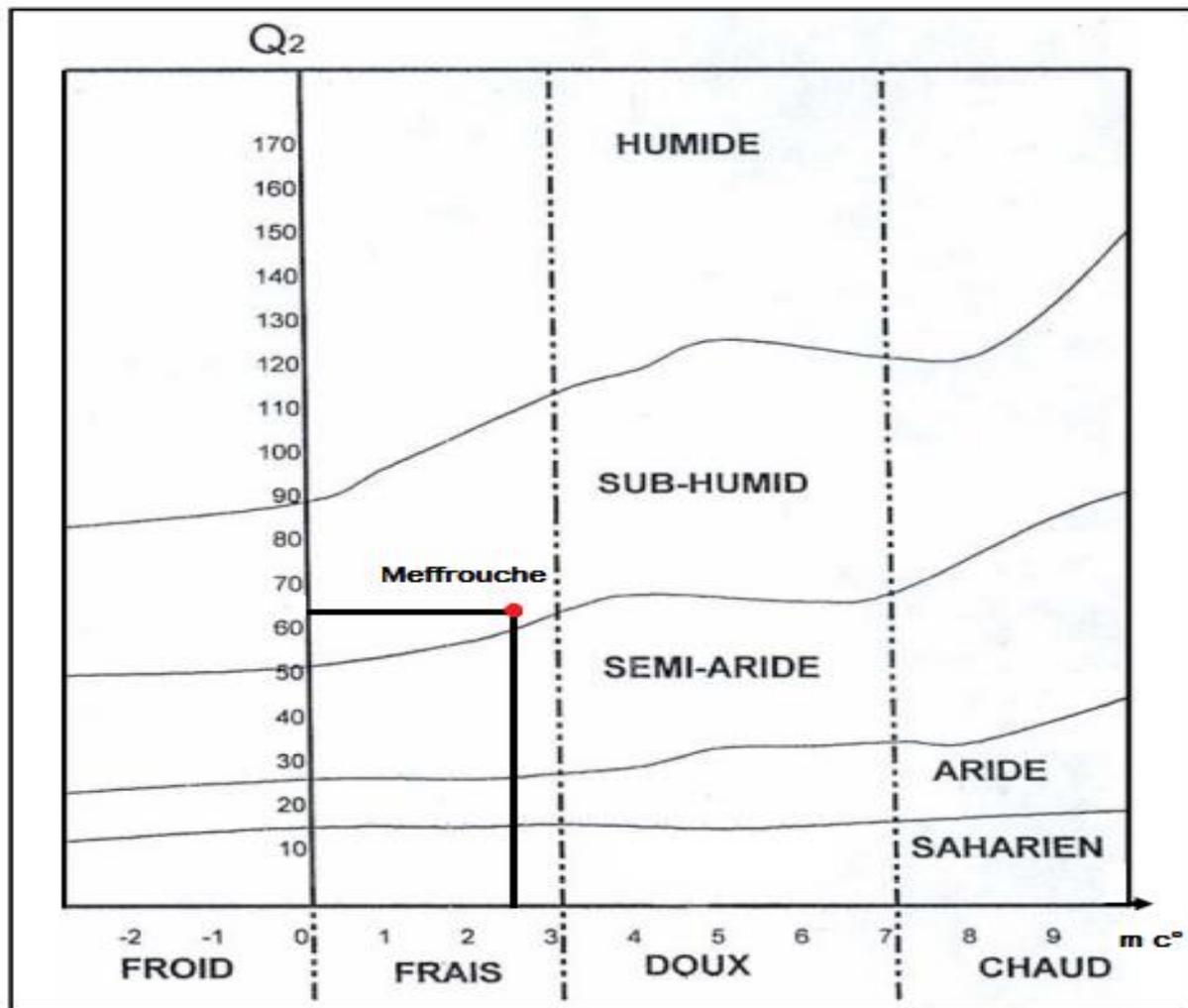


Figure 19. Climagramme pluviothermique d'Emberger.

L'étage bioclimatique de notre zone d'étude Meffrouche est de **Subhumide inférieur à hiver frais**.

## 7. DONNEES SOCIOECONOMIQUE

La croissance démographique est responsable de besoins supplémentaires e nourriture et en terrains agricoles, qui ont conduit à déboiser les terres couvertes pour les cultiver.

### 7.1. Évolution de la population

La wilaya de Tlemcen couvre une superficie de 9017 Km<sup>2</sup> et compte au dernier recensement une population de l'ordre de 1018978 habitants soit une densité moyenne de 131 habitants/Km<sup>2</sup>.

**Tableau 10.** Évolution de la densité de la population.

Année	1966	1977	1987	1998	2008	2013
Densité (hab/Km <sup>2</sup> )	46	59	79	93	113	131

Source : D.P.A.T, 2015

Les résultats des différents recensements montrent une évolution progressive de la population des Monts de Tlemcen en 1970 et qui s'est stabilisée en l'an 2000. L'évolution de la population dans les monts de Tlemcen est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 11.** Évolution de la population dans les monts de Tlemcen.

Année	1977	1987	1998	2008
habitants	3828	47009	70825	77108

(A.N.A.T., 2015).

Plus exactement dans notre zone d'étude (Terny) la population présente **5737 habitants** (2008).

### 7.2. Espace Agricole

#### 7.2.1 Cultures herbacées

- Céréaliculture

Dans notre zone d'étude, les céréales occupent une superficie moyenne de 480 ha avec une production de 4570 qx. (D.S.A., 2015).

- **Cultures fourragères**

Sur une superficie de 210 ha, les fourrages ont atteint une production de 4260qx. (D.S.A., 2015).

- **Légumes secs**

La superficie occupée par les légumes secs connaît une régression remarquable, soit une superficie de 20 ha. Donc automatiquement la production devient faible avec 40 qx. (D.S.A., 2015).

- **Cultures maraîchères**

Ce groupe de spéculation intéresse beaucoup les exploitants. La superficie qui lui est consacrée est de 376 ha. Leur production avoisine les 4095 qx. (D.S.A., 2015).

### **7.2.2 Cultures pérennes**

- **Viticulture et Agrumiculture**

On note l'absence totale des Viticultures et Agrumicultures.

- **Cultures fruitières**

Elles occupent une superficie de 183 ha. Avec une production de 2470 qx. (D.S.A., 2015).

### **7.3. Espace forestier**

Sur une superficie de 13100 ha, les forêts et les matorrals de notre bassin versant (Meffrouche) occupent 3252 ha, soit 24.82 % constituant de ce fait une réserve forestière relativement importante.

### **7.4. Élevage**

L'élevage est le principal agent de valorisation des sous-produits de l'agriculture et des parcours. Il est totalement intégré à la production agricole entre autres par la fourniture de l'énergie nécessaire aux travaux agricoles. La complémentarité entre les productions animales et végétales est commune dans l'ensemble des exploitations agricoles.

Durant la campagne 2014/2015 (D.S.A., 2015), le cheptel ovin de la commune de Terny a atteint un effectif de 10000 têtes. Par contre, l'espèce bovine a enregistré un effectif de 1900 têtes et l'espèce caprine atteint un effectif de 840 têtes.

---

# **CHAPITRE III**

## **MATERIELS ET METHODES**

---

## 1. METHODOLOGIE

L'aménagement des milieux forestiers et des périmètres des bassins versant est une problématique complexe qui convient d'aborder en tenant compte de tous les facteurs en présence. Ceci se traduit souvent par une grande masse d'informations géographiques que le forestier devra manipuler pour la planification de ses interventions et l'évaluation de leur efficacité.

Dans cette optique, les SIG sont des outils qui permettent, par leur qualité d'intégration, d'automatiser les procédures d'élaboration de schémas d'aménagement et facilitent les traitements inhérents à l'information géographique. Aussi, ils permettent de synthétiser et d'analyser la masse de données disponibles sur un territoire. Ils s'avèrent donc l'outil le plus adéquat pour le suivi des phénomènes de dégradation du milieu naturel, notamment l'érosion.

Dans cette étude sur le bassin versant de Meffrouche nous avons effectué les étapes suivantes :

**A-** Étude des paramètres morphométriques du bassin versant.

**B-** Réalisations cartographiques par l'outil SIG (système d'information géographique) et proposition des travaux d'aménagement au niveau du bassin versant.

**C-** Sorties sur terrain : deux sorties ont été effectuées, avant et après réalisation de la carte d'occupation des sols. Le premier est nécessaire pour la reconnaissance de la zone d'étude (bassin versant Meffrouche) et faire une appréciation visuelle sur la sensibilité du sol à l'érosion dans cette zone. La deuxième est utile pour confirmer et vérifier les données sur cette carte avec celle de la réalité de terrain, notamment les types d'occupation du sol.

- 1- Paramètres morphométriques : Les différents paramètres morphométriques d'un bassin versant (forme et relief) interviennent et souvent de façon combinée, pour régler les modalités de l'écoulement.

Ils ont l'avantage de se prêter à une analyse quantifiée. Pour notre bassin versant « Meffrouche », l'étude comportera quatre étapes :

- L'étude des caractéristiques de forme du bassin versant (la surface, le périmètre, Coefficient de Gravellius (KC), Longueur du rectangle équivalent et la Largeur du rectangle équivalent)
- L'étude du relief (les altitudes : maximale, minimale, moyenne, médiane, à 95% et à 5% - Les pentes : moyenne, globale et de ROCHE - Dénivelée spécifique).
- L'étude du réseau hydrographique (Densité de drainage, Fréquence des cours d'eau, Rapport des confluences, Rapport des longueurs, Coefficient de torrentialité et le Temps de concentration).

## 1.1. Cartographie par le SIG

Le Système d'information Géographique SIG est défini comme l'ensemble des organisations et des moyens mis en œuvre dans un organisme pour assurer l'information interne de ce dernier (**Pornon, 1992**). C'est un système qui permet de gérer l'information géographique.

Pour **Burrough (1986)**, il s'agit d'un ensemble puissant d'outils pour rassembler, stocker, extraire à volonté et visualiser des données spatiales du monde réel pour un ensemble particulier d'objectifs.

Selon **Didon(1989)**, un SIG est un système informatique de gestion et de traitement d'informations localisées, destinées à l'aide à la décision.

### 1.1.1. Différents modes d'un SIG

Un SIG est un environnement qui fournit des informations sur les objets spatiaux; sa principale fonction est d'offrir à l'utilisateur une interface graphique, permettant la localisation des objets à décrire ou l'identification de ceux répondant aux caractéristiques souhaitées. Il existe deux modes pour la représentation de l'information géographique : le mode vecteur et le mode raster.

#### 1.1.1.1. Mode objet (structure vecteur)

Les données vecteur sont un ensemble d'objets spatiaux représentés chacun par les éléments suivants : point, ligne et polygone.

- Les données surfaciques : comme un parcellaire ou tout autre zonage thématique sont représentés par des polygones.
- Les données linières ou filaires : comme les réseaux techniques, les cours d'eau ou les voies, sont représentés par des lignes.
- Les données ponctuelles : comme les puits, les points de sondage, les sièges d'exploitation, sont représentés par des points.

#### 1.1.1.2. Mode image (structure raster)

Dans ce cas, un SIG peut être défini comme étant un environnement conçu pour l'analyse et la modélisation de la distribution spatiale des phénomènes. Ce mode est simple car les données sont stockées sous forme de tableaux et sont de ce fait faciles à manipuler par un ordinateur. Les informations géographiques de types raster sont issues de traitements élaborés d'images satellitaires, de photographies numériques aériennes ou du processus de scannérisation de documents cartographiques. Les croisements des données sont faciles à réaliser, puisque toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base : la cellule (ou le pixel).

## 1.2. Carte thématique

Une carte et une représentation géographique plane, réduite, simplifiée de la réalité et conventionnelle, de tout ou une partie de la surface terrestre, dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle échelle. Le travail du cartographe est la fois un travail de l'ordre scientifique, artistique et technique (**Jaziri, 2011**).

Tout travail cartographique nécessite 3 types d'opération :

- Les opérations scientifiques : choix du système de projection, analyse, traitements des informations.
- Les opérations artistiques : Le côté dessin : couleur, figuré, symbole.
- Les opérations techniques : imprimerie.

En cartographie, les cartes sont divisées en deux groupes :

- Carte topographique : mesure et représentation de la Terre.
- Carte thématique : représentation graphique de n'importe quel thème. (**Jaziri, 2011**).

Dans l'heure actuelle, le SIG (système d'information géographique) est l'outil le plus utilisé dans la réalisation des différentes cartes géographiques.

### 1.2.1. Étapes de réalisation des cartes thématiques

#### 1.2.1.1 Création d'une base de données cartographique SIG

Un SIG est une base de données géoréférencées gérée par un système, dont le but est de permettre une meilleure compréhension de l'espace en intégrant la dynamique des phénomènes analysés. Ainsi, peut-on dire que le système d'information géographique permet d'obtenir une représentation pertinente de l'espace considéré tant qu'il tient compte de ou des modifications survenues (**Serradj, 2004**). La base de données est une collection de représentations de la réalité sous forme de données inter-reliées aussi cohérentes que possible, mémorisées avec une redondance calculée et structurée de manière à faciliter leur exploitation pour satisfaire une grande variété de demandes de renseignements exprimés par de nombreux utilisateurs ayant des exigences de réponses compatibles avec leurs conditions de travail (**Tardieu in Caloz, 1992**). Le logiciel MapInfo permet la création assistée de cartes thématiques dont les étapes de réalisation sont les suivantes :

#### 1.2.1.2 Acquisition des données : Choix de l'image

Le système d'information géographique SIG est un système qui va nous permettre, à partir de diverses sources (cartes topographiques, image spatiale, modèle numérique de terrain « MNT », données textuelles, etc.) de rassembler et d'organiser, de gérer et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.

**Tableau 12.** Représentation des différentes cartes « couches d'information géographiques » et leurs données descriptives.

<b>Constitution de la base de données</b>	<b>Ensemble géométrique</b>	<b>Ensemble sémantique</b>
<b>Limite, surface et périmètre du bassin versant</b>	Cette couche est faite à partir d'une combinaison des logicielles : Google earth, MNT et Map-info	Le fichier de données relatif à la forme et la valeur de surface et périmètre du bassin versant
<b>Rectangle équivalent</b>	Cette couche est réalisée à partir du Map-info.	Le fichier de données relatif à la classe des altitudes avec la largeur et longueur totale du bassin versant.
<b>Réseaux hydrographiques</b>	Cette couverture est faite à partir du MNT – logiciel map-info –VM (Vertical Mapper)	Le fichier de données est relatif au nombre, l'ordre et la longueur des talwegs.
<b>Occupation du sol</b>	Cette couverture est digitalisée sur le logiciel Map-info. Elle est faite à partir d'une carte d'occupation de sol, d'une image satellitaire obtenue à partir du logiciel Google earth.	L'information est relative aux types d'occupation : forêt, matorral, agriculture, agglomération, terrain nu, terrain du parcours.
<b>Pente</b>	Cette couverture est faite à partir du MNT – logiciel Map-info –VM (Vertical Mapper)	Le fichier de données relatif à la classe des pentes
<b>Lithologie</b>	Cette couverture est faite à partir de la numérisation de la carte lithologique (scannérisation- calage et digitalisation) avec Map-info.	Le fichier de données est relatif à la nature lithologique de chaque unité.
<b>Propositions d'aménagement</b>	Cette couche est faite avec Map-info. Réalisée à partir d'une combinaison des cartes : la carte d'occupation du sol - du réseau hydrographique- et carte des pentes.	Le fichier de données est le résultat de la base de données des différents thèmes donnant ainsi : des travaux antiérosifs, sylvicoles, agricoles, reboisement, arboriculture rustique, aménagement de parcours et sensibilisation de la population

**1.2.1.3. Numérisation**

La numérisation est l'une des principales sources d'acquisition des données thématiques. Le document à digitaliser doit être préparé, notamment à son géoréférencement (coordonnées Lambert, en longitude, latitude, UTM, etc.).

Aussi, la numérisation est un système de conversion des informations analogiques dans un code numérique identifiable par un ordinateur. Elle peut s'appliquer directement sur les cartes et images. La transformation des résultats d'interprétation en mode numérique permet d'opérer plusieurs exploitations : transferts d'échelle, calculs de superficie, analyse des relations (juxtaposition, voisinage, liaisons entre polygones lignes et points).

**1.2.1.4. Géoréférencement**

Le géoréférencement (système de localisation et positionnement avec des coordonnées (X, Y)) est nécessaire pour la réalisation des différentes opérations cartographique dans un SIG : manipulation et analyse des données, calcul des distances, des surfaces ...etc.

Il existe des images et cartes d'origine géoréférencée, comme l'image satellitaire et le MNT).

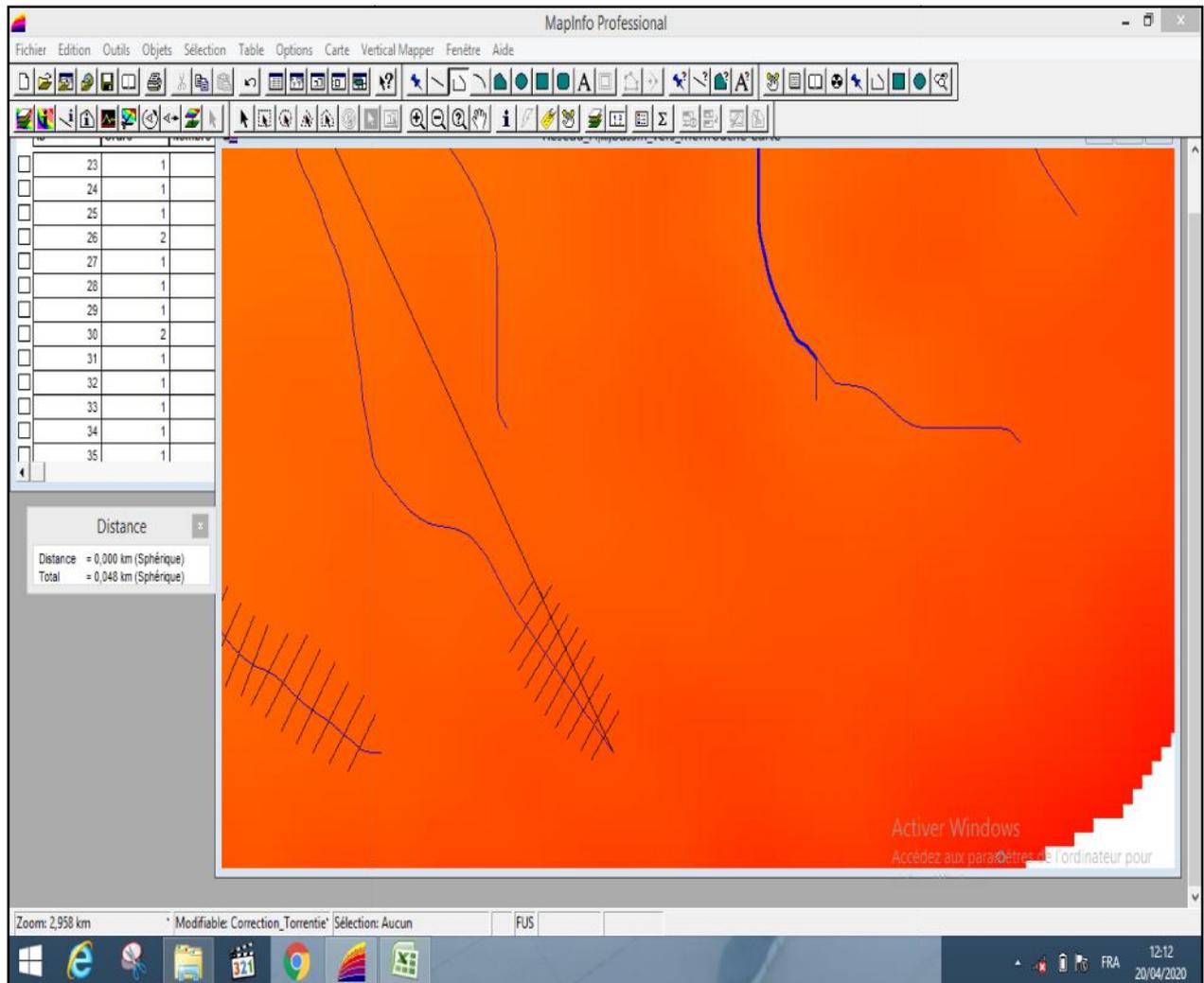
Une carte non géoréférencier doit être calée (calage) et ce, après avoir été scannée (scannérisation). Pour y parvenir, il y a lieu de choisir un ensemble de points de contrôle (point de calages) sur l'image et sur une carte topographique (la géoréférenciation). Les points à utiliser auront la particularité d'être sur des croisements très nets permettant une localisation au pixel près.

Une carte géoréférencée nous évite d'entrer chaque fois des coordonnées à la main dans l'ordinateur. Une digitalisation à partir d'une carte géoréférencée connaît les coordonnées en tout point. Des attributs de coordonnées ne sont pas nécessaires.

**1.2.1.5. Digitalisation**

Dessiner sur un logiciel SIG les différents objets et surfaces existants au niveau la zone d'étude (forêts, matorral, vides, parcours, agriculture, céréaliculture, infrastructures, TPF, réseau hydrographique, point d'eau...etc.). Le travail de la digitalisation est divisé en trois étapes :

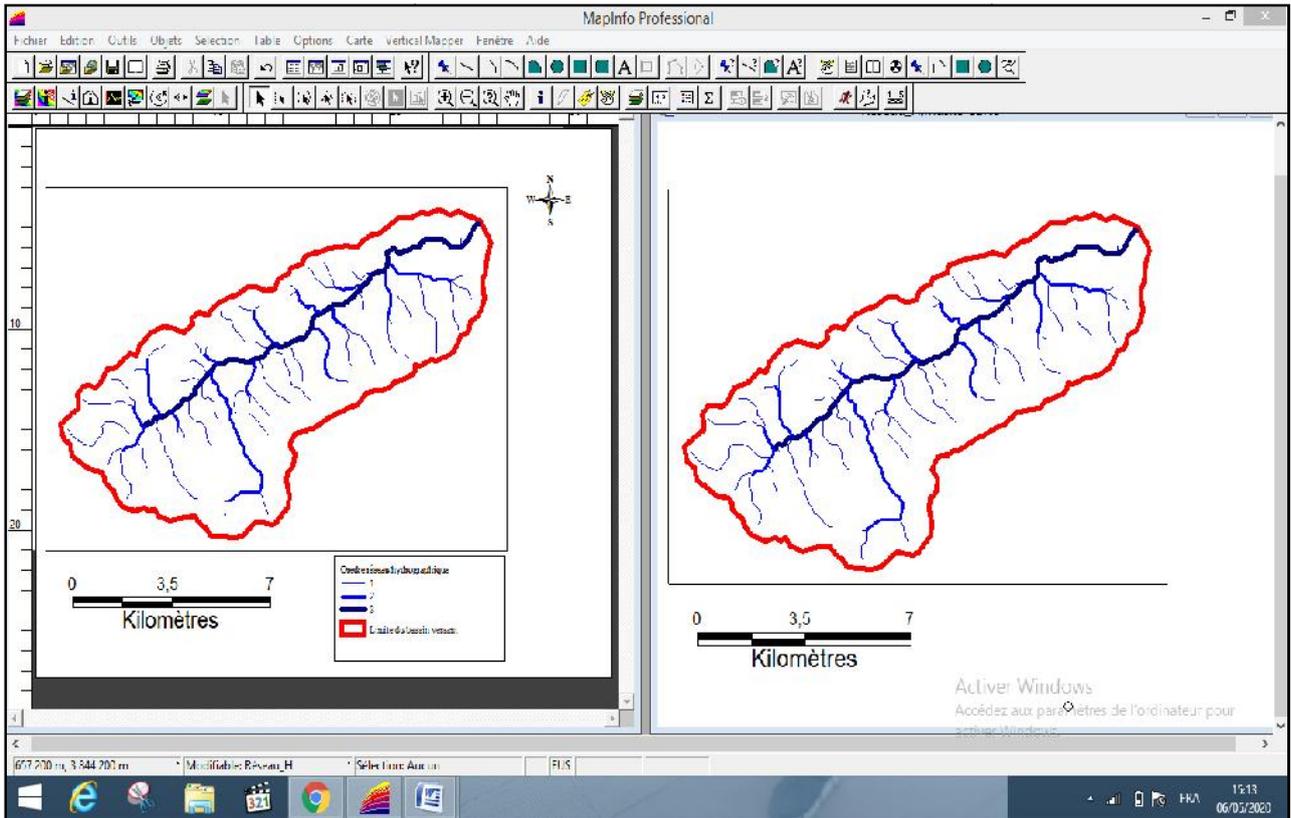
- Classée d'éléments simples : points ou multipoints, ligne ou polyligne, et polygone ou multipart ;
- Enregistré le résultat de travaille en forme de shp, shx, dbf.
- Déterminer sur les tableaux (basse de donnes) les informations de chaque forme soit point, polyligne, polygone.



**Figure 20.** Digitalisation de la carte des travaux de correction torrentielle et des propositions d'aménagements à l'aide du logiciel Map-info 8.0. (Benmensour W., 2020).

#### 1.2.1.6. La mise en page

La mise en page constitue l'étape finale de la cartographie pour avoir une carte avec une forme agréable et comporte les informations nécessaires sur le bassin versant Meffrouche.



**Figure 21.** La mise en page de la carte du réseau hydrographique à l'aide du logiciel Mapinfo 8.0. (Benmensour W., 2020).

## 2. LES LOGICIELS UTILISENT

### 2.1. Logiciel Google Earth

Google Earth offre des images et des photographies qui couvrent l'ensemble du globe. Elles sont prises parfois pendant les 3 dernières années et sont mises à jour continuellement.

La résolution varie d'un endroit à l'autre, généralement, il permet à l'utilisateur de voir les principales caractéristiques géographiques et artificielles de développement, comme les villes et les routes (Karen.K.Kemp, 2008). Dans notre étude, l'utilisation de l'image satellitaire Google earth, est très importante dans l'élaboration de la carte d'occupation du sol existant actuellement dans le bassin versant Meffrouche.

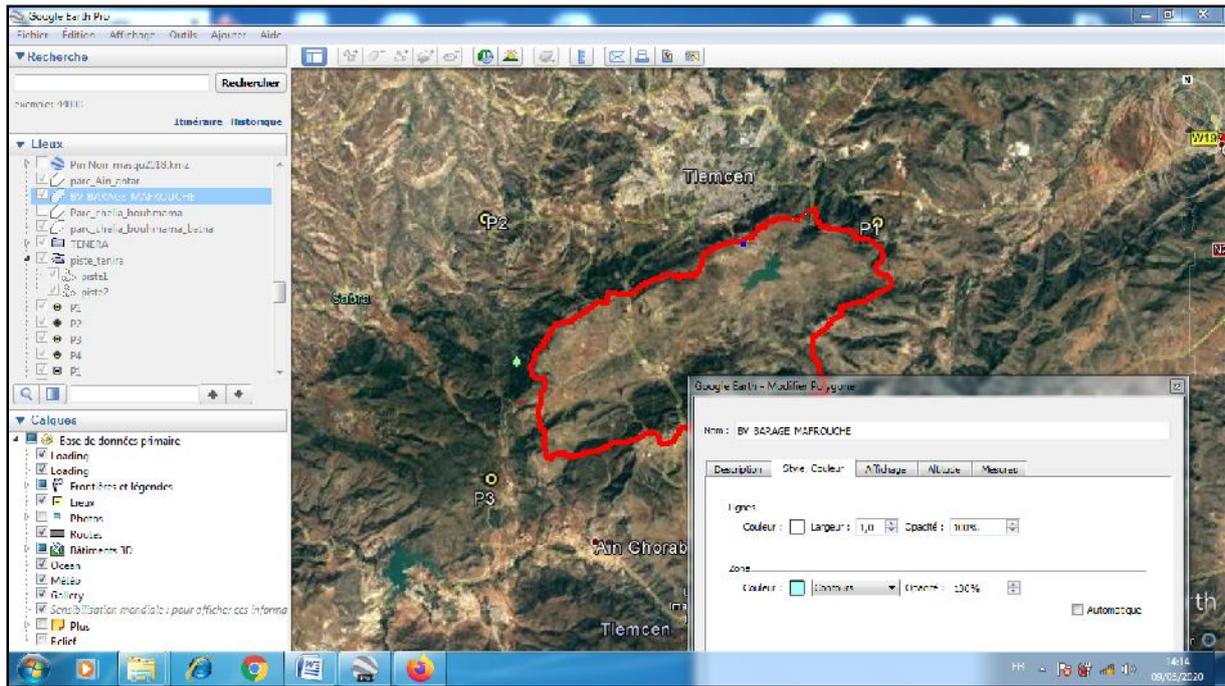
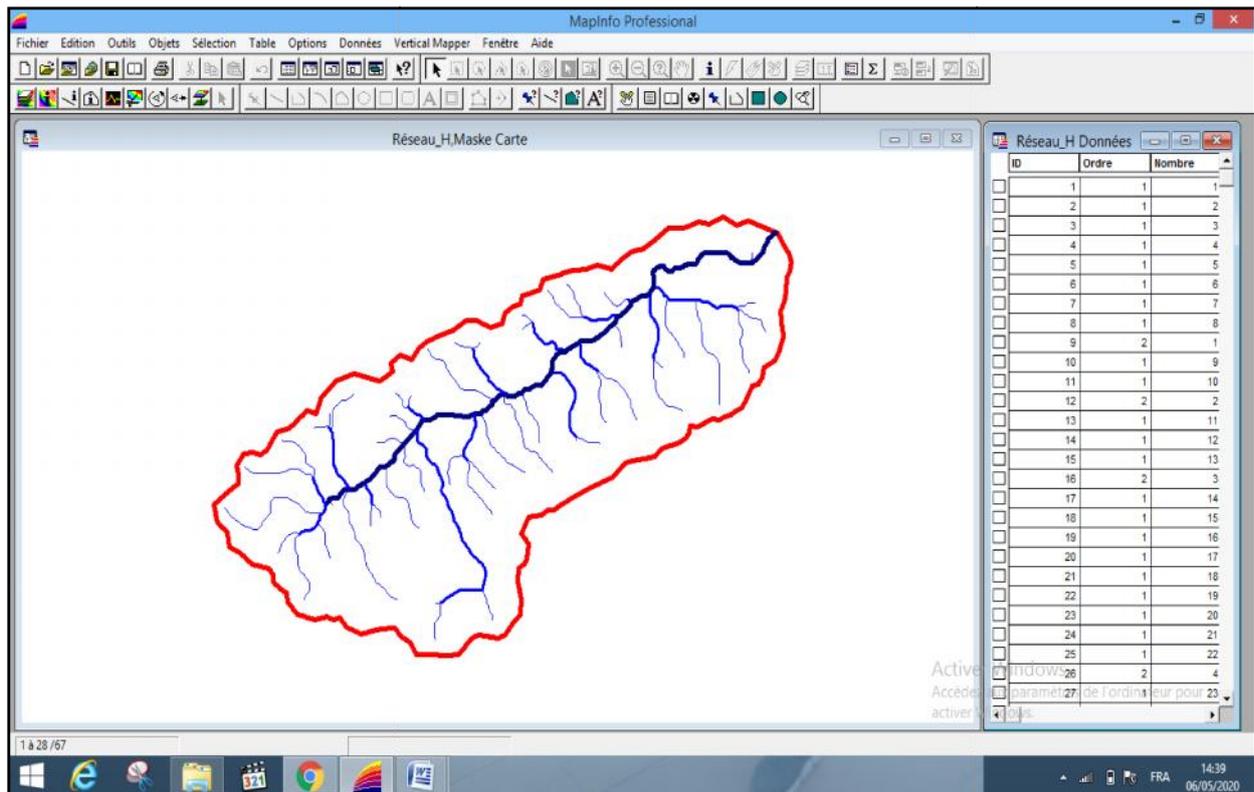


Figure 22. Délimitation du bassin versant sur Google earth. (Benmensour W., 2020).

## 2.2. Le logiciel MAP-INFO professionnel

Le Map-info est un logiciel SIG de cartographie informatisée. Il permet de traiter des données contenant des informations géographiques, en liaison avec un système de représentation géographique. Selon **Barbier, (2002)** Map-Info est un outil de type Système d'Information géographique (SIG) qui sert à créer, traiter et à cartographier l'information géographique.

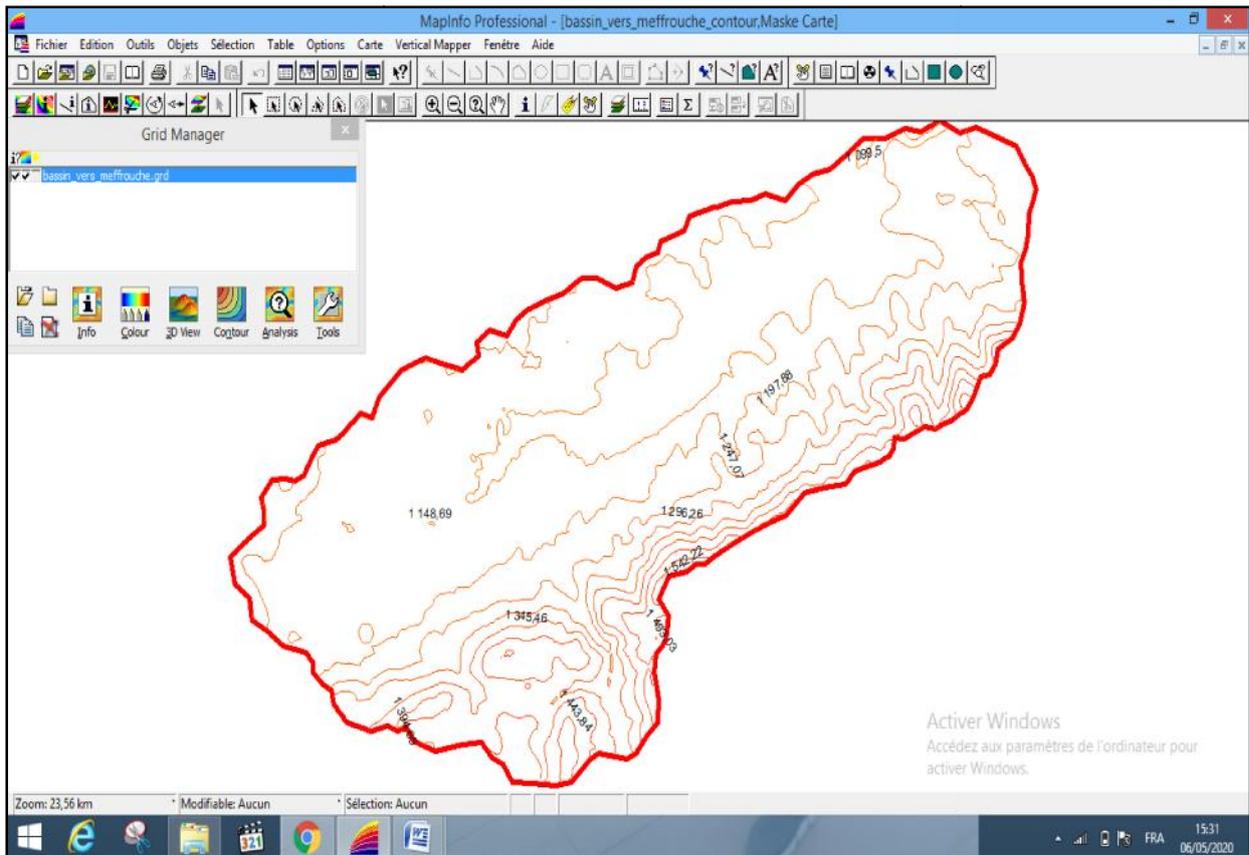
Il compile, assemble, croise des données thématiques professionnelles avec des données génériques vecteurs ou raster. Une caractéristique clé aujourd'hui de Map-Info Professional est qu'il continu d'être relativement facile à apprendre, intuitif, et convivial (**Karen.K.Kemp, 2008 ; in Zenzan, 2016**).



**Figure 23.** Réalisation de la carte du réseau hydrographique à l'aide du logiciel Mapinfo 8.0. (Benmensour W., 2020).

### 2.3. Logiciel Vertical Mapper (VM) et MNT

C'est un logiciel SIG qui est considéré comme un complément du logiciel Map info. Le logiciel VM permet de lire des fichiers MNT, et faire les différentes opérations nécessaires pour la réalisation des cartes de pentes, d'expositions d'hypsométries,....etc.



**Figure 24.** Réalisation de la carte hypsométrique à l'aide du logiciel Vertical Mapper- Map Info 8.0. (Benmensour W., 2020).

## 2.4. Modèle numérique du terrain

Le modèle numérique du terrain (MNT) est une représentation numérique du relief d'une zone qui est symbolisée par une grille dont à chaque cas (pixel) est associé un code numérique correspondant à l'altitude réelle ou relative de cette zone (Phillips, 1995). Dans notre cas, il est restitué automatiquement à partir d'image satellite altimétrique MNT, sous forme d'un extrait relatif à la zone d'étude « bassin versant Meffrouche ». La réalisation du MNT permet de donner l'information altimétrique complète. À partir de ce résultat, il est possible d'élaborer des cartes thématiques issues du traitement de l'information de relief (carte des pentes, des expositions, de l'hypsométrie, 3D...).

---

# **CHAPITRE IV**

## **RESULTATS DES PARAMETRES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT**

---

## 1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT DE MEFFROUCHE

Les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant influencent fortement sa réponse hydrologique, et notamment le régime des écoulements en période de crue. Les caractéristiques morphologiques abordées dans cette étude, relatives au bassin versant de Meffrouche sont les suivantes :

### 1.1. Forme du bassin versant

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin versant. Par exemple, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. En revanche, les bassins en forme d'éventail, présentant un temps de concentration plus court, auront les plus forts débits de pointe.

La surface du bassin versant peut être déterminée à l'aide d'un planimètre ou mieux par les techniques de la digitalisation effectuée sur des logiciels SIG (Map-info 8.0). La surface de notre bassin versant est de 77,83km<sup>2</sup>. Le périmètre peut être mesuré à l'aide d'un curvimètre ou automatiquement par des logiciels SIG. Le périmètre de notre bassin versant est de 42,66 km.

Généralement, la forme d'un bassin versant est relative à l'indice de compacité de Gravelius (1914). L'indice de compacité (KC) renseigne sur la forme du bassin versant qui a une grande influence sur l'écoulement global du cours d'eau et surtout sur l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin résultant d'une pluie donnée. Il est défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface. Il est exprimé par la formule suivante :

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

**Kc** : Indice de compacité de Gravelius.

**P** : Périmètre du bassin versant (Km).

**S** : Surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>).

Cet indice détermine la forme du bassin versant. Il est proche de **1** pour un bassin de forme quasiment circulaire et supérieur à **1** lorsque le bassin est de forme allongée. Pour notre bassin versant **KC = 1,35** ce qui exprime une **forme allongée** et qui aura un impact sur les écoulements et le développement d'une érosion linéaire.

### 1.2. Notion du rectangle équivalent

Partant du coefficient de Gravelius, il est possible suivant la méthode de **Roche (1963)** d'établir un rectangle équivalent (fig.14). **Ce paramètre** permet de comparer facilement des bassins versants entre eux, en ce qui concerne l'influence de leurs caractéristiques (de la forme géométrique du bassin) sur l'écoulement. Le rectangle équivalent s'identifie par une simple transformation géométrique du contour du bassin en un rectangle de même surface ( $S=A$ ), de

périmètre (P), de longueur (L), de largeur (l), indice de compacité KC, et de la même courbe hypsométrique que le bassin versant étudié. Les courbes de niveau devenant des droites parallèles aux petites côtes et les exutoires du bassin versant étant assimilées à l'un de ces petits côtés du rectangle.

**1.2.1. Longueur du rectangle équivalent**

La longueur du rectangle est déduite à partir de la relation suivante :

$$L = \frac{KC}{1.12} \times \sqrt{S} \left\{ 1 + \sqrt{\left( 1 - \left( \frac{1.12}{KC} \right)^2 \right)} \right\}$$

**L = 16,66 km**

**1.2.2. Largeur du rectangle équivalent**

Elle est donnée par:

$$l = \frac{KC}{1.12} \times \sqrt{S} \left\{ 1 - \sqrt{\left( 1 - \left( \frac{1.12}{KC} \right)^2 \right)} \right\}$$

**l = 4,67 km**

**KC** : Indice de compacité de Gravelius

**S** : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>)

**L** : Longueur due rectangle équivalent (km)

**l** : Largeur du rectangle équivalent (km)

**Tableau 13.** Caractéristiques de forme pour le bassin versant Meffrouche.

Bassin versant	Surface (Km <sup>2</sup> )	Périmètre (Km)	Kc	Rectangle équivalent	
				Longueur (Km)	Largeur (Km)
Meffrouche	77.83	42.66	1.35	16.66	4.67

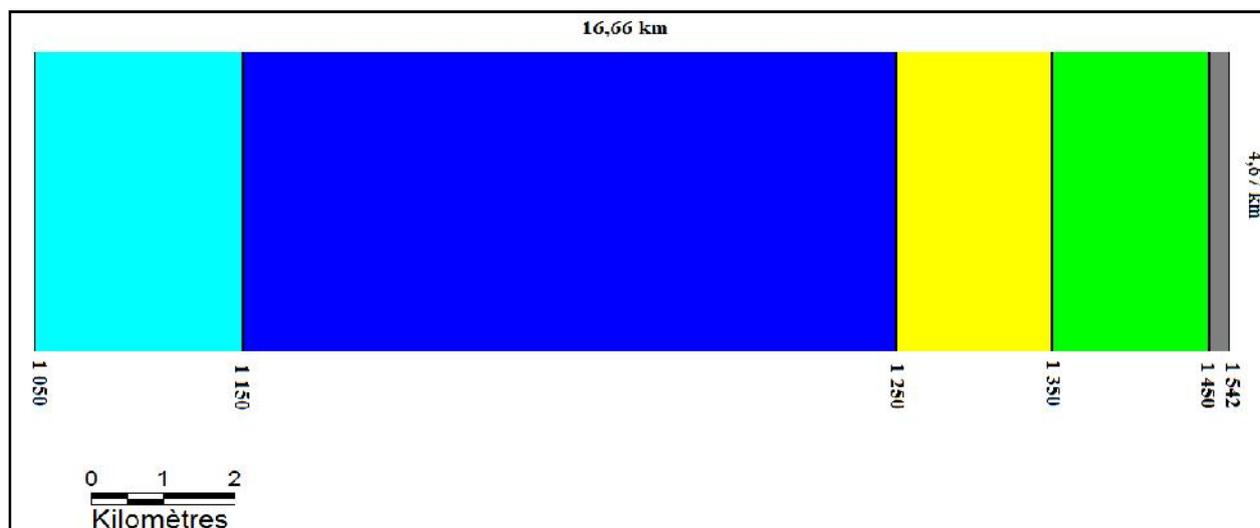


Figure 25. Rectangle équivalent du bassin versant de Meffrouche.

### 1.3. Relief

#### 1.3.1 Courbe hypsométrique

Le relief est un facteur essentiel, il détermine en grande partie l'aptitude au ruissellement et l'infiltration des terrains. Le relief est caractérisé par la courbe hypsométrique qui est une représentation graphique permet de montrer la répartition en pourcentage de la superficie du bassin versant en fonction de l'altitude afin de nous refléter la topographie du bassin versant. La répartition du bassin versant par tranches d'altitudes est donnée dans le (Tab.14 et Fig.26).

Tableau 14. Répartition hypsométrique du bassin versant Meffrouche (Map info 8.0).

Altitudes (m)	Surface partielle (Km <sup>2</sup> )	Surface cumulée (Km <sup>2</sup> )	Surface partielle %	Surface partielle cumulée %
1450-1542	1.35	1.35	1,63	1,63
1350-1450	10.22	11.57	13,09	14,72
1250-1350	10.11	21.68	12,98	27,70
1150-1250	42.63	64.31	54,88	82,58
1050-1150	13.52	77.83	17,42	100

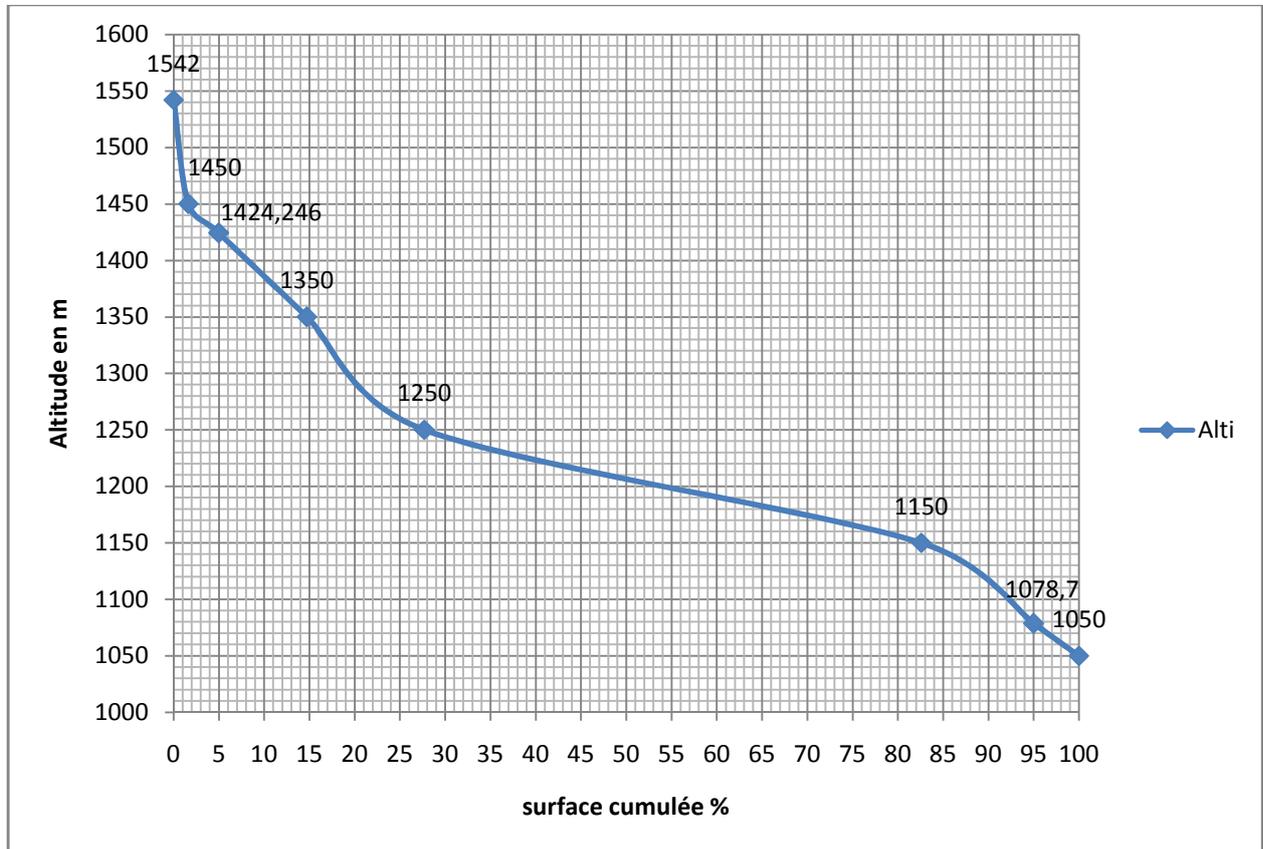


Figure 26. Courbe hypsométrique du bassin versant de Meffrouche.

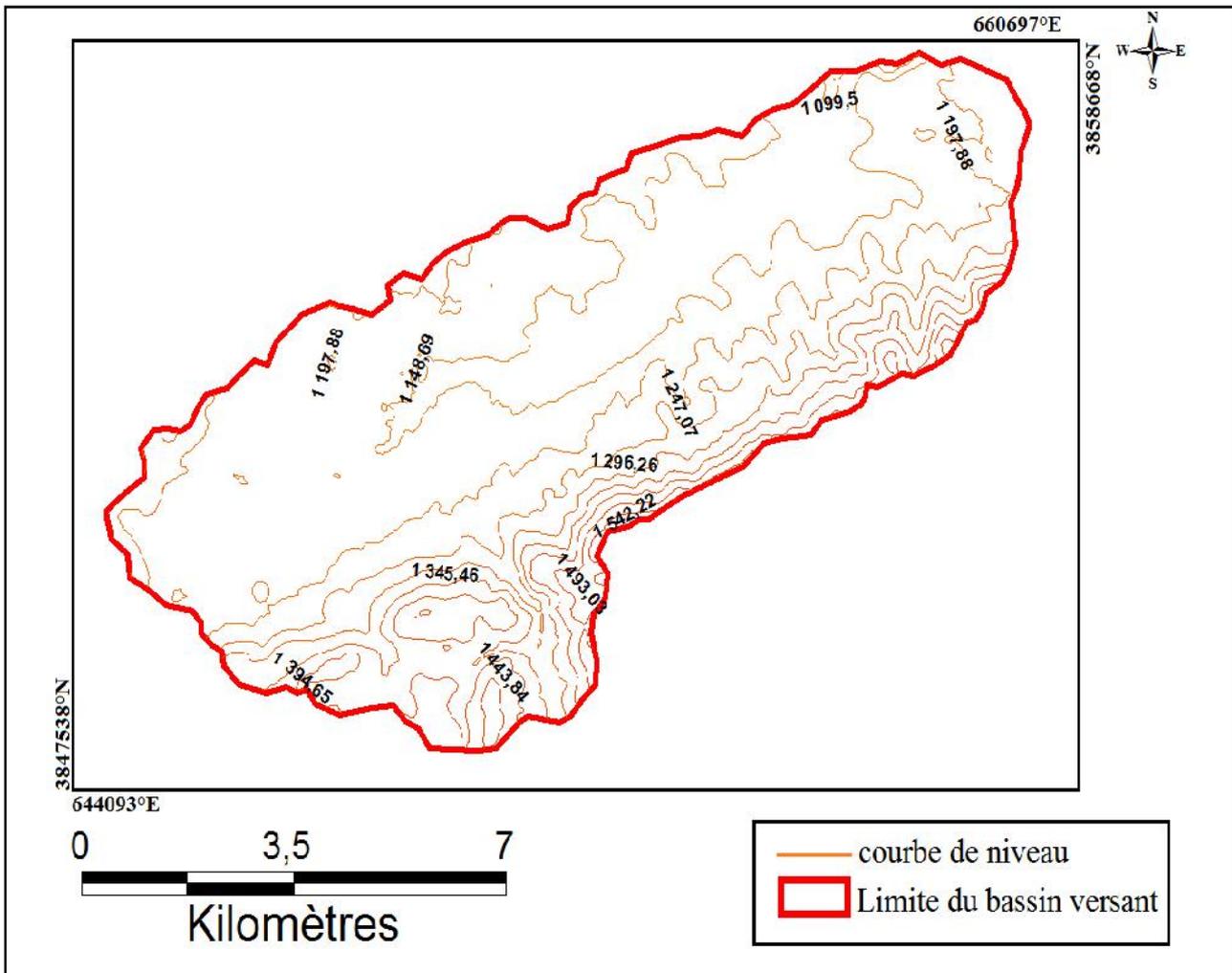


Figure 27. Courbe hypsométrique du bassin versant de Meffrouche (Benmansour W. Map info 8.0-VM3.0).

### 1.3.2. Altitudes caractéristiques

Elles reflètent la morphologie du bassin versant. L'altitude joue un rôle non négligeable sur l'intensité et sur la nature des précipitations ayant par conséquent un lien indirect avec l'importance de l'érosion hydrique. Les altitudes caractéristiques du bassin versant de Meffrouche sont les suivantes :

#### 1.3.2.1 Altitudes maximale et minimale

Elles sont obtenues directement à partir de la carte topographique. Ces deux données déterminent l'amplitude altimétrique du bassin versant et interviennent aussi dans le calcul de la pente.

Pour le cas de notre bassin  $H_{max} = 1542$  et  $H_{min} = 1050$ .

#### 1.3.2.2 Altitude moyenne

L'altitude moyenne se déduit directement de la courbe hypsométrique ou de la lecture d'une carte topographique. On peut la définir comme suit :

$$H_{\text{moy}} = \frac{\sum H_i A_i}{S}$$

**H<sub>moy</sub>** : Altitude moyenne du bassin (m)

**A<sub>i</sub>**: Aire comprise entre deux courbes de niveau (km<sup>2</sup>)

**H<sub>i</sub>** : Altitude moyenne entre deux courbes de niveau (m)

**S** : Superficie totale du bassin versant (km<sup>2</sup>)

**Tableau 15.** Répartition altimétrique du bassin versant de Meffrouche.

Tranche D'altitude(m)	H <sub>i</sub> (m)	A <sub>i</sub> (km <sup>2</sup> )	H <sub>i</sub> *A <sub>i</sub>
1450-1542	1496	1,35	2019,6
1350-1450	1400	10,22	14308
1250-1350	1300	10,11	13143
1150-1250	1200	42,63	51156
1050-1150	1100	13,52	14872

**=95498,6**

Le calcul de H<sub>moy</sub> sera déterminé par la relation précédente :

$$H_{\text{moy}} = 1227,02 \text{ m}$$

### 1.3.2.3 Altitude médiane

L'altitude médiane correspond à l'altitude lue au point d'abscisse 50% de la surface totale du bassin, sur la courbe hypsométrique (Fig. 26)

$$H_{\text{méd}} (50\%) = 1205 \text{ m}$$

### 1.3.3. Pente moyenne du bassin versant

Plusieurs méthodes ont été développées pour estimer la pente moyenne d'un bassin. La méthode proposée par **Carlier et Leclerc (1964)** consiste à calculer la moyenne pondérée des pentes de toutes les surfaces élémentaires comprises entre deux altitudes données. Une valeur approchée de la pente moyenne est alors donnée par la relation suivante :

$$I_m = Dt / L$$

Où :

**$I_m$**  : Pente moyenne (m).

**$L$**  : Longueur totale des courbes de niveau (m).

**$Dt = H_{max} - H_{min}$**  : dénivelée totale du rectangle (m).

L'indice de pente moyenne pour notre bassin versant est : **0,0295 m** ou **2,95 %**

### 1.3.4. Indice de pente global

La pente globale est exprimée par la formule suivante:

$$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L}$$

**$H_{5\%}$**  : altitude correspondant à 5% de la surface totale du bassin = 1424,246 m

**$H_{95\%}$**  : altitude correspondant à 95% de la surface totale du bassin = 1078,7m

**$L$**  : Longueur du rectangle équivalent (m)

Le bassin versant de Meffrouche a un indice  **$I_g$**  égal à **0,021** et se range selon la classification de l'ORSTOM (Tab. 16) dans une classe de **relief assez fort**.

Tableau 16. Classification du relief selon  $I_g$  par O.R.S.T.O.M.

Relief très faible	$I_g < 0,002$
Relief faible	$0,002 < I_g < 0,005$
Relief assez faible	$0,005 < I_g < 0,01$
Relief modèrè	$0.01 < I_g < 0.02$
Relief assez fort	$0,02 < I_g < 0,05$
Relief fort	$0,05 < I_g < 0,1$
Relief très fort	$0,1 < I_g$

### 1.3.5. Indice de pente de ROCHE

L'indice de pente de **ROCHE (1963)** sert à déterminer la pente moyenne à partir des données du bassin versant. il détermine la pente en deux courbes de niveau. L'indice de pente  $I_p$  défini par Roche est égal à :

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_i^n \sqrt{a_i d_i}$$

$a_i$  : pourcentage de la superficie totale comprise entre 2 tranches d'altitude  $h_i$  et  $h_{i+1}$

$d_i$  : dénivelée entre deux altitudes successives  $d_i = h_{i+1} - h_i$

$n$  : nombre de courbes de niveau.

$L$  : Longueur du rectangle équivalent (m)

L'indice de pente de ROCHE  $I_p$  égal à **0,16**, ce qui correspond a une pente **assez forte**.

### 1.3.6. Dénivelé spécifique

Ce paramètre nous permet de déterminer et de classer les reliefs. Il est défini par la relation suivante :

$$D_s = I_g \sqrt{S}$$

**Ig** : Indice global de la pente

**S** : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>)

Le bassin versant de Meffrouche possède un dénivelé spécifique d'une valeur égale à **183 m**, ce qui lui permet de se classer dans une catégorie correspondant à un relief **Assez fort** (Tab.17).

**Tableau 17.** Classification du relief selon **Ds** par O.R.S.T.O.M.

<b>Type de relief</b>	<b>valeurs de Ds</b>
Relief très faible	$D < 10\text{m}$
Relief faible	$10\text{ m} < D < 25\text{ m}$
Relief assez faible	$25\text{ m} < D < 50\text{ m}$
Relief modère	$50\text{ m} < D < 100$
Relief assez fort	$100\text{ m} < D < 250\text{ m}$
Relief fort	$250\text{ m} < D < 500\text{ m}$
Relief très fort	$D \geq 500\text{ m}$

**Tableau 18.** Récapitulation des paramètres morphométriques (de forme et de reliefs) du bassin versant de Meffrouche.

<b>Caractéristiques</b>	<b>Paramètres</b>	<b>Symbole</b>	<b>Unités</b>	<b>Valeurs</b>
<b>Morphologie du bassin versant</b>	<b>Surface</b>	S	Km <sup>2</sup>	77.83
	<b>Périmètre</b>	P	Km	42.66
	<b>Coefficient de Gravellius</b>	Kc	-	1.35
	<b>Longueur du rectangle équivalent</b>	L	Km	16.66
	<b>Largeur du rectangle équivalent</b>	l	Km	4.67
<b>Relief</b>	<b>Altitude minimale</b>	Hmin	m	1050
	<b>Altitude médiane</b>	Hmed	m	1205
	<b>Altitude moyenne</b>	Hmoy	m	1227,02
	<b>Altitude maximale</b>	Hmax	m	1542
	<b>Altitude à 5%</b>	H5%	m	1424,246
	<b>Altitude à 95%</b>	H95%	m	1078,7
	<b>Pente moyenne</b>	Pm	%	2,95
	<b>Pente globale</b>	Ig	-	0,021
	<b>Pente de ROCHE</b>	Ip	-	0.16
<b>Dénivelée spécifique</b>	Ds	m	183	

## 2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique est composé d'un cours d'eau principal et une série de tributaires dont les ramifications s'étendent vers les parties les plus hautes du bassin versant.

Pour bien étudier le réseau hydrographique de la région d'étude, on fait la classification des thalwegs « cours d'eau » et des affluents; pour chaque ordre on détermine le nombre de thalwegs et la longueur totale de ceux-ci. Il existe plusieurs méthodes de classification du réseau hydrographique (**Horton 1945, Schumm 1956, Strahler 1957**), dans cette étude on a utilisé la méthode de (**Strahler 1957**), car c'est la plus utilisée aujourd'hui. Cette méthode a été proposée initialement par HORTON en 1945 puis modifiée par Strahler en 1957, son principe est comme suit :

- Tout cours d'eau n'ayant pas d'affluent est dit d'ordre 1.
- Au confluent de deux cours d'eau de même ordre  $n$ , le cours d'eau résultant est d'ordre ( $n + 1$ )
- Un cours d'eau recevant un affluent d'ordre inférieur garde son ordre.
- Remarque : Est d'ordre  $x + 1$  tout tronçon de rivière formé par la réunion de deux cours d'eau d'ordre  $x$  (classifications de **Schumm**).

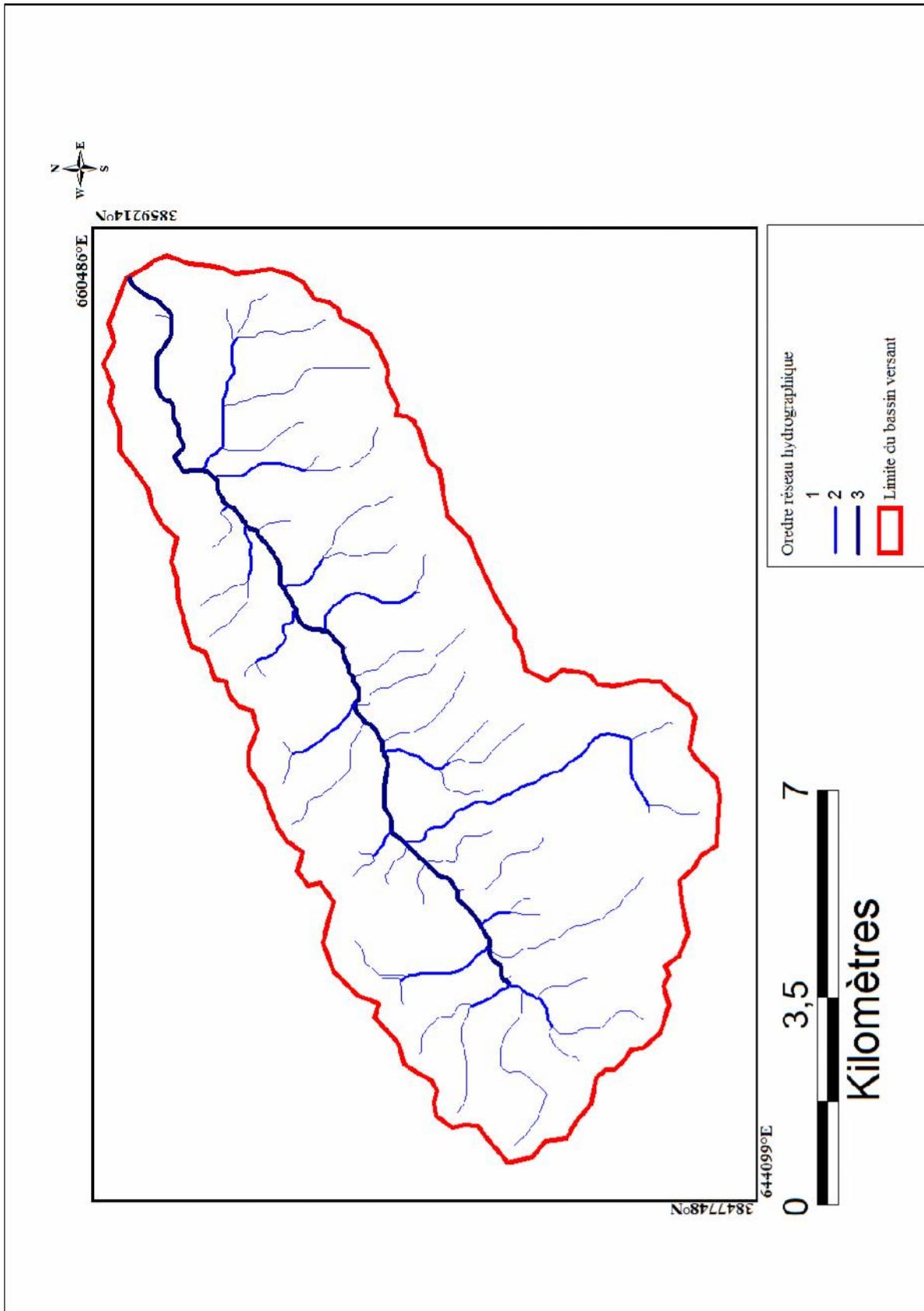


Figure 28. Réseau hydrographique du bassin versant du barrage de Meffrouche

(Benmansour W. SIG Map info 8.0)

**Tableau 19.** Classification du réseau hydrographique du bassin selon Strahler (1957) dans le bassin Meffrouche (**Map info 8.0**).

Ordre	Nombre de Thalwegs	Longueur (km)	Longueur moyenne
1	51	54,019	1,06
2	15	22,25	1,48
3	1	15,22	15,22
Total	67	91,49	

Divers paramètres sont utilisés pour définir le réseau hydrographique parmi, les plus importants nous citons, la fréquence des cours d'eau (**Fs**), le rapport des longueurs (**Rl**), le rapport de confluence (**Rc**), la densité de drainage (**Dd**), le coefficient de torrentialité (**Ct**) et le temps de concentration (**Tc**).

### 2.1. Fréquence des cours d'eau (**Fc**)

La fréquence des cours d'eau, appelée aussi densité hydrographique, représente le nombre de cours d'eau par unité de surface.

$$F_c = \frac{N}{S}$$

Avec:

**N** : nombre des cours d'eau.

**S** : surface du bassin.

$$F_c = 0,86$$

La fréquence des cours d'eau au niveau du bassin versant de Meffrouche est de l'ordre de **0.86**, d'où une densité moyennement importante.

### 2.2. Rapport des longueurs (**R<sub>L</sub>**)

Il est défini comme étant le rapport entre la longueur moyenne des thalwegs d'ordre (n+1) par celui des thalwegs d'ordre (n). La relation est la suivante :

$$R_L = \frac{L(n+1)}{L_n}$$

$R_L$ : Rapport de longueur.

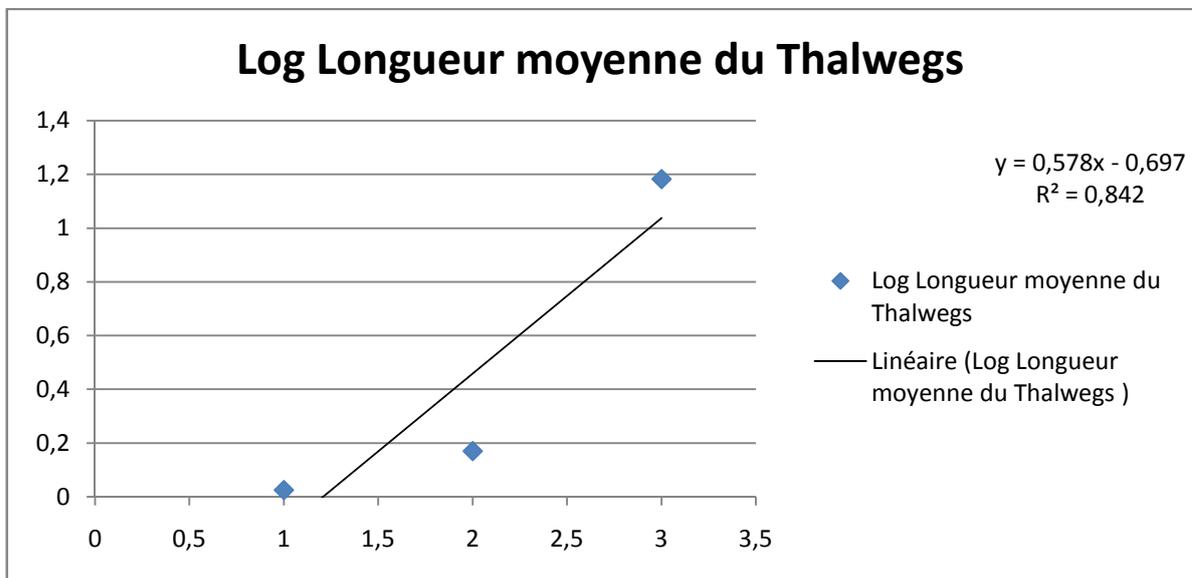
$L_{n+1}$  : Longueur moyenne des talwegs d'ordre (n+1) (km).

$L_n$  : Longueur moyenne des talwegs d'ordre (n) (km).

**Tableau 20.** Classification des rapports de longueurs.

Ordre	Nombre de Thalwegs	Longueur (km)	Longueur moyenne	Rapport de longueur	Moyenne
1	51	54,019	1,06	1.4	<b>5.84</b>
2	15	22,25	1,48	10.28	
3	1	15,22	15,22	-	

Lorsque le réseau est bien organisé (structuré), les nombres de cours d'eau successifs forment une série géométrique inverse. Les points portés sur le diagramme semi-logarithmique (rapport des longueurs moyen en fonction de l'ordre des talwegs) sont alignés suivant une droite (Fig. 29).



**Figure 29.** Droite représentative du rapport des longueurs moyennes en fonction de l'ordre des talwegs.

Le rapport des longueurs moyen  $R_{Lm}$  est égal à la pente (a) de la droite ajustée à l'ensemble des points.

D'après la figure on peut calculer  $R_{Lm}$  (Rapport des **longueurs moyen**), Avec :  $a = 0,828$   
 $R_{Lm} = \log a = 0,828$  ( $a$  : pente de la droite ajustée.)  $R = 3,39 - 1$  a  $L_m$  donc  $R_{Lm} = 3.78$

### 2.3. Rapport de confluence ( $R_c$ )

Selon la classification des cours d'eau, **Strahler (1957)**, le Rapport de confluence est un nombre sans dimension exprimant le développement du réseau de drainage. Il est défini comme étant le quotient du nombre de thalwegs d'ordre  $n$  par celui des thalwegs d'ordre supérieur ( $n+1$ ).

$$R_c = \frac{N_n}{N(n+1)}$$

Avec :

**$R_c$**  : Rapport de confluence.

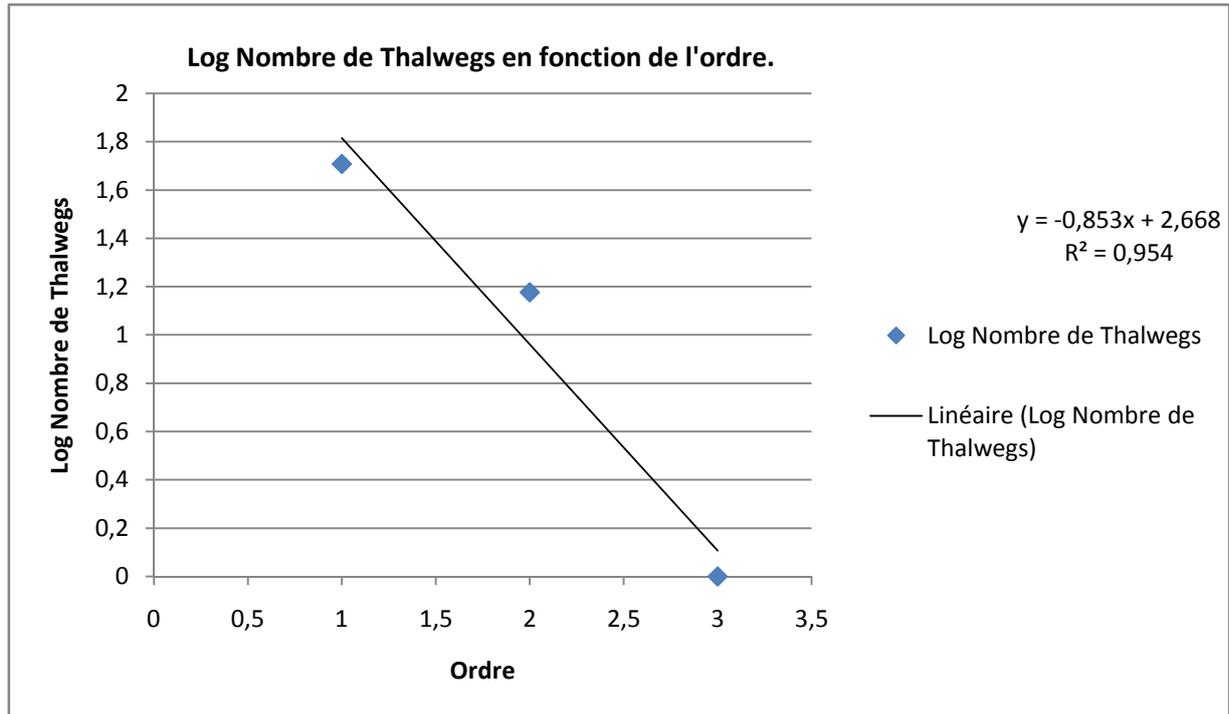
**$N_n$** : Nombre de thalwegs d'ordre  $n$ .

**$N(n+1)$**  : Nombre de thalwegs d'ordre  $n+1$ .

**Tableau 21.** Classification du rapport de confluence.

Ordre	Nombre de Thalwegs	$R_c$	Moyenne
1	51	3.4	9.2
2	15	15	
3	1	-	

$$R_{cm} = 7.1285 = 7.13$$



**Figure 30.** Droite représentative du nombre de Thalwegs en fonction de l'ordre.

Les points portés sur le diagramme semi-logarithmique (nombre de Thalwegs en fonction de l'ordre) sont alignés suivant une droite (Fig. 30). Le rapport de confluence moyen est égal à la pente de la droite ajustée à l'ensemble des points.

(a: pente de la droite ajustée donc  $a = 0.853$ ).

Le rapport de confluence moyen  $R_{cm}$  qui est la pente de la droite  $a = R_{cm} = \log^{-1} a$  donc  $R_{cm} = 7.1285 = 7.13$ .

**Remarque :** Les figures 29 et 30, montrent respectivement les longueurs des cours d'eau du réseau hydrographique en fonction de leurs ordres et le nombre des cours d'eau en fonction de leurs ordres. Nous remarquons deux linéarités (normales et inverses), indiquant que le réseau est bien structuré (le BV présente une bonne organisation), avec des rapports de longueur ( $R_{Lm}$ ) et de confluence moyens ( $R_{cm}$ ) et de **3.784** et **7.13**.

#### 2.4. Densité de drainage ( $D_d$ )

Selon **Horton (1945)**; **Schumm (1956)** et **Strahler (1957)**, la densité de drainage est le paramètre le plus important qui caractérise le chevelu hydrographique, il correspond au rapport entre la longueur totale des cours d'eau à la surface du bassin:

$$D_d = \frac{\sum Lx}{S}$$

Avec :

$D_d$  : Densité de drainage (Km/Km<sup>2</sup>)

$L_x$  : Longueur de cours d'eau (km)

$S$  : Surface du bassin versant (km<sup>2</sup>)

$$D_d = 1,18 \text{ Km/Km}^2$$

Donc, au niveau du bassin versant de Meffrouche la densité de drainage est de l'ordre de 1,18 km par km<sup>2</sup> (densité assez importante). Ce qui permettra un écoulement assez rapide des eaux.

### 2.5. Coefficient de torrentialité ( $C_t$ )

C'est un coefficient qui tient compte à la fois de la densité de drainage et celle des thalwegs élémentaires d'ordre 1 :

$$C_t = F_I \times D_d$$

$D_d$ : densité de drainage.

$F_I$ : La fréquence des thalwegs d'ordre 1.

$$F_I = \frac{N}{S}$$

Ce paramètre permet l'estimation de la grandeur de l'énergie érosive du cours d'eau.

$S$ : Surface du bassin (km<sup>2</sup>)

$N_1$ : Nombre de thalwegs d'ordre 1.

**Tableau 22.** Nombre de thalwegs d'ordre 1 et la surface du bassin Meffrouche.

Ordre	Nombre	Surface du bassin (km <sup>2</sup> )
1	51	77.83

$$FI = 0,66$$

Donc, ce qui donne une valeur de (Ct) moyennement importante :

$$Ct = 0,77$$

Ce résultat peut être expliqué par la densité de drainage de ce bassin versant qui n'est pas très élevée (assez élevée) et les chevelus hydrographiques qui sont moyennement développés.

## 2.6. Temps de concentration ( $T_c$ )

C'est le temps que met le ruissellement d'une averse pour parvenir à l'exutoire depuis le point du bassin pour lequel la durée parcourue est la plus longue. Il est déterminé par la formule de (Giandotti) :

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5L}{0.8 \sqrt{H_{moy}}}$$

**T<sub>c</sub>** : temps de concentration (heure).

**S**: surface du bassin versant (km<sup>2</sup>)

**L** : Longueur du Thalweg principal (km).

**H<sub>moy</sub>** : Altitude moyenne (m).

$$TC = 2,07 \text{ heures}$$

Pour le bassin versant de Meffrouche, ce temps est de l'ordre de 2 h, 07 min. Ce temps de concentration est assez court. Il très important pour l'alerte d'un risque de crues dans notre bassin versant.

**Tableau 23.** Récapitulation des paramètres hydrographiques du bassin Meffrouche.

<b>Paramètres caractéristiques</b>		<b>symbole</b>	<b>Unités</b>	<b>valeurs</b>
<b>Réseau hydrographique</b>	<b>Densité de drainage</b>	Dd	Km/Km <sup>2</sup>	<b>1,18</b>
	<b>Fréquence des cours d'eau</b>	Fc	-	<b>0,86</b>
	<b>Rapport des confluences</b>	Rc	-	<b>9.2</b>
	<b>Rapport des longueurs</b>	Rl	-	<b>5.84</b>
	<b>Coefficient de torrencialité</b>	Ct	-	<b>0,77</b>
	<b>Temps de concentration</b>	Tc	Heure	<b>2.07</b>

---

**CHAPITRE V**  
**PROPOSITION**  
**D'AMENAGEMENT**

---

## 1. INTRODUCTION

Le périmètre du bassin versant de Tafna est fortement menacé par l'érosion. La vigueur de relief est l'agressivité du climat intensifient énormément ce phénomène, sans oublier la pression anthropique parfois trop élève.

L'homme en effet modifier la couverture végétale par l'extension des champs et des pâturages au détriment des forêts, rompant ainsi l'équilibre agro-sylvo-pastorale et entraînant des conséquences graves et parfois irréversibles sur le milieu.

L'érosion enlève la couche superficielle et productive des sols ainsi leur fertilité et entraîne l'envasement du barrage et la détérioration du cours d'eau.

Afin d'améliorer la couverture végétale et lutter contre des facteurs de destruction des sols, essentiellement contre le ruissellement des eaux qui enlèvent chaque année une quantité importante de la terre arable qui peut entraîner rapidement l'envasement du barrage, des techniques de lutte anti-érosifs sont proposées dans le cadre d'un aménagement intégré agro-sylvo-pastoraux des différentes zones montagneuses du bassin versant du barrage Meffrouche. Pour cela une carte de proposition d'aménagement anti-érosifs intégré (Fig.31) a été faite à l'aide de l'outil SIG (Map info 8.0) et ce, sur la base d'une combinaison des deux cartes (des pentes et de la carte de l'occupation des sols). Cette carte servira comme outil de base pour entamer les actions suivantes (Tab.24).

**Tableau 24.** Proposition des actions d'aménagement anti-érosif intégré dans le périmètre du bassin versant de Meffrouche.

Actions	Volume	Lieux
Travaux agricoles	1433 ha	Terres cultivées –Rive des cours d'eau-Vallées.
Plantation rustique Terrassement - Banquettes	673 ha	Terrain en pente
Correction torrentielle	12240 m <sup>3</sup>	Cours d'eaux Ravins et torrents
Reboisement. Banquettes.	1661 ha	Matorrals dégradés Et vides
Aménagement de parcours	2282.29 ha	Terrains de parcours dégradés
Travaux sylvicoles.	1591 ha	Forêts
Sensibilisation de la population	Population de TERNY-MEFFROUCHE	Commune Terny

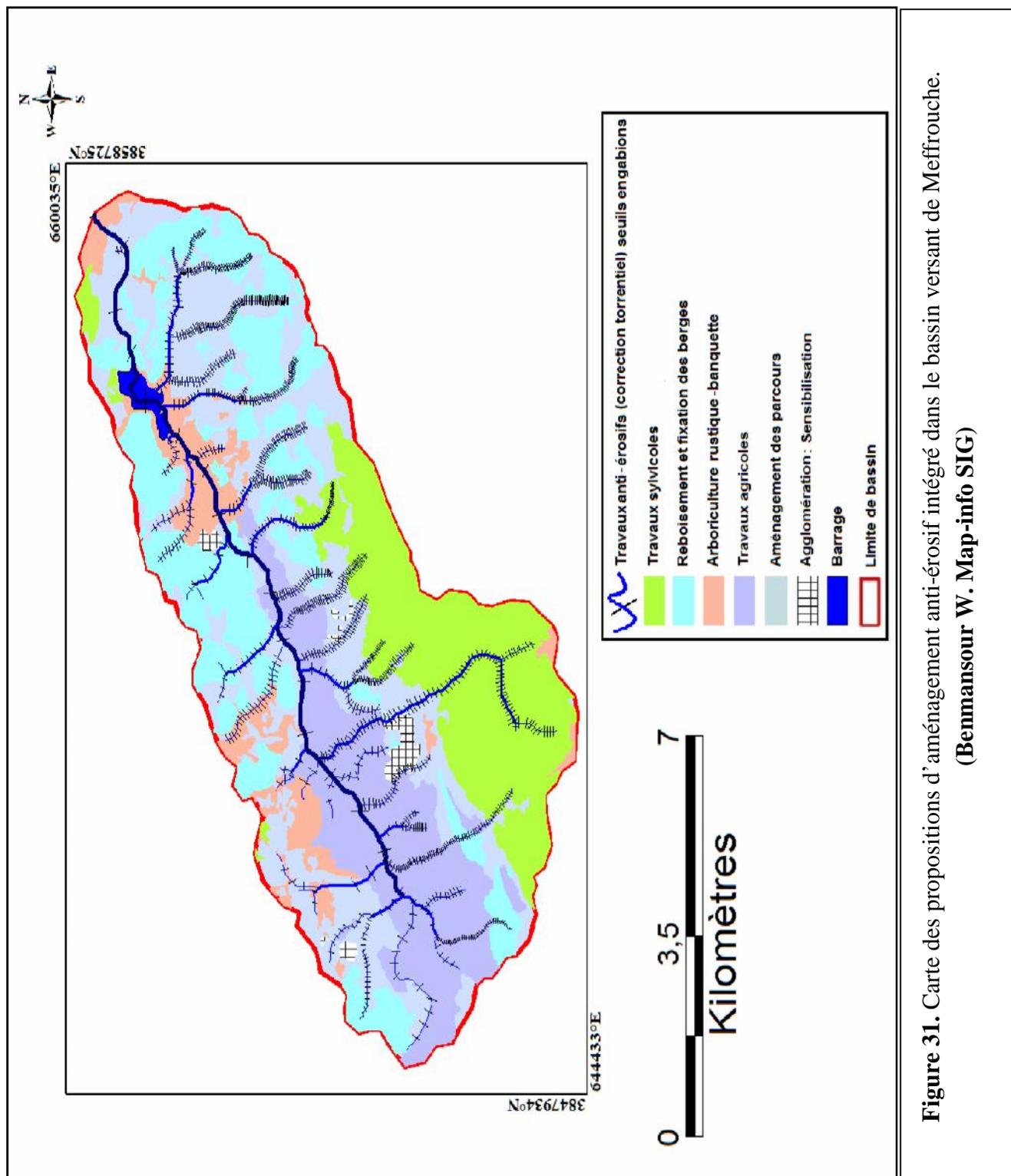


Figure 31. Carte des propositions d'aménagement anti-érosif intégré dans le bassin versant de Meffrouche.  
(Benmansour W. Map-info SIG)

**2. TRAVAUX AGRICOLES**

L'agriculture (cultures vivrières et maraichages) au niveau de la zone d'étude répond directement aux objectifs d'aménagement et du développement des milieux ruraux parce qu'elle répond positivement aux vœux de population riveraine avec une diversification de la production agricole et les revenus des agriculteurs, ainsi pour satisfaire les besoins alimentaires du cheptel.

Les principales actions visent essentiellement le développement des cultures vivrières en céréaliculture, en irriguées ou maraichage, dans les régions favorables, généralement ce sont les rives des cours d'eau et les vallées qui présentent des faibles pentes (0-10%) et dont l'eau est disponible.

La région à traité et qui concerne les différentes cultures agricoles présente une superficie de 1433 ha (voir figure 31 et tableau 24). Ainsi, les différentes actions qui doivent être menées dans les terres cultivées sont les suivantes :

- Le labour suivant les courbes de niveau.
- La rotation des cultures
- Le choix des terrains plus au moins plats pour pratiquer ces cultures agricoles (pente : 0 à 10%).
- Lorsque la pente prendra de l'importance, on pourrait prévoir d'autres spéculations comme l'arboriculture ou culture fourragère.



**Figure 32.** Céréaliculture dans le sens inverse des courbes de niveau « périmètre du bassin versant Meffouche » (Cliché : **Benmansour W**).

### 3. L'ARBORICULTURE

L'arboriculture reste faiblement introduite dans la zone d'étude 183 ha et la production actuelle ne satisfait pas la population. Donc cette opération vise essentiellement le développement de l'arboriculture rustique à travers la région, et ce, pour permettre l'amélioration des revenus des fellahs et la lutte contre l'érosion dans les terrains soumis à ce phénomène. Pour cette action on propose de faire des plantations sur des banquettes (suivant les courbes de niveau) dans les terrains pentus ( $p > 10\%$ ) situant dans la zone d'étude et qui représente une superficie totale de 673 ha (Fig. 31).

L'arboriculture s'adapte convenablement dans la zone puisqu'elle est

- Et déjà introduite dans la zone et à donner des résultats satisfaisants.
- Convient parfaitement au climat de la zone.
- Protéger les terrains en pente contre les agents de dégradation.
- Diversification de la production agricole et par conséquent les revenus des agriculteurs.



**Figure 33.** Plantation fruitière sur des terrains agricoles « Périmètre du bassin versant Meffrouche, Terny » (Cliché : Benmansour W).

### 3.1. Terrain à planter

Selon la nature et la localisation des terrains les plantations seront introduites en masse ou suivant les courbes de niveau en cas des banquettes.

### 3.2. Choix des espèces

Pour le choix des espèces, plusieurs critères ont été pris en considération.

- L'écologie des espèces et leur adaptation au sol et au climat.
- Présence du sujet témoin de réussite de l'espèce.
- Notamment l'amélioration des revenus des exploitants.

Pour cela, dans cette zone il a été privilégié l'arboriculture rustique, dont sa présence ancienne dans la région.

Le choix a été arrêté sur trois espèces à savoir :

- L'amandier (*Amygdalux communis*).
- Le figuier (*Ficus carica*).
- L'olivier (*Olea europea*).

Néanmoins, L'introduction en masse tel que le cerisier, pommier, le noyer, le prunier et l'abricotier pourrait être d'un grand intérêt économique.

### **3.3. Préparation de la plantation**

Après délimitation de la parcelle à planter en présence du bénéficiaire, on a procédé à l'ouverture des potets 80 cm, en tenant compte des équidistances suivantes :

- Amandier 10X10 soit une densité de 100 arbres / ha.
- Olivier 10X10 soit, une densité de 100 arbres / ha
- Figuier 10X10 soit une densité de 100 arbres / ha

### **3.4. Entretien après plantation**

Après la plantation un entretien est indispensable pour la réussite de cette dernière.

- Procéder à des arrosages pendant les périodes de disette (généralement l'été).
- Remplacement des plants morts après une année.
- Binage et réfection des cuvettes.
- Surveillance sanitaire.
- Mise en défens sur plusieurs années
- Le gardiennage sera pris en charge par le bénéficiaire lui-même après la plantation

## **4. LA CONSTRUCTION DE BANQUETTE**

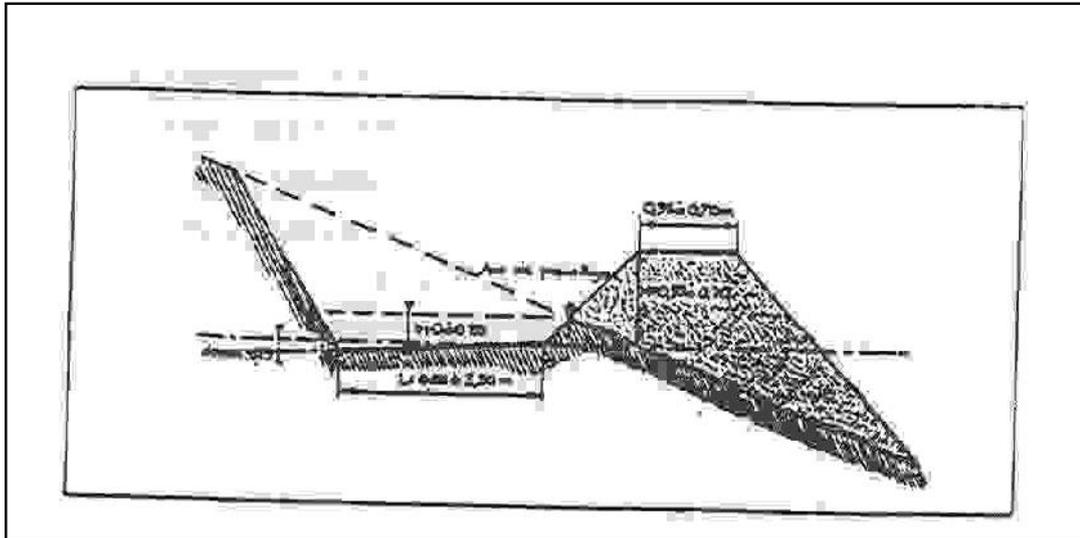
L'une des solutions envisagées pour lutter contre l'érosion et la réalisation des banquettes qui demeurent parmi les solutions les plus appropriées. Dans la zone du bassin de Meffrouche, les travaux de banquette sont presque absents sauf dans quelques terrains privés où nous avons observé des travaux de terrassement sous forme de gradins avec des murettes. Ces terrains sont utilisés soit pour la plantation des arbres fruitiers notamment l'amandier qui est le plus utilisé, soit pour la céréaliculture. Dans cette étude, on propose l'implantation d'un réseau de banquettes ou gradins dans les terrains pentus et non cultivés afin de réaliser les plantations fruitières sur une superficie de 673 ha (Fig.31). Ce travail concerne surtout les fellahs qui peuvent exploiter ces terrains et même participer dans l'exécution de des travaux notamment le terrassement.

### **4.1. Type de banquette proposée**

L'objectif des banquettes est d'atténuer le ruissellement de telle sorte que l'eau s'infilte l'eau excédentaire sera évacuée par exutoire.

Une banquette est à la fois une petite terrasse et un fossé typiquement. Elle comprend un talus de déblai un fond et un bourrelet

Pour notre cas, nous utilisons les méthodes de J.GRECO qui a beaucoup travaillé sur le phénomène de l'érosion en Algérie. Nous avons choisi le type de banquette normale a profil très évasé à talus amont coupé seul l'aval du bourrelet n'est pas cultivable. En effet, ce type de banquette est utilisable pour la plantation d'arbres fruitiers à travers la zone d'étude qui est de l'ordre de 673 ha.



**Figure 34.** Type de banquette à profil normal (CTFT.1979).

#### 4.2. L'entretien de banquette

On songera à l'entretien de banquette chaque année cette opération concerne en principe les fellahs ceci pour les banquettes situées sur des terrains privés. Mais les premières années l'administration des forêts se chargeront des actions d'entretien.

- Séparer toute rupture de bourrelet avec renforcement.
- Enlever tout obstacle sur le plat de la banquette.
- Entretien des plantations sur le bourrelet des banquettes.

#### 4.3. Travaux complémentaires

On a intérêt à compléter ces banquettes par d'autres travaux ayant ainsi que le rôle de lutte contre l'érosion et d'arrêter le ruissellement et d'améliorer la structure du sol, se sont surtout les labours des inter-banquettes.

Donc on a intérêt à labourer suivant les courbes de niveau qui permettent d'augmenter l'infiltration et le ralentissement de l'écoulement des eaux. Il est à signaler que ce travail concerne surtout les fellahs.

## 5. CORRECTION TORRENTIELLE

### 5.1. Introduction

Sur les terrains en pente, par suite des améliorations qu'apporteront des travaux contre la dégradation des sols. L'eau s'écoulera vers les ravins et devient dangereux puisqu'il tendra à creuser davantage les lits. Ainsi, les berges s'affouilleront, s'effondreront et favorisent un sapement latéral des berges.

Il est donc indispensable d'arrêter l'érosion dans les lits en diminuant la pente longitudinale des ravins par la construction d'une série de seuils.

Donc il s'agit d'installer des seuils sur les lits des talwegs ou ravins pour corriger artificiellement la pente du lit.

Ceci permettra alors de stopper l'écoulement et le transport des matériaux solides à l'amont de chaque seuil, et sa vitesse sera réduite surtout durant les orages exceptionnels. Les affouillements des berges seront alors arrêtés, l'érosion sera plus ou moins réduite.

Pour lutter contre le phénomène d'affouillement des berges, deux procédés complémentaires sont indispensables : les procédés mécaniques et les procédés biologiques.

### 5.2. Procédé mécanique

#### 5.2.1. Type de seuils

Plusieurs types de seuils sont envisagés en correction torrentielle :

- Seuils en pierres sèches
- Seuils en gabions
- Seuils en terres

Suivantes ces différents types de seuils notre choix est porté sur les seuils en gabion en raison de la présence de la pierre en abondance. Ainsi, malgré les seuils en gabions sont les plus solides et résistent mieux, que les autres types de seuils (pierres sèche, seuil en terres).

**Les seuils en gabion :** Les gabions sont des caisses en grillage formées de pierres rangées avec soin et entourées de fil de fer galvanisé. Ces caisses sont transportées pliées et déployées sur le terrain, en chantier, les gabions sont assemblés et reliés régulièrement et soigneusement les uns aux autres avec un fil de ligature, les pierres ne doivent pas être friables (n'est pas fragile ou cassable) ni gélifiées (solide pas comme un gel) et de dimension plus grande que celle de la maille de grillage.

Remarque: En plus des gabions on peut utiliser des seuils végétaux et ceci concernera tous les tronçons de ravins.



**Figure 35.** Érosion par ravinement, avec présence des pierres sèches « BV. Meffrouche »  
(Cliché : Benmansour W).

### 5.2.2. Forme

Il existe plusieurs formes de seuils. Les seuils en forme curviligne, rectiligne et en forme de V. Cependant nous préconisons l'utilisation des seuils curviligne qui seront bien ancrés dans les berges des talwegs est permet une bonne résistance de l'ouvrage.

### 5.2.3. Règles fondamentales pour l'exécution

On commence la construction de l'amont vers l'aval pour éviter tout risque ou danger aux ouvrages.

#### a. Hauteur des seuils

Il faut toujours chercher à réaliser le plus petit nombre possible avec les plus grandes dimensions possible. La hauteur du seuil peut aller jusqu'à 3 m.

#### b. Nombre des seuils

Pour déterminer le nombre de seuils à planter la formule couramment utilisée en Algérie est la suivante :

$$N = L \frac{(P-I)}{H}$$

**N** : Nombre de seuils.

**L** : Longueur du ravin.

**P** : Pente moyenne du lit.

**I** : Pente de compensation déterminée expérimentalement = 0.

**H** : Hauteur moyenne des lits.

**Tableau 25.** Consistances des seuils.

Ordre	Nombre	Longueur (m)	Nombre de seuils
1	51	54019	821
2	15	22250	183
3	1	15220	16
	<b>67</b>	<b>91,489</b>	<b>1020</b>

**Volume des seuils à réaliser** : Le volume unitaire d'un seuil est de 12 m<sup>3</sup>, on multiplie cette valeur par le nombre total des seuils déterminés (12 m<sup>3</sup> x 1020) on obtient le volume total des seuils à réaliser et qui est de l'ordre de **12240 m<sup>3</sup>**.

### c. L'écartement entre les seuils

Pour calculer l'écartement la formule souvent utilisée en Algérie et retrouver jusqu'à présent dans les fiches techniques des administrations forestières est celle donnée par **(Greco, 1966)**. Les valeurs obtenues concernant l'écartement et les autres calculs sont données dans l'annexe.

$$E = \frac{L}{N}$$

**E** : Espacement entre deux seuils (m).

**L** : Longueur du talweg (m).

**N** : Nombre de seuils.

#### **d. Fondation**

Les ouvrages doivent être assis solidement et encastrés profondément dans les berges. Comme fondation il sera choisi une fondation de 30 à 40 cm.

### **5.3. Procédés biologiques**

Les procédés biologiques et mécaniques sont deux d'interventions complémentaires. Les procédés biologiques à base de plantation adaptables aux conditions écologiques sont des méthodes plus rentables et économiques pour lutter contre tout affouillement et toute destruction des berges.

#### **5.3.1. Objectifs**

L'érosion au niveau des talwegs se manifeste par un creusement et approfondissement des lits et élargissement des berges.

Pour renforcer la protection du sous bassin-versant et l'efficacité du procédé mécanique (seuils). La protection biologique est l'une des méthodes les plus efficaces pour la fixation des berges.

#### **5.3.2. Choix des espèces**

Le choix des espèces s'appuie sur ceux qui s'adaptent aux conditions écologiques et faiblement exigeantes.

Pour cette technique on a choisi les espèces suivantes : (Tamarix, Laurier-rose, Agave d'Amérique, Opuntia).

## **6. REBOISEMENT**

### **6.1. Zone à traiter**

Ce traitement concerne l'ensemble des zones à matorrals dégradés qui couvrent une superficie de 1661 ha dans la zone du bassin versant Meffrouche. Compte tenu de l'état actuel de l'occupation du sol caractérisé par la faiblesse du couvert végétal surtout dans les zones dégradées, le reboisement demeure l'action la plus efficace permettant le maintien et l'amélioration des sols de notre zone d'étude.



**Figure 36.** Zones à matorral dégradé situées en amont du barrage Meffrouche « zones à reboisés » (Cliché : Benmansour W).

## 6.2. Objectif du reboisement

De nombreux techniques et travaux de lutte contre l'érosion ont été développés, mais le reboisement reste la méthode la plus efficace pour la conservation de l'eau et du sol. Donc le reboisement vise :

- La protection et la conservation du sol.
- La facilité de l'infiltration de l'eau dans le sol.
- Renforcement de la lutte contre l'érosion des bassins versants.
- La production du bois.
- Renforcement du potentiel sylvicole.
- L'amélioration des conditions de vie de la population (nouvelle ressource de revenus) à condition de développer certaines activités telles que l'apiculture l'aviculture.
- La création d'emplois nouveaux pour la résorption du chômage.

## 6.3. Espèces proposées

D'après les exigences écologiques de certaines essences forestières qui appartiennent à l'écosystème méditerranéen, les espèces suivantes s'accommodent aux types des sols et au climat sub-humide de notre zone d'étude.

**-Les feuillus :** le Chêne vert (*Quercus ilex*), le Peuplier noir (*Populus nigra*) et le Peuplier blanc (*Populus alba*).

**-Les résineux :** Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et le cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens*).

**6.4. Technique de plantation**

Les reboisements doivent être réalisés suivant les courbes de niveau.

**6.4.1 L'ouverture de potets**

Après le piquetage, on passe à l'ouverture des trous de plantation. Les dimensions à donner aux potes doivent être de 0,4 X 0,4 X 0,4 m afin de permettre aux racines un accroissement normal dans un premier temps.

**6.5. Travaux d'entretien**

**6.5.1. Arrosage:** Juste après la plantation l'arrosage est indispensable pour les jeunes plants.

**6.5.2. Regarni:** Il consiste à remplacer les plantes mortes par de nouveaux plants. Il sera effectué pendant l'année suivante.

**6.5.3. Binage:** Il permet d'éliminer toute concurrence des jeunes plants par les espèces herbacées, et d'ameublir le sol pour faciliter la pénétration de l'eau et de réduire l'évaporation.

**6.5.4. Gardiennage:** Il est assuré durant les trois premières années qui suivent la plantation pour la protection contre les animaux.

**7. TRAVAUX SYLVICOLES**

Il est rationnel et par conséquent anti-économique de créer une forêt par boisement ou de procéder à la régénération naturelle puis l'abandonner.

Un peuplement jeune, doit être suivi par des opérations d'entretiens et de surveiller son évolution pour permettre une bonne croissance des arbres et par le même la durabilité du boisement.

Les travaux sylvicoles à réaliser sont en général des opérations de soins tels que l'élagage et les éclaircies. La superficie de la zone forestière à traité est de l'ordre de 1591 ha.



**Figure 37.** Zone forestière concernée par les travaux sylvicoles « Bassin versant Meffouche »  
(Cliché : Benmansour W).

### 7.1. L'élagage

On entend par L'élagage l'opération qui consiste à enlever les branches latérales le long des fûts des arbres.

### 7.2. L'éclaircie

C'est une opération qui consiste à éliminer les sujets faibles, mal venants, pour permettre le développement des sujets de valeur.

Cette opération vise d'abord à l'arbre son espace vital optimum et a sélectionné le bon arbre au bon endroit.

## 8. AMENAGEMENT DU PARCOURS

L'utilisation correcte d'un terrain de parcours permet une production de fourrage plus importante, tout en assurant un équilibre entre le nombre de têtes et la surface qui lui est réservée c.-à-d., il faut éviter la surcharge pastorale. Pour le cas du bassin versant de Meffrouche la superficie concernée par l'aménagement du parcours est de 2282.29 ha, en particulier les zones dégradées (Fig. 31). Ainsi, les actions d'aménagement qu'on doit faire reposent sur :

- La mise en défens et la mise en rotation des surfaces de parcours.
- Plantations fourragères (Atriplex, Midicago, Pistacia, Luzerne, Acacia...).
- Application et respect de la charge pastorale.



**Figure 38.** Le pâturage dans la zone du bassin versant de Meffrouche  
(Cliché : Benmansour W).

## 9. LA SENSIBILISATION ET L'IMPLICATION DE LA POPULATION

Tout programme d'aménagement doit être au premier lieu sur la participation de la population de la région.

La sensibilisation, la formation et l'éducation de la population sont indispensables pour la réussite d'un programme d'aménagement, plus particulièrement quand il s'agit de reboisement, de plantation d'arbres fruitiers et de la réalisation des banquettes.

Donc le facteur humain est le plus important pour mener à bien l'aménagement d'un bassin versant et la mise en valeur de ces ressources.

Pour assurer la participation des habitants de la commune de Terny qui compte environ 5737 habitants (A.N.A.T., 2015), l'utilisation d'une main-d'œuvre locale pour l'exécution des travaux envisagés (plantation, seuil, creusement ... etc.) est indispensable, car la réussite du projet reste tributaire du degré d'implication de la population riveraine au programme.

Enfin, en ce qui concerne le travail du sol il faut montrer aux fellahs que les labours doivent être effectués toujours suivant les courbes de niveau afin de réduire l'érosion.

### CONCLUSION GENERALE

L'érosion hydrique est un phénomène très grave qui touche la quasi-totalité des terres agricoles du Tell Algérien, ce phénomène, prend de plus en plus de l'ampleur et constitue une préoccupation majeure du pays (Demmak, 1982).

Comme nous l'avons déjà signalé, le bassin versant de Meffrouche appartient au grand bassin versant de Tafna et dont l'érosion par les pluies et les crues constitue de plus en plus une menace pour cette zone et notamment pour le barrage de Meffrouche.

Dans cette étude, nous avons étudié les principales caractéristiques physiques de ce bassin versant dont il présente une superficie de 77.83 Km<sup>2</sup> pour un périmètre de 42.66 km.

L'étude morphologique a montré que le bassin versant de Meffrouche possède un indice de compacité ( $K_c = 1.35$ ). Cette valeur traduit un allongement du bassin versant et le développement d'une érosion linéaire. La longueur de rectangle équivalent est d'environ 16.66 km et sa largeur est de 4.67 km.

Selon les valeurs obtenues concernant les différents indices de pentes (ex.  $I_g = 0.021$ ), il est aisé de comprendre que le relief de notre aire d'étude ayant un relief assez fort, implique un ruissellement superficiel assez rapide, et par conséquent une densité de drainage assez importante, un temps de concentration assez court (2h, 07m), et des crues assez importantes.

Cependant, il faut noter que tous ces paramètres du réseau hydrographique notamment le drainage et l'écoulement des eaux, sont dépend de la géologie (structure et lithologie), des caractéristiques topographiques du bassin versant, des conditions climatologiques et de la nature du couvert végétale, sans oublier les autres actions de dégradations et anthropiques liées aux activités humaines. En effet, cette influence peut avoir un effet régulateur, mais aussi un effet accélérateur du ravinement et du phénomène d'érosion.

Selon **Roose (1994)** la stratégie de lutte antiérosive récemment développée pour valoriser au mieux la terre et le travail de conservation des eaux et des sols (CES) est donc également applicable pour lutter contre l'érosion ravinant et restaurer la productivité de la surface abandonnée aux ravines.

Donc pour résoudre le problème d'érosion de notre périmètre d'étude, ainsi que la protection du bassin versant Meffrouche contre le phénomène de dégradation du sol et l'envasement de son barrage, les projets d'aménagements intégrés sont parmi les solutions les plus appropriées à ce type de problème puisqu'ils prennent en considération tous les aspects : techniques ; socio-économique et préservation de l'écosystème.

En effet, à l'aide de l'outil SIG (système d'information géographique) et l'utilisation des logiciels Mapinfo 8.0 et VM 3.0 avec MNT, une carte de proposition d'aménagement, a été faite, et ce, sur la base d'une combinaison de la carte d'occupation du sol et les autres paramètres du milieu, notamment la pente du terrain. Ainsi, les différents travaux de conservation proposés dans le cadre de cet aménagement intégré sont résumés comme suit : (travaux agricoles (1433 ha) arboriculture et réalisation des banquettes (673 ha), reboisement (1661 ha), Correction torrentielle (12240 m<sup>3</sup>), travaux sylvicoles (1591 ha), aménagement de parcours (2282.29 ha).

En plus de tous ces types d'interventions, le facteur humain doit être pris en considération par le biais de sensibilisation, car c'est le facteur le plus important pour la réussite d'aménagement du bassin versant et la mise en valeur de ces ressources

---

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achaach Z et Ait rami K., 2014.** Étude des aménagements antiérosifs dans la région d'Ait Wiyksane (Bassin versant du Zat). Licence-es Sciences et Techniques.Univ.Marrakech,62p.
- A.N.A.T., 2015.**Agence Nationale d'Aménagement du Territoire. Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tlemcen. Phase 2. Schémas prospectifs d'aménagement et de développement durable.131p.
- Bagnouls F et Gaussen H. ,1953.**Saison sèche et indice xérothermique. Bul.Soc. His .Nat.Toulouse.139-239.
- Barbier P. 2002.** Cours Vertical Mapper V.2.6, livret 1 Version du Cours V1.0, IGN- ENSG-CERSIG, p 30.
- Belarbi A., 2010.**Analyse de l'état et de l'efficacité des procédés Antiérosifs sur quelques ravines du bassin versant de village Tafna (région de Maghnia-Wilaya de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur. Foresterie. Université Tlemcen : 04-16.
- Benamar M., 1990.**Contribution à l'étude des principaux groupements en concurrence dans la forêt de Hafir (Tlemcen). Mém. ing d'état, Univ. Tlemcen.118 p.
- Benest M., 1985.**Évolution de la plate forme de l'Ouest Algérien et du nord-Est marocain au cours du jurassique supérieure et au début du crétacé : stratigraphie ; milieu de dépôts dynamique sédimentaire.doc.lab.geol.lyon, (095), (2 fasc) .581p.
- Benmostefa O., 2004.**Évolution des ressources forestières de la foret Zariffet et proposition d'une clé de détermination des types de peuplements. Mém. Ing .Univ Tlemcen. 150p.
- Bensaoula F., Bensalah M et Adjim M. 2005.** Les forages récents dans les aquifères karstiques des monts de Tlemcen, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 04, Juin 2005, pp.7-15.
- Boudy ,1948.** Économie forestière de la Nord-africaine, Toumel, Milieu physique et humain,ed.Laros,PARIS .686p.
- Boughalem M., 2013.**Évaluation par analyse multicritères de la vulnérabilité des sols à l'érosion : cas du bassin versant de l'isser – Tlemcen – Algérie.23p.
- Boufaroua et al.1998.** Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols dans les zones arides et semi arides de la Tunisie. Bull Réseau. Erosion.IRD.ORSTOM. Montpellier. France.35p.
- Burrough P.A. 1986.** Principles of geographical information system for land resources assement, Clarendon. Clarendon Press, Oxford. 193p.

**Caloz R.1992.** « Télédétection satellitaire », cours système d'information géographique I et II, Institut d'aménagement des terre et des eaux, EPFL.

**Chafi A., 1998.**Contribution à l'étude de l'influence de la végétation sur l'érosion pluviale (cas de la région de Hammam Boughrara). Mém Ing. Eco, Scien, Natur, Univ. Tlemcen, 105 P.

**CTFT.1979.**Conservation des sols au sud du sahara. Min. Coop., Paris, 295pp.

**Dahmani A., 2012.**Contribution à l'étude de l'érosion et du ruissellement des sols rouges dans les monts de Tlemcen (Utilisation de simulation de pluies). Thèse Mag, Agr. Univ .Tlemcen.130p.

**Dajoz, R. 1985.**Précis d'écologie. Paris : Bordas, 1985. 505 P.

**Demmak A., 1982.**Contribution à l'étude de l'érosion et les transports solides en Algérie septentrionale. Thèse Doct. Univ. P.M .Curie, Paris 6, 323 p.

**Didon J.1989.** Sciences Géologiques, bulletins et mémoires Année 84 pp. 95-105.

**Djebaili S., 1978.**Recherches phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas Saharien Algérien. Thèse Doct. Sc et Tech du Languedoc. Montpellier. 299 p.

**Doumergue G., 1910.**Carte géologique détaillée de l'Algérie aux 1/50000 feuilles de Terni N°300.

**D.P.A.T., 2015.** Monographie de la wilaya de Tlemcen.

**D.S.A., 2015.** Bilan annuel du secteur de l'agriculture de la wilaya de Tlemcen.

**Emberger L., 1955.**Une classification biogéographique des climats. Recueil. Travx .Lab.Géol.Zool. Fac.Sci. Montpellier .Pp :3-43.

**Gravelius, H. 1914.** Grundrifi der gesamten Gewcisserkunde. Band I: Flufikunde (Compendium of Hydrology, Vol. I. Rivers, in German). Goschen, Berlin.

**Greco J. 1966.** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Ed : MARA, Alger, 393p.

**Gréco J. 1978.** La défense des sols conte l'érosion. Maison Rustique. Paris, 183P.

**Guyot G. 1997.**Climatologie de l'environnement (de la plante à l'écosystème). Paris : Masson ,505 p.

**Halimi A. 1980.** L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux. Alger : O.P.U, 1980. 484p.

**Heusch B.1988.** Aménagement d'un terroir, techniques de lutte contre le ravinement CNEARC.Montpellier, 199p.

**Hjulstrom F.1935.** Studies on the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyries. Bull. Geo. Inst. Univ. Uppsala 25: 293-305 et 442-452.

**Horton R.E. 1945.** Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America 56, 275-370.

**Hudson N.W.1991.**Reasons for success or failure of soil conservation projects. FAO soils Bull, Rome, pp 64- 65.

**Jaziri B, 2011.** Introduction Général, Travaux dirigés en cartographie thématique(en ligne), consulté le 13 mai 2017. Disponible sur interr, <https://brahimjaziri.jimdo.com/support-de-cours/cartographie/>.

**Karen K. Kemp.2008.** “Introduction,” in *Karen K. Kemp*, ed., Encyclopedia of Geographic Information Science . Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2008. xxv and 558 pp.

**Korti F. 1999.**Influence de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion dans le bassin versant Tafna(Tlemcen). Mém.Mag.fores, Univ.Tlemcen,104 P.

**Lefay O.1986.** Étude de l'efficacité des travaux de DRS en Algérie. Rapport de stage CNEARC-ORSTOM-INRF, Montpellier.50p.

**Le houerou H. N. 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nord de l'Afrique- Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches, N° 10.Montpellier : CIHEAM, 1995. 136 P.

**Lilin CH., 1986.** Histoire de la restauration des terrains en montagne. Cah. ORSTOM. Pédol.22(2) 139-146.

**Lovejoy JB., et Napier T., 1986.**conserving soil Sociological insights. J. soil and Water conservation 41(5) : 304-310.

**Mazour M. 2004.** Étude des facteurs de risque du ruissellement et de l'érosion en nappe et conservation de l'eau et du sol dans le bassin versant de l'Isser- Tlemcen, Thèse de doctorat d'état, Université de Tlemcen, 184p.

**Mekkioui A., 1997.** Étude de la faune orthoptérologique de deux stations dans la région de Haffir. Thèse. Mag. Inst. Bio. Tlemcen.93 p.

**Mesli K., 2001.** Contribution a une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen. Thèse. Mag.Dept.Bio. Fac.Sci.Univ.Tlemcen.174p.

**Monjauze A., 1962.** Rénovation rurale ; rôle et dispositif d'infiltration Alger, Délégationgénérale. Dépt.Fores. Service DRS.16 P.

**Morsli B., Hamoudi., Amokrane F., 2001.** Erosion et spécificités de l'agriculture de montagne. Réflexion sur la conservation et la gestion de l'eau et du sol. Actes du séminaire sur la stratégie de développement agricole- Agro .2000. Tissemsilt. **ORSTOM**. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, organisme aujourd'hui remplacé par l'IRD (Institut de recherche pour le développement). 1943 Le siège de l'IRD est situé à Marseille à Paris.

**Phillips.J.T. 1995.** Metadata-Information about electronic records. *Records Management Quarterly*. 1995 October : 29(4) : [45-55].ISSN :1050-2343.

**Plantié I., 1961.** Technique franco. Algérienne des banquettes de DRE. Oren. Délégation générale, Dépt.Fores. Service DRS, 22 P.

**Pornon.H.1992.** Les SIG : Mise en œuvre et applications. Hermès, Paris, 158p.

**Putod R., 1958.** La protection des vignes contre l'érosion. Rev. Argon. Afrique du Nord, P567-576.

**Remini, W. Remini B. 2003.** La sédimentation dans les barrages de l'Afrique du nord. Éditeur: Larhyss Journal, Algérie. pp. 45-54.

**Roche M. 1963.** Hydrologie de Surface, Paris, Gauthier-Villars et O.R.S.T.O.M. ,430 p.

**Roose E.1973.** Dix sept années de mesures de l'érosion et de ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Thèse doct. Ing. Fac. Sci. Abidjan N° 20. 125p.

**Roose E. 1990.** Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens de l'Afrique occidentale. ORSTOM. Fonds Documentaire N° 27.542.ex. Montpellier. France, 55-72.

**Roose E. 1994.** Évolution historique des stratégies de lutte antiérosive vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) Directeur de recherche en pédologie : IRD. Montpellier. France.

**Roose E., 1994.** Introduction à la gestion conservation de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (G.C.E.S). Bull. pédol. FAO.N 70. 420 p.

**Roose E et Denoni G., 2004.** La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (G.C.E.S) une stratégie nouvelle pour faire face à un double défi du 21<sup>ème</sup> siècle : la pression démographique et l'environnement rural. Bull. Rés. Eros. N°23. 10-24.

**Schumm, S.A. 1956.** The evolution of drainage systems and slopes in bad lands at Perth, Amboi, New Jersey. Geol. Soc. Ame. Bull. 67 (5), pp. 597-646.

**Serradj A.2004.** Résumé des activités de recherches S.I.G. Lab. Image et ville. Strasbourg. 10 p.

**Slimi A., 2008.** Mouvement de terrain et ravinement dans le bassin supérieur de l'oued Djemaa (versant sud du Djurjura. Algérie). Thèse en Doctorat en géographie physique, école doctorale « sciences et ingénierie, Matériaux, modélisation, environnement » Paris. 308 P.

**Soltner D.1999.**Les bases de la production végétale Tom 2. Édit. Scien et tech. Agricole. Paris.183p.

**Strahler A.N.1957.** Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions, American Geophysical Union 38, 913–920.

**Terfous A., Megnounif A et Bouanani A., 2001.** Etude du transport solide en suspension dans l'oued Mouilah (Nord Ouest Algérien). *Rev. Sci. Eau* 14/2(2001) 173-185.

**Thinthoin R., 1948.**Les Traras, étude d'une région musulmane d'Algérie, Bull. Soc.

**Wischmeier W.H., Smith D.D. 1965.** Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the rocky mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservation. U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook. No. 282 pp.58.

**Zenzane W.2016.** Utilisation du S.I.G pour l'analyse de la structure de la forêt d'Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Mémoire. Université de tlemcen, 2016, p60.

## **LES SITES CONSULTÉS**

- Web1, 04/2020., [www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/erosion](http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/erosion).

Web2,04/2020.,[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89rosion\\_r%C3%A9gressive#/media/Fichier:Vo%C3%A7oroca\\_\(23\\_12\\_24S\\_-\\_48\\_47\\_59W\)\\_-\\_REFON\\_4.JPG](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89rosion_r%C3%A9gressive#/media/Fichier:Vo%C3%A7oroca_(23_12_24S_-_48_47_59W)_-_REFON_4.JPG)

-Web3,04/2020.,[https://fr.tripadvisor.ca/Attraction\\_Review-g143012-d8331150-Reviews-Pinnacles\\_Overlook-Badlands\\_National\\_Park\\_South\\_Dakota.html](https://fr.tripadvisor.ca/Attraction_Review-g143012-d8331150-Reviews-Pinnacles_Overlook-Badlands_National_Park_South_Dakota.html)

-Web4, 04/2020., <https://www.lacompagniedesforestiers.com/metiers-2/lutte-contre-l-erosion/correction-torrentielle/>

-Web5, 04/2020., <https://fatemicoffee.com/pages/coffee-origins>

-Web6, 04/2020., <https://journals.openedition.org/vertigo/9354?lang=fr>

---

# ANNEXE

---

## ANNEXE

Ordre	Nombre	Longueur (km)	Longueure moyenne	H max	H min	Hmax - Hmin	Longueur selon la P (m)	Pente moyenne	Hauteur de seuil	L * P	Nombre de seuil	Espacemet (m)
1	1	1,751	1,06	1297	1166	131	1530	0,086	3	131,00	44	35,0
	2	0,833		1180	1165,12	14,88	727	0,020		14,88	5	146,6
	3	3,345		1192,5	1156,75	35,75	2580	0,014		35,75	12	216,5
	4	0,94		1198	1159,5	38,5	881	0,044		38,50	13	68,6
	5	3,15		1347	1150,8	196,2	2860	0,069		196,20	65	43,7
	6	0,12		1153	1151,6	1,4	120	0,012		1,40	0	
	7	1,91		1226,83	1163,73	63,1	1811	0,035		63,10	21	86,1
	8	1,39		1190	1163,73	26,27	1174	0,022		26,27	9	134,1
	9	0,41		1167,73	1161,83	5,9	390	0,015		5,90	2	198,3
	10	0,34		1161,93	1161,83	0,1	326	0,0003		0,10	0	
	11	1,16		1173,3	1161,5	11,8	1033	0,011		11,80	4	262,6
	12	0,51		1194,8	1163,2	31,6	507	0,062		31,60	11	48,1
	13	0,43		1183,2	1163,2	20	402	0,050		20,00	7	60,3
	14	1,9		1224,86	1147,8	77,06	1696	0,045		77,06	26	66,0
	15	1,47		1177,23	1146	31,23	1229	0,025		31,23	10	118,1
	16	0,74		1153,3	1146	7,3	682	0,011		7,30	2	280,3
	17	0,9		1388,6	1351,55	37,05	840	0,044		37,05	12	68,0
	18	0,12		1356,8	1351,55	5,25	120	0,044		5,25	2	68,6
	19	0,76		1328,23	1299,4	28,83	734	0,039		28,83	10	76,4
	20	0,86		1151,75	1144,1	7,65	751	0,010		7,65	3	294,5
	21	0,54		1159,3	1149,2	10,1	470	0,021		10,10	3	139,6
	22	0,26		1156,73	1149,2	7,53	242	0,031		7,53	3	96,4
	23	1,54		1270,8	1158,4	112,4	1426	0,079		112,40	37	38,1
	24	1		1234	1158,4	75,6	982	0,077		75,60	25	39,0
	25	1		1186,9	1153,8	33,1	818	0,040		33,10	11	74,1
	26	1,93		1231	1135	96	1797	0,053		96,00	32	56,2
	27	2,44		1275,3	1131,4	143,9	2207	0,065		143,90	48	46,0
	28	1,32		1205,5	1128,3	77,2	1261	0,061		77,20	26	49,0
	29	0,07		1128	1127	1	59	0,017		1,00	0	
	30	0,09		1206,4	1197,5	8,9	90	0,099		8,90	3	30,3
	31	0,68		1264	1197,5	66,5	653	0,102		66,50	22	29,5
	32	2,29		1198	1133	65	2105	0,031		65,00	22	97,2
	33	0,27		1163,4	1161,78	1,62	248	0,007		1,62	1	248,0
	34	0,55		1172,7	1161,78	10,92	532	0,021		10,92	4	146,2
	35	0,33		1142	1138,24	3,76	315	0,012		3,76	1	315,0
	36	0,34		1142,8	1138,24	4,56	325	0,014		4,56	2	213,8
	37	1,33		1230,3	1143	87,3	1248	0,070		87,30	29	42,9
	38	1,66		1240,7	1143	97,7	1547	0,063		97,70	33	47,5

## ANNEXE

	39	0,62		1138,4	1114,5	23,9	580	0,041		23,90	8	72,8	
	40	1,65		1289	1165,5	123,5	1427	0,087		123,50	41	34,7	
	41	0,32		1184	1165,5	18,5	311	0,059		18,50	6	50,4	
	42	0,97		1145,9	1120,6	25,3	940	0,027		25,30	8	111,5	
	43	1,28		1160	1120,6	39,4	1183	0,033		39,40	13	90,1	
	44	0,03		1108,3	1108,05	0,25	30	0,008		0,25	0		
	45	0,85		1133,5	1108,3	25,2	652	0,039		25,20	8	77,6	
	46	0,3		1199	1189	10	273	0,037		10,00	3	81,9	
	47	1,56		1198	1113,4	84,6	1442	0,059		84,60	28	51,1	
	48	2,7		1345,5	1126,7	218,8	2548	0,086		218,80	73	34,9	
	49	1,56		1297	1162,2	134,8	1500	0,090		134,80	45	33,4	
	50	0,96		1215,8	1162,2	53,6	882	0,061		53,60	18	49,4	
	51	0,54		1191,1	1158,7	32,4	521	0,062		32,40	11	48,2	
	<b>des longeures</b>		<b>54,019</b>						<b>des seuils</b>	<b>821</b>			
<b>2</b>	1	0,75	<b>1,48</b>	1163,3	1152,3	11	730	0,015	<b>3</b>	11,0	4	199,1	
	2	1,63		1161,7	1150,6	11,1	1540	0,007		11,1	4	416,2	
	3	0,55		1163,6	1150,5	13,1	530	0,025		13,1	4	121,4	
	4	0,53		1149,3	1144,3	5	500	0,01		5,0	2	300,0	
	5	1,21		1160,4	1136,3	24,1	1050	0,023		24,1	8	130,7	
	6	2		1197	1127,3	69,7	1690	0,041		69,7	23	72,7	
	7	1,42		1161,7	1131,5	30,2	1366	0,022		30,2	10	135,7	
	8	1,3		1138,2	1124	14,2	1122	0,013		14,2	5	237,0	
	9	0,91		1143	1121	22	836	0,026		22,0	7	114,0	
	10	1,62		1166,3	1105	61,3	1572	0,039		61,3	20	76,9	
	11	0,95		1120,5	1113,3	7,2	928	0,008		7,2	2	386,7	
	12	0,11		1108,2	1107,3	0,9	106	0,008		0,9	0		
	13	2,47		1162,2	1105,5	56,7	2325	0,024		56,7	19	123,0	
	14	1,13		1166	1152,3	13,7	1017	0,013		13,7	5	222,7	
	15	5,67		1351,77	1144,28	207,49	4137	0,050		207,49	69	59,8	
	<b>des longeures</b>		<b>22,25</b>						<b>des seuils</b>	<b>183</b>			
<b>3</b>	1	15,22	<b>15,22</b>	1200	1152,3	47,7	13470	0,004	3	47,700	16	847,2	
	<b>des longeures</b>		<b>15,22</b>						<b>des seuils</b>	<b>16</b>			

يعتبر مستجمع مياه مفروش جزءاً من مستجمع مياه تافنة الكبير ويقع في إقليم بلدية ترني بقرية مفروش. وهي مهددة بظاهرة التعرية المائية. هذه المنطقة نجد سد مفروش الذي يعتبر من أهم السدود في ولاية تلمسان لأنه يغذي جزء منها بمياه الشرب 13مليو 3. تحقيقاً لهذه الغاية، سيكون مهدداً بشكل خطير من قبل الطمي إذا لم يتم تنفيذ تدابير . نتيجة دراسة مختلف العوامل المورفومترية و هذا ما يوضح أن مستجمع مياه

مفروش له شكل ممدود ( فيلوس= 1.35 )  
التضاريس في هذا الحوض قوي بما يكفي ( 0.16 = )  
(ومعامل السيول = 0.77) (وقت التركيز = 2.07 ) أنه يوجد خطر تآكل كبير إلى حد ما في هذا  
وأخيراً، باستخدام أداة نظم المعلومات الجغرافية، تم عمل خريطة اقتراح التنمية بناءً على مزيج من  
خريطة استخدام الأراضي والمعايير البيئية

**الكلمات المفتاحية :** التآكل ، مستجمعات المياه ، مفروش ، نظم المعلومات الجغرافية ، رسم الخرائط ، الإدارة المتكاملة

**Résumé :** Le bassin versant de Meffrouche, fait partie du grand bassin versant de Tafna et situé dans le territoire de la commune de Terny, village meffrouche. Il est menacé par le phénomène d'érosion hydrique. Dans cette région, on trouve le barrage de Meffrouche qui est considéré parmi les plus importants de la wilaya de Tlemcen puisqu'il alimente une partie de la ville de Tlemcen, en eau potable avec une capacité de 13M m<sup>3</sup>. À cet effet, il serait dangereusement menacé par l'envasement si des mesures de conservation des sols et de lutte contre l'érosion ne sont pas effectuées rapidement. Le résultat de l'étude des différents paramètres morpho-métriques, montre que le bassin versant du Meffrouche, présente une forme allongée (**Kc= 1.35**). Ainsi, selon les différents indices de pente calculés, il se trouve que le relief dans ce bassin est assez fort (**indice de roche= 0.16**). Les autres indices, comme la densité de drainage (**Dd= 1.18 km/km<sup>2</sup>**), le coefficient de torrencialité (**Ct=0.77**) et le temps de concentration (**TC=2.07 Heure**), confirment un risque d'érosion assez important dans ce bassin versant. Enfin, à l'aide de l'outil SIG, une carte de proposition d'aménagement intégré, a été faite, et ce, sur la base d'une combinaison de la carte d'occupation du sol et les autres paramètres du milieu, notamment la pente du terrain.

**Mots clés :** Érosion, Bassin versant, Meffrouche, SIG, cartographie, Aménagement anti-érosif intégré.

**Summary:** The Meffrouche watershed is part of the large Tafna watershed and located in the territory of the municipality of Terny, Meffrouche village. It is threatened by the phenomenon of water erosion. In this region, we find the Meffrouche dam which is considered among the most important in the wilaya of Tlemcen since it supplies part of the city of Tlemcen, with drinking water with a capacity of 13M m<sup>3</sup>. To this end, it would be dangerously threatened by silting if soil conservation and erosion control measures are not carried out quickly. The result of the study of the different morphometric parameters, shows that the Meffrouche watershed has an elongated shape (**Kc= 1.35**). Thus, according to the different slope indices calculated, it turns out that the relief in this basin is quite strong (**rock index =0.16**). The other indices, such as the drainage density (**Dd= 1.18 km/km<sup>2</sup>**), the torrentiality coefficient (**Ct=0.77**) and the concentration time (**TC=2.07 Heure**), confirm a fairly significant risk of erosion in this watershed. Finally, using the GIS tool, an integrated development proposal map was made, based on a combination of the land use map and the other environmental parameters, in particular the slope of the land.

**Keywords:** Erosion, Watershed, Meffrouche, GIS, cartography, Integrated anti-erosion management.