



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2023

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

### EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Présenté par :

*ACHIT Kheira & ABDELEKBIR Rachida*

### *Thème*

**Etude du processus d'érosion dans le bassin versant  
d'Oued El Maleh (W.Bouira)**

Soutenu le: 02 / 07 / 2023

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

*D<sup>r</sup> REKAB DJABRI Hamza*

*MCA*

*Univ. de Bouira*

*Président*

*D<sup>r</sup> LAMRI Naziha*

*MCB*

*Univ. de Bouira*

*Promotrice*

*D<sup>r</sup> BOUCHIBANE Mebarek*

*MCA*

*Univ. de Bouira*

*Examineur*

**Année Universitaire : 2022/2023**

## *Remerciement*

*Nous remercions d'abord ALLAH pour nous avoir donné la santé, la volonté, la patience et le courage pour surmonter toutes les difficultés durant nos années d'étude et pour réaliser ce travail.*

*La première personne que nous tenons à remercier est le Dr LAMRI Naziha notre promotrice. Merci pour sa confiance, ses orientations, sa disponibilité, sa persévérance dans le suivi. Merci pour vos conseils, votre patience, vos explications. Mille merci pour tout.*

*Nous désirons aussi remercier une personne spéciale, un ange sur terre, aussi gentille qu'elle nous a donné beaucoup d'aide durant la réalisation de ce travail, grand merci et beaucoup de respect à toi ; Melle LABBACI Asma.*

*Nous tenons également à remercier, les membres de jury le président M<sup>r</sup> BOURKAB DJABRI Hamza et l'examineur M<sup>r</sup> BOUCHIBANE Moubarek pour leur présence et pour être acceptés de juger notre travail.*

*Un grand remerciement pour :*

- Mr DEMDOUM Mounir, Conservateur des forêts de la wilaya de Bouira et Mr DJAIDJA Said ; mon Chef de service pour m'avoir facilité et m'aider à équilibrer entre mon travail et mes études.*
- Mr NAIT MESSAOUD Amar pour m'avoir accompagné et orienter.*

*Comme nous remercions toute personne qui nous a aidés de près ou de loin durant notre parcours d'étude.*

*Dédicace*

*A mes parents, qui m'ont encouragé à aller de l'avant et qui m'ont donné tout  
leur amour*

*pour prendre mes études. Aux quels je dois ce que je suis. Que dieu les protège.*

*A mon mari, mon partenaire et mon soutien dans la vie.*

*A mes adorables enfants (Maria- Mohamed), la source de ma force et ma raison  
de vivre.*

*A mes sœurs, mes nièces et mes neveux.*

*A toute ma famille et ma belle famille sans exception.*

*A mes collègues ; Kahina, Naima et Sabrina.*

*Merci beaucoup.*

*Kheira*

## *Didicace*

*C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents {Hamid , kaltoum} qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.*

*J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête bonheur et longue vie.*

*Je dédie aussi de ce travail à mes frères:{Oussama, Samir, Iyad}*

*A mes cousines :{Rania, Chahra} .*

*A toute ma famille proche et loin que soit-elle .*

*Sans oublier mon binôme {Khaira} pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A mes proche amis :{ Salima, Randa, Ines}, à tous mes autres amis sans exception.*

*A toute la promotion de biodiversité et environnement*

*Rachida*

## **Liste des abréviations**

**USDA-NRCS** : Natural Ressources Conservation Service-United State Département of Agriculture

**DGF**: Direction général des forêts

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**DRS** : Défense et la Restauration des Sols

**RN** : Route National

**CW** : Chemin de Wilaya

**RGV** : Recouvrement Global de la Végétation

**DPSB** : Direction de Programmation et Suivi Budgétaire

**ERGR** : Entreprise Régionale Génie Rurale

**PNUD** : Programme des Nations Unies pour le Développement

**CEC** : Capacité d'Echange Cationique

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Processus d'érosion hydrique	<b>04</b>
<b>02</b>	Les formes d'érosion hydrique	<b>09</b>
<b>03</b>	Mode de transport éolien des particules de sol	<b>10</b>
<b>04</b>	Localisation administrative de la commune de DIRAH	<b>15</b>
<b>05</b>	Reliefs du sous bassin versant Oued El Maleh, commune du Dirah	<b>17</b>
<b>06</b>	Carte du réseau hydrographique de la commune de DIRAH	<b>18</b>
<b>07</b>	Occupation des sols de la région de Dirah	<b>19</b>
<b>08</b>	Températures moyennes annuelle (2011-2020)	<b>20</b>
<b>09</b>	Les précipitations annuelles	<b>21</b>
<b>10</b>	Températures moyennes mensuelles (Année 2020)	<b>22</b>
<b>11</b>	Les précipitations moyennes mensuelles (Année 2020)	<b>23</b>
<b>12</b>	Digramme Ombrothermique de Gaussen (Année 2020)	<b>24</b>
<b>13</b>	Le phénomène d'érosion et l'installation de griffes et ravines dans la région d'Oued el Maleh	<b>27</b>
<b>14</b>	La fixation mécanique effectuée par l'ERGR dans la zone d'Oued el Maleh en 2021	<b>28</b>
<b>15</b>	L'atterrissement des particules de sol en 2023	<b>28</b>
<b>16</b>	L'invasion de la retenue collinaire de LALOUAH par le phénomène d'érosion	<b>29</b>
<b>17</b>	Profil d'un sol brun calcique formé sur marnes	<b>30</b>
<b>18</b>	Touffe d'Alfa en dégradation formant ce qu'on appelle une couronne d'Alfa	<b>31</b>
<b>19</b>	Les grandes ravines aux profondeurs remarquables	<b>33</b>
<b>20</b>	Diminution des surfaces des terres exploitables par les agropasteurs	<b>33</b>

<b>21</b>	Localisation de Djebel Dirah à 1810 m d'altitude (gradient coloré d'élévation)	<b>35</b>
<b>22</b>	Courbes de niveaux et réseau hydrographique du site d'étude	<b>35</b>
<b>23</b>	Plantations pour la fixation des berges en 2022	<b>40</b>
<b>24</b>	Plantation sur la couche du sol déposée par l'atterrissement des particules édaphiques	<b>40</b>
<b>25</b>	Aménagement de piste forestière sur 08 Km en 2020	<b>41</b>
<b>26</b>	Aménagement de piste rurale sur 2,9 Km en 2020	<b>42</b>
<b>27</b>	Plantation d'olivier en 2022	<b>42</b>

### Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Température moyenne annuelle	<b>20</b>
<b>02</b>	Les précipitations annuelles (2011- 2020)	<b>20</b>
<b>03</b>	Température moyenne mensuelle	<b>21</b>
<b>04</b>	Cumuls mensuels des précipitations en mm (Année 2020)	<b>22</b>
<b>05</b>	Les températures moyennes mensuelles et les précipitations moyennes mensuelles	<b>23</b>
<b>06</b>	Intensité des crues par période de retour	<b>25</b>



## Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

<b>Introduction</b> .....	01
<b>I. Généralités</b> .....	03
<b>I.1. Définition de l'érosion</b> .....	03
<b>I.2. Les causes et les effets de l'érosion</b> .....	03
<b>I.3. Type d'érosion</b> .....	04
<b>I.3.1. Erosion hydrique (érosion par l'eau)</b> .....	04
<b>I.3.1.1. Facteurs d'érosion hydrique</b> .....	05
<b>I.3.1.2. Les mécanismes de l'érosion hydrique</b> .....	06
<b>I.3.1.3. Les différentes formes du l'érosion hydrique</b> .....	07
<b>I.3.1.3.1. L'érosion en nappes</b> .....	07
<b>I.3.1.3.2. L'érosion en rigoles</b> .....	07
<b>I.3.1.3.3. L'érosion en ravins</b> .....	08
<b>I.3.1.3.4. Les coulées boueuses</b> .....	08
<b>I.3.1.3.5. Les glissements de terrain</b> .....	08
<b>I.3.1.3. Les conséquences de l'érosion hydrique</b> .....	09
<b>I.3.2. Erosion éolienne</b> .....	10
<b>I.3.2.1. Les mécanismes de l'érosion éolienne</b> .....	10
<b>I.3.2.1.1. La saltation</b> .....	10
<b>I.3.2.1.2. La reptation (creep)</b> .....	11
<b>I.3.2.1.3. La suspension</b> .....	11
<b>I.3.2.2. Les conséquences de l'érosion éolienne</b> .....	11
<b>I.4. Le phénomène de l'érosion en Algérie</b> .....	11
<b>I.4.1. Moyennes de la lutte contre l'érosion des sols en Algérie</b> .....	12

<b>I.4.1.1. Les méthodes de lutte contre l'érosion hydrique</b> .....	12
<b>I.4.1.2. Les méthodes de lutte contre l'érosion éolienne</b> .....	13
<b>II.1. Présentation de la zone d'étude</b> .....	15
<b>II.1.1. Présentation et localisation du la commune</b> .....	15
<b>II.1.2. Accessibilité</b> .....	16
<b>II.1.3. Caractéristiques physiques de la commune</b> .....	16
<b>II.1.3.1. Les reliefs</b> .....	16
<b>II.1.3.2. la géologie</b> .....	17
<b>II.1.3.3. Hydrographie</b> .....	17
<b>II.1.3.4. L'occupation des sols</b> .....	18
<b>II.1.3.5. La climatologie</b> .....	19
<b>II.1.4. Composition faunistique et floristique</b> .....	25
<b>II.1.5. Le contexte socio-économique</b> .....	26
<b>II.1.6. Le phénomène d'érosion des sols</b> .....	26
<b>III. Résultats et discussions</b> .....	30
<b>III.1. Contexte global de la région</b> .....	30
<b>III.2. Les principales causes de l'érosion hydrique dans la région</b> .....	31
<b>III.3. Les Impacts de l'érosion dans la région</b> .....	32
<b>III.4. Historique de déférentes stratégies de lutte contre l'érosion</b> .....	34
<b>III.5. Étapes et procédures de la Correction Torrentielle et la lutte antiérosive</b> .....	34
<b>III.5.1. Localisation de la zone d'aménagement</b> .....	35
<b>III.5.2. Méthodologie et choix pertinents pour l'étude retenue</b> .....	36
<b>III.5.2.1. Méthodologie traditionnelle d'évaluation de l'enregistrement de TORONTO</b> ....	36
<b>III.5.2.2. Choix et suivi des directives du cahier de charge sur l'ensemble des sorties</b> .....	36
<b>III.5.2.2.1. Piquetage des emplacements des gabions</b> .....	36
<b>III.5.2.2.2. Ouverture des fouilles</b> .....	37
<b>III.5.2.2.3. Approvisionnement en matériaux</b> .....	37

<b>III.5.2.2.4. Rembourrage de chausson.....</b>	<b>38</b>
<b>III.5.2.2.5. Pose et Remplissage des Gabions.....</b>	<b>38</b>
<b>III.5.2.2.6. Déversoirs.....</b>	<b>39</b>
<b>III.6. lutte biologique.....</b>	<b>39</b>
<b>III.7.Les projets de développement dans la commune de Dirah.....</b>	<b>41</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>43</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>44</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>46</b>

# **INTRODUCTION**

## Introduction

Avec la détérioration de la qualité géochimique de l'eau sur Terre, l'érosion est l'une des principales causes de la dégradation des terres. En Amérique latine, l'érosion hydrique touche 14,3 % du territoire de l'Amérique du Sud et 26 % de l'Amérique centrale (Nations Unies, 2002). Selon l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), le problème touche environ 17 % du territoire européen à des degrés divers, soit en conséquence directe de l'activité humaine, soit indirectement en raison du changement climatique observé localement (**Etene, Issa et al., 2017**)

La susceptibilité des sols à l'érosion hydrique (capacité d'érosion) est complexe et variable dans le temps et dans l'espace, en fonction non seulement des propriétés inhérentes au sol, mais aussi des techniques de travail du sol qui modifient les conditions de surface du sol.

L'intensité des précipitations, le couvert végétal, les pentes, la qualité de la roche, le sol et les techniques de culture sont les principaux facteurs qui déterminent l'accélération de l'érosion des sols. (**Roose and Sarrailh 1990**).

L'érosion hydrique affecte 28 % des terres de l'Algérie du Nord. Ce sont les terres à fortes pentes des massifs telliens qui sont les plus touchées. L'érosion se manifeste par la formation de rigoles et de ravines sur tout le versant avec affleurement de la roche-mère et une évolution en bad-lands, à signaler que l'érosion spécifique varie entre 2000 et 4000 t/km<sup>2</sup>.an. (**Achite, Touaibia et al., 2006**).

Cela fait de l'Algérie l'un des pays les plus menacés au monde (**Achite, Touaibia et al., 2006**).

Afin de mieux comprendre ce phénomène et ses risques, en plus d'estimer la perte de sol, nous avons choisi de mener des recherches dans une zone située dans le bassin versant d'oued el maleh wilaya de Bouira au centre de l'Algérie, là où on a constaté :

- L'envasement de la retenue collinaire ce qui a impliqué la réduction du volume de la retenue.
- Des profils de sols qui se dégradent d'année en année en raison de la baisse de la qualité physico-chimique des sols (structure et texture).
- Le couvert végétal qui diminue en surface par l'absence de son support.
- Le surpâturage, qui a affecté la perméabilité du sol et qui menace la présence de quelques espèces vivaces endémique.

L'objectif de notre travail est l'étude d'impact du phénomène d'érosion hydrique dans le bassin versant d'Oued el Maleh, ses conséquences sur le milieu d'étude et que seront les mesures à entreprendre pour y remédier à ce problème ?

# **I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## I. Généralités

### I.1. Définition de l'érosion

**Étymologie** : Erosion vient du verbe latin « éroder » qui signifie ronger.

L'érosion est un phénomène naturel dû au vent, à la glace et surtout à l'eau qui affecte tous les sols aménagés et entraîne la redistribution des produits de décomposition des roches. Ce phénomène peut être anormal en raison de l'un de ces facteurs (tels que de très fortes pluies) ou de modifications du paysage causées par l'homme (**Thorette & Le Bissonnais, 2005**).

L'eau de pluie qui imprègne l'atmosphère et la surface de la terre dissout certains des composants minéraux et provoque des changements chimiques. Ces deux phénomènes conduisent à la fragmentation et à la réduction du volume des éléments rocheux à des tailles de sable, de limon et d'argile (**Fournier, 1960**).

L'érosion procède d'une multiplicité de processus, associés ou concurrents, sur lesquels le couvert végétale et les propriétés que le sol tire de l'activité biologique qu'il abrite exercent un contrôle plus ou moins serré, ce qui confère d'emblée un caractère sélectif aux transformations introduites par l'homme dans la biosphère (**Neboit, 1991**).

### I.2. Les causes et les effets de l'érosion

La croissance démographique et le changement climatique sont deux facteurs augmentant les risques liés à l'érosion. Dans les zones à risque d'érosion élevé ou très élevé, les réclamations pour dommages peuvent augmenter si la pression démographique entraîne une expansion importante de l'habitat (**Thorette & Le Bissonnais, 2005**).

La pluie est la principale cause d'initiation des processus de dégradation des agrégats du sol, tandis que le ruissellement n'assure que le transport des particules libres. Cependant, à mesure que la pente augmente, le ruissellement lui-même devient abrasif et son énergie dépasse celle du sol. 15% de pluie en plus (**Roose & Lelong, 1976**).

Les facteurs de végétation et les techniques de culture sont les facteurs les plus importants. Du fait de son couvert végétal continu, l'érosion et le ruissellement restent très faibles malgré l'agressivité des pluies tropicales et la raideur des pentes. La combustion de la savane augmente considérablement le ruissellement et les charges solides, surtout en fin de saison. Mais si le sol est complètement nu, l'érosion peut avoir des effets dévastateurs (**Roose & Lelong, 1976**).



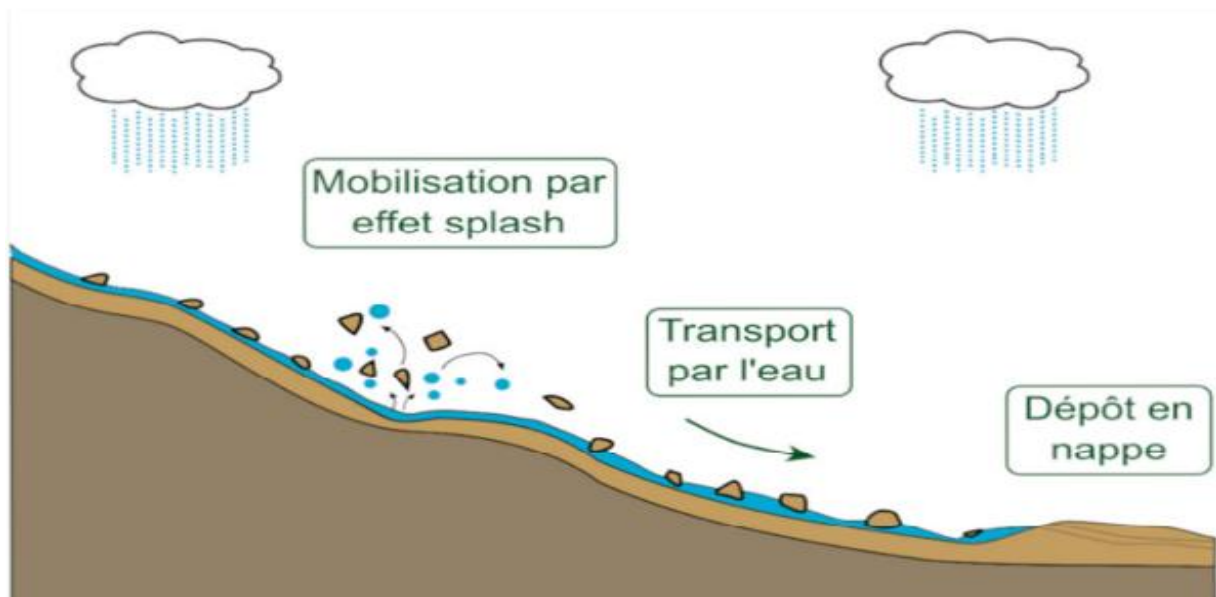
### I.3. Type d'érosion

Les phénomènes d'érosion se déclenchent et évoluent de manière différente selon les types de cultures et les zones géographiques qu'ils affectent. L'érosion ne prend pas la même forme selon les facteurs (sol, occupation du sol, topographie, climat) prévalant dans la zone géographique considérée (**Le Bissonais, Thorette, Bardet, & Daroussin, 2002**).

Par conséquent, nous pouvons distinguer deux principaux types d'érosion, par ordre d'importance, en fonction des principaux facteurs qui causent l'érosion.

#### I.3.1. Erosion hydrique (érosion par l'eau)

L'érosion des sols par l'eau correspond au détachement et au transport de particules par l'action combinée de la pluie et du ruissellement. Ce type d'érosion est souvent attribué à plusieurs facteurs connexes : mauvaise infiltration et mauvais drainage en raison d'un sous-sol gelé, de surfaces imperméables et/ou d'un compactage du sol. Ces caractéristiques peuvent être le résultat de caractéristiques naturelles ou de pratiques culturelles (**Benselama, 2019**).



**Figure 01** : Processus d'érosion hydrique (**Site web**).

### I.3.1.1. Facteurs d'érosion hydrique

L'érosion hydrique des sols méditerranéens est fonction de plusieurs facteurs. Selon Morgan (1986), ces facteurs semblent être les mêmes dans le monde entier.

- **Le climat :** Les précipitations sont différentes et moindres dans la région méditerranéenne. Entre novembre et mars, c'est le moment où le sol cultivé est exposé (**Kheir, Girard, Khawle, & Abdallah, 2001**). En Algérie, sur des parcelles peu couvertes, pendant les orages d'automne, le ruissellement journalier maximal a dépassé 19 à 32 % et jusqu'à 70- 85 % des averses importante en hiver, sur des sols détrompées Durant le reste de l'année sévit une période sèche. Ces pluies ont des intensités fortes Les averses de fréquence rare tombant sur des sols déjà saturés et de faible épaisseur sont l'origine de la formation des ravines, de l'apparition des mouvements en masse et d'inondations (**Kheir et al., 2001**).
- **Le couvert végétal:** Le facteur végétation est de loin le facteur le plus important. Lorsque le couvert végétal est continu, qu'il s'agisse de forêts, de savane ou d'un simple paillis, l'érosion et le ruissellement restent très faibles malgré l'agressivité des pluies tropicales et l'inclinaison de la pente. . Mais lorsque le sol est totalement dénudé, les phénomènes d'érosion deviennent catastrophiques : les pertes en terre sont multipliées par 1 000 et le ruissellement par 20 à 50 (**Roose & Lelong, 1976**).
- **L'utilisation des terres :** Certaines pratiques culturales peuvent temporairement réduire l'érosion. Par exemple : labour profond dans la boue, paillage, etc. Un bon travail du sol augmente la macroporosité mais diminue la cohésion (**Roose & Lelong, 1976**).
- **La topographie :** Sur les pentes fortes, l'eau ruisselle vite et cause une érosion grave. Dans les milieux semi-aride et arides, le gradient de la pente est corrélé positivement avec le recouvrement de la surface du sol par des fragments de roches qui agissent en diminuant le ruissellement et la perte des sols , Les ruissellements moyen et maximal diminuent lorsque la pente augmente (**Kheir et al., 2001**).
- **Les sols :** Les principales caractéristiques du sol qui déterminent le degré de sensibilité à l'érosion hydrique son: la profondeur, la porosité, la granulométrie, la teneur en matière organique, la nature minéralogique des argiles ,l'infiltrabilité et la cohésion (**Kheir et al., 2001**).

### **I.3.1.2. Mécanisme de l'érosion hydrique**

Tous les mécanismes d'érosion sont dus à la même cause, quantité et fréquence des précipitations, composition du sol, pente, végétation (**Fournier, 1960**).

L'érosion des sols par l'eau apparaît principalement sous deux formes, mais leurs mécanismes sont différents : dans certains cas, l'eau attaque la couche superficielle du sol, séparant les éléments du sol piégés les uns des autres. Sinon, il y a un risque que l'eau attaque non seulement la surface du sol, mais sur toute son épaisseur transversale, balayant toute la masse du sol (**Fournier, 1960**).

#### **a) L'attaque du sol en surface**

Cette forme de mécanisme d'érosion a deux effets : les effets de précipitation et les effets de ruissellement (**Fournier, 1960**).

Une brève description de l'attaque de l'eau à la surface du sol révèle les facteurs de son érosion, les précipitations atmosphériques étant le facteur créateur, et d'une part l'intensité et la quantité des éléments susceptibles de déterminer la formation. Ailleurs, le sol contrôle naturellement le phénomène en produisant du ruissellement. La résistance à l'attaque par la pluie dépend de sa détectabilité, la résistance à l'action du ruissellement dépend de sa structure, et la perméabilité en surface ou en profondeur affecte l'initiation du ruissellement. Les pentes et la végétation interviennent dans le conflit entre l'eau et le sol. Le premier facteur est la force érosive de l'eau qui s'écoule et son pouvoir de rétention, le second contrecarre l'action de l'eau et aide le sol à se protéger (**Fournier, 1960**).

#### **b) L'attaque du sol sur une épaisseur de son profil**

L'eau est responsable de cette deuxième forme d'érosion, mais l'entraînement du sol qui en résulte se produit selon divers mécanismes (**Fournier, 1960**).

La première situation dans laquelle la migration de masse se produit est lorsque le sol est creusé et que le sommet de celui-ci est déséquilibré. Un canal ou une cavité peut alors se former à l'intérieur du terrain, provoquant l'effondrement de son toit. La deuxième situation est un environnement caractérisé par un relief accentué, où la saturation de l'horizon est visible. Cela est dû à la présence d'un horizon plus ou moins profond et impénétrable. Cependant, après une longue période de fortes pluies, le sol devient détrempe au point que les colloïdes qui le rendent résistant peuvent atteindre une consistance liquide. L'horizon imperméable du sous-sol devient juste un plan "sale". En revanche, il est très fréquent que les

racines échouent dans les sous-sols imperméables et denses. Celles-ci déterminent très mal l'épaisseur du sol au-delà de l'horizon imperméable. Dans de telles conditions, aucune force ne se développe pour s'opposer au poids de la masse de terre remplie d'eau, et elle commence à glisser dans un mouvement général. Ce mouvement prend plusieurs formes, en fonction de la situation économique. Une saturation complète de toute la profondeur du sol peut se produire au-dessus de l'horizon imperméable (**Fournier, 1960**).

### **I.3.1.3. Les différentes formes de l'érosion hydrique**

Il existe deux formes fondamentales d'érosion hydrique parce que l'eau fait deux choses pour le sol : la première est que la matière particulaire est séparée du sol et absorbée par l'eau qui coule, cette forme est due à l'action des précipitations et du ruissellement. Le second est le transfert de masse du sol. Cela comprend de multiples formes d'attaque de l'eau sur l'épaisseur du profil du sol, le déséquilibre du sol et l'action gravitationnelle de chacune de ces deux formes fondamentales d'érosion (**Fournier, 1960**).

#### **I.3.1.3.1. L'érosion en nappes**

L'érosion en nappe est un processus causé par le ruissellement des pluies sur la pente et le fossé causé par un écoulement concentré à l'échelle de la pente (**Thorette & Le Bissonais, 2005**). Celle-ci passe inaperçue, est un phénomène accéléré par l'activité des sols, dégrade les sols et réduit la productivité, et contribue de manière significative à l'envasement des barrages (**Sadiki, Faleh, Zêzere, & Mastass, 2009**).

#### **I.3.1.3.2. L'érosion en rigoles**

L'érosion en rigoles est essentiellement le piégeage des particules de sol par l'eau le long de petits sillons creusés dans la surface du terrain perpendiculairement aux courbes de niveau. L'événement initiateur de ce phénomène est l'écoulement de l'eau, qui n'est pas uniforme sur toute la surface, mais plutôt concentré dans le flux de fluide, et son débit et sa vitesse peuvent produire des effets d'érosion. L'action de ces courants d'eau est due aux coupes pratiquées dans le sol. Ce dernier élimine de manière fiable les éléments fins, entraînant une augmentation relative des éléments grossiers du sol. Ceux-ci conduisent à la formation de canyons (**Fournier, 1960**).

#### **I.3.1.3.3. L'érosion en ravins**

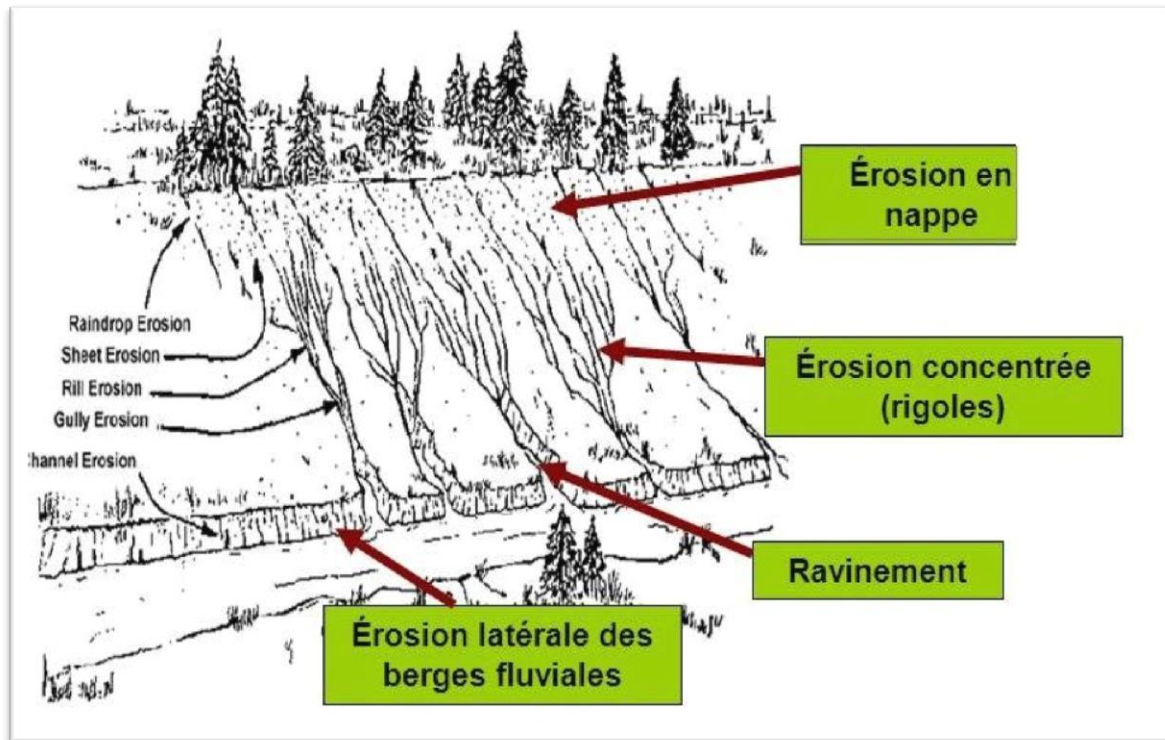
L'érosion en rigoles est un type d'érosion qui peut être décrit comme temporaire ou instable. Sur les terres les plus couramment cultivées, les traces sont enlevées en les passant dans une motobineuse. Mais si rien n'est fait, les chenaux vont s'approfondir et former des ravins apparemment calmes du fait de l'intensité des précipitations. Dans tous les cas, la forme de l'érosion est la même. L'eau creuse un canal de drainage dans le sol. Ce canal ne fonctionne que par intermittence, après quoi la vallée descend, atteignant d'abord les couches inférieures du sol, puis le socle rocheux. L'érosion en ravines est la forme finale du processus de destruction des sols (**Fournier, 1960**).

#### **I.3.1.3.4. Les coulées boueuses**

Les coulées boueuses sont des phénomènes saisonniers liés aux précipitations et à l'état de la végétation au sol (**Thorette & Le Bissonnais, 2005**). Si le sol est nu ou si la végétation qu'il supporte n'est pas cohésive, une masse ressemblant à du sol peut se transformer en un véritable liquide visqueux. Si le terrain est incliné dans cet état, cette masse s'écoulera lentement vers l'aval, provoquant un glissement de terrain. Il existe d'autres phénomènes qui font que le sol est dans le même état boueux. Par exemple, la fonte des neiges après une période de gel, surtout la fonte. Ce phénomène a été expliqué comme un facteur de décomposition du sol (**Fournier, 1960**). Les risques liés aux coulées boueuses dépendent de l'intensité et de la fréquence de leurs manifestations (aléas) et de la vulnérabilité des enjeux (économiques, environnementaux...) situés dans une zone exposée (**Thorette & Le Bissonnais, 2005**).

#### **I.3.1.3.5. Les glissements de terrain**

Les glissements de terrain sont une autre forme de migration de masse. Il naît du mouvement d'une masse de terre qui s'enfonce vers l'aval et se sépare d'une masse stable vers l'amont, suivant une niche séparatrice, le plan de séparation et de glissement. La pénétration de l'eau peut avoir des effets plus complexes. En effet, s'il existe un niveau imperméable à faible profondeur soit dans le sol, soit dans le niveau de la roche mère, soit dans le massif rocheux, l'infiltration d'eau s'arrête lorsqu'une grande quantité d'eau pénètre jusqu'à ce niveau. Un niveau de sursaturation se forme. Une masse de matériau qui grimpe sur une pente peut glisser dessus lorsque la pente n'a plus la force de la retenir (**Fournier, 1960**).



**Figure 02 :** Les formes d'érosion hydrique (Site web).

### I.3.1.3. Les conséquences de l'érosion hydrique

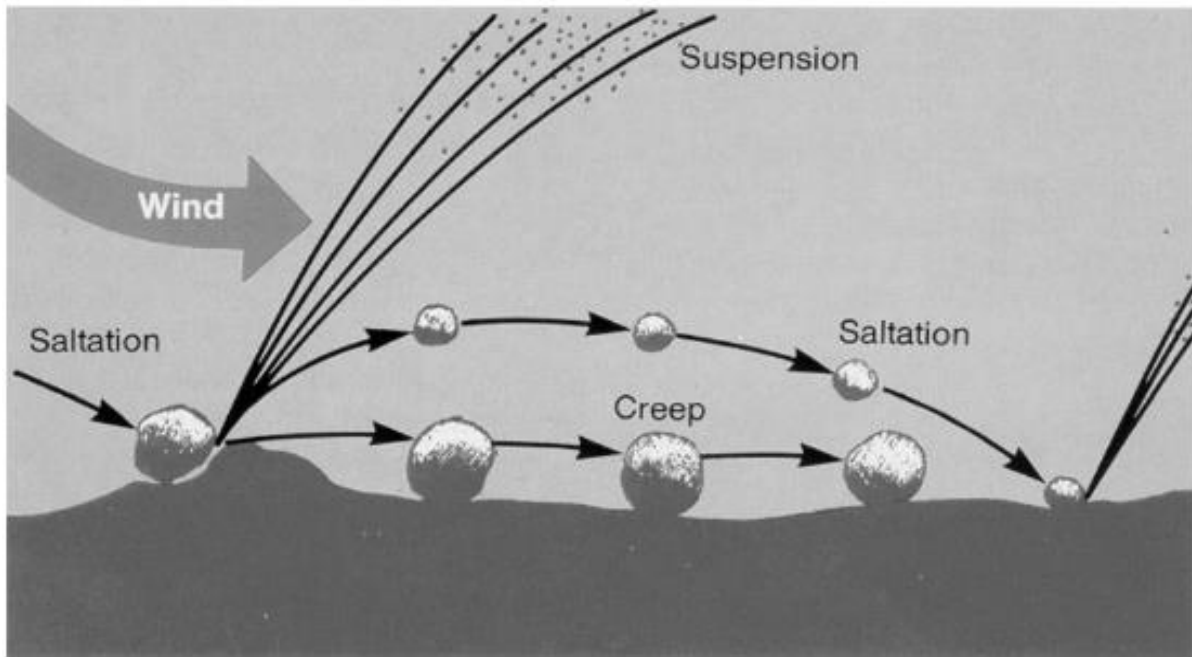
L'érosion hydrique peut entraîner une perte de couche arable, une perte de nutriments (N, P, K) et de matière organique, des champs submergés, une réduction des rendements et une dégradation agricole, avec une gamme d'impacts environnementaux, notamment : peuvent devenir importants. B. Eutrophisation, problèmes de turbidité, sédiments, pesticides, glissements de terrain, inondations, dommages aux lignes de communication dans les centrales hydroélectriques (Mabit, Laverdière, & Bernard, 2002).

Les conséquences de l'érosion hydrique dans le nord de l'Algérie sont dramatiques d'après Achite et al. (2006) nous pouvons citer :

- Diminution de la production agricole (perte de terres agricoles) ;
- Dégradation spécifique supérieure à 5000 t/km<sup>2</sup>/an;
- 120 millions de tonnes de sédiments sont rejetés dans la mer par les affluents méditerranéens chaque année;
- Exode important de la population des zones rurales ;
- L'élévation du lit de l'oued provoquera des inondations, mettant en péril les lignes de communication et les œuvres d'art,...ect ;
- Envasement précoce des barrages opérationnels.

### I.3.2. Erosion éolienne

L'érosion éolienne est un phénomène complexe qui peut être défini comme le détachement, le transport et le dépôt de particules de sol par le vent. Le transport des particules peut prendre différentes formes selon la taille des particules et la vitesse du vent (**Cissokho, 2012**). Ce type d'érosion est à la fois le résultat de la dégradation de l'environnement et l'un des principaux processus de désertification (**Biielders, Rajot, & Michels, 2004**).



**Figure 03** : Mode de transport éolien des particules de sol (**Site web**).

#### I.3.2.1. Les mécanismes de l'érosion éolienne

##### I.3.2.1.1. La saltation

La saltation est le mode de transport des particules ou d'agglomérats de particules dont le diamètre est compris entre 0,1 et 0,5 mm selon USDA-NRCS (Natural Resources Conservation Service - United States Département of Agriculture) (2002) et entre 0,5 et 0,5 mm selon les États-Unis Ministère de l'Agriculture 1,1 mm Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'agriculture (FAO), le salage se caractérise par le saut et le déplacement continu de particules ou d'agrégats de particules lors de leur chute, dont l'impact contribue au détachement d'autres particules (**Cissokho, 2012**)

### **I.3.2.1.2. La reptation (creep)**

La reptation est le mode de mouvement des particules et/ou des agrégats de particules dont la masse les empêche d'être soulevés par le vent. Leur mouvement est souvent causé par l'action de particules dans la formation de sel. La fraction de particules transportées par reptation varie entre 7 et 25% (**Cissokho, 2012**).

### **I.3.2.1.3. La suspension**

Une suspension est un milieu de transport pour les particules de moins de 0,1 mm de diamètre. Ils deviennent généralement disponibles sur le vent grâce à la formation de sel, restent dans l'atmosphère pendant de longues périodes, peuvent parcourir de très longues distances et plus de 20 à 60 % des particules érodées sont transportées par des solides en suspension (**Cissokho, 2012**).

### **I.3.2.2. Les conséquences de l'érosion éolienne**

La perte de terres due à l'érosion éolienne peut donc entraîner des pertes de nutriments très élevées par rapport à l'approvisionnement en nutriments disponibles, contribuant à un déclin rapide du potentiel de production agricole (**Bielders et al., 2004**).

L'érosion éolienne est le facteur physique le plus important d'appauvrissement des terres agricoles et l'un des problèmes majeurs des écosystèmes arides envasés dans les zones urbaines et oasiennes, provoquant l'abandon des terres stériles pour de nouvelles terres et terres. La recherche est à l'origine de la pauvreté et de l'exode de la population (**Mainguet & Dumay, 2006**).

## **I.4. Le phénomène de l'érosion en Algérie**

L'Algérie est l'un des pays les plus sujets à l'érosion au monde (**Achite, Touaibia, & Ouillon, 2006**). Le degré d'érosion hydrique varie d'une région à l'autre. Avec 47% de sa superficie totale érodée, l'Ouest est la zone la plus érodée du pays. Viennent ensuite les régions du Centre (27 %) et de l'Est (26 %) (**territoire, 2000**). Les conditions générales qui déterminent l'érosion en Algérie sont avant tout les conditions climatiques. Elle est considérée comme dangereuse lorsque les précipitations atteignent 30 mm en 24 heures et 20 mm en 2 heures. La moyenne journalière des fortes pluies sur l'ensemble de l'Algérie est de 47 mm, et l'intensité "pic" de ces pluies peut atteindre 1 mm toutes les 26 minutes. Dans ce cas, les conditions du terrain, c'est-à-dire la surface de la montagne, sont très importantes



les sols en pente surpassent ceux des plaines. En raison des conditions d'utilisation des terres, de nombreux sols ont été déboisés sans relâche, rendant les conditions de jachère (**Belaid, 2015**).

En Algérie, environ 6 millions d'hectares sont touchés par l'érosion active. L'érosion spécifique varie entre 2000 et 4000 t/km<sup>2</sup>/an (**Morsli, Habi, Mazour, Hamoudi, & Halitim, 2012**). En moyenne, 120 millions de tonnes de sédiments sont lessivés des masses d'eau chaque année (**Belaid, 2015**).

#### **I.4.1. Moyennes de la lutte contre l'érosion des sols en Algérie**

Le problème de la protection et de la restauration des sols a longtemps été un défi en Algérie. Dans la première phase, de 1885 à 1935, la solution au problème consistait simplement à restaurer la végétation forestière naturelle dans les montagnes et la campagne environnante. Dans la deuxième phase après 1941, de nouvelles forêts ont été plantées et la question a de nouveau été abordée d'une manière différente ; la défense et la restauration des sols (DRS) (**Belaid, 2015**).

Le journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire dans la date de 26 juin 1984 fixé des lois de lutte contre l'érosion dans le titre n° III ; aménagement, classification, gestion et exploitation des forêts, dans le chapitre n° III protection des terres contre l'érosion (**DGF, 2022**).

##### **I.4.1.1. Les méthodes de lutte contre l'érosion hydrique**

Les mesures de contrôle, principalement en Algérie, comprennent le reboisement, la restauration des sols, l'implantation des banquettes, la construction de petits barrages (retenues collinaires), la plantation des cultures suivant les lignes de niveau, la plantation des végétations à longue tiges dans les oueds (**Achite et al., 2006**).

Selon la direction générale des forêts, d'autres méthodes sont nécessaires pour organiser des défenses efficaces contre les menaces graves pour le patrimoine:

- **Terrasse en escalier:** Trop cher et rarement appliqué à moins qu'il ne soit livré avec un dispositif d'arrosage;
- **Les banquettes :** Construit du haut d'une pente ou protégé des étages supérieurs par un canal de dérivation, sillonnant les pentes en un réseau presque horizontal, leur profil en travers comporte un fond plat ou incliné vers l'amont et un solide bourrelet tel que la

section garantit l'écoulement ralenti des pluies torrentielles vers un exutoire naturel. Le fond de la banquette ameuilli par des façons culturales, Il absorbe la majeure partie de l'eau et augmente en même temps le frottement éventuel de l'écoulement longitudinal et facilite le dépôt d'une petite fraction du matériau provenant de la bande intermédiaire amont;

- **Correction des ravines :** L'ouvrage s'effectue à l'aide d'une série de seuils ou barrages en gabions, pierres sèches et éventuellement maçonnerie pour ancrer le fond du lit et réduire la pente entre deux ouvrages successifs. Dans la région aride du Haut-Plateau, ces barrages détournent une partie de l'eau vers des berges d'infiltration en pente douce. Cela augmente le coefficient d'infiltration au profit des pentes traitées et réduit le ruissellement en aval;
- **Établir des rangées horizontales de plantes** de fixation telles que les cactus sans épines, et les bandes vivaces de 15 à 20 m de large contribuent toutes au même principe de défense. En général, vous devez consciemment remplacer votre obsession des lignes droites par un intérêt pour les courbes douces.

#### **I.4.1.2. Les méthodes de lutte contre l'érosion éolienne**

La lutte contre les aléas du vent se déroule dans trois zones. Les zones de départ où les particules doivent être bloquées, les zones de transport où la direction du vent doit être modifiée pour éviter de se répandre sur les infrastructures humaines et les zones où elles doivent s'accumuler, où il faut fixer le sable vif (**Mainguet & Dumay, 2006**).

D'après Mainguet. (2006) il existe deux méthodes de lutte contre l'érosion éolienne le succès consiste à irriguer le sol aussi profondément que la plante peut l'atteindre, ou jusqu'à ce que le système racinaire de la plante atteigne la nappe phréatique, ces deux techniques sont :

- Une méthode de lutte mécanique pour fixer le sable mobile et éviter les dépôts de sable sur les infrastructures Palissade, paillis, méthodes aérodynamiques. Ces technologies sont des préalables indispensables à l'ancrage des sables mouvants et des dunes à court et moyen terme;
- Méthodes de lutte biologique basées sur des techniques mécaniques de stabilisation et de fixation. Il s'agit de l'aménagement d'un couvert végétal permanent, d'une végétalisation, de brise-vent, de barrières végétales, de ceintures boisées de plantations.
- Toutes les méthodes de lutte contre les risques éoliens visent à limiter la manutention et

le transport des particules, à maîtriser l'organisation de la répartition du sable lors de la sédimentation et de l'accumulation, et surtout à fixer le sable en place (**Mainguet & Dumay, 2006**).

## **II. MATERIELS ET METHODES**

## II.1. Présentation de la zone d'étude

Pour la réalisation de ce présent travail nous avons choisi la commune de DIRAH le bassin versant Oued el Maleh parce qu'il répond aux plusieurs exigences et critères telles que, l'accessibilité à la station et le phénomène de l'érosion est bien répondu.

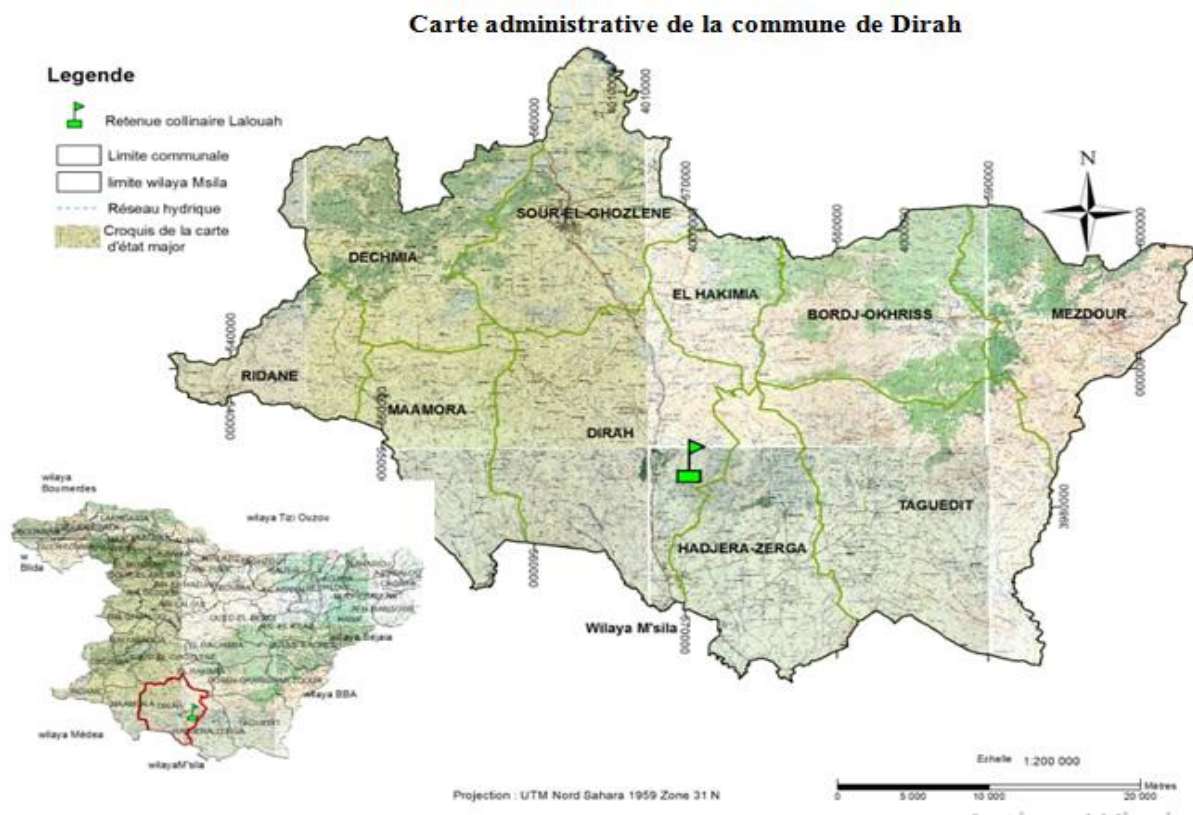
### II.1.1. Présentation et localisation du la commune

La commune de DIRAH situé à la pointe sud de la Wilaya de Bouira à 45 Km de chef-lieu de Wilaya, Il appartient à la daïra de Sour El Ghozlane (figure 04). C'est une commune montagneuse ayant une superficie de 233 km<sup>2</sup> et une population 15849 habitants selon le dernier recensement (RGPH 2021).

Administrativement la commune de DIRAH est entourée ou délimitée comme suite :

- ❖ Au Nord : Commune de Sour elGhozlane.
- ❖ A L'est : Commune de el Hakimia et Hadjera Zerga.
- ❖ A l'Ouest : Commune de Maamora.
- ❖ Au Sud : Commune de Sidi Aissa (Wilaya de M'sila).

Elle se localise géographiquement entre la longitude 36° 04' 26" Nord, et la latitude 3° 27' 43" Est.



**Figure 04** : Localisation administrative de la commune de DIRAH (CF Bouira, 2023).

### II.1.2. Accessibilité

La commune de DIRAH est accessible à partir de :

- La RN 08 : Traverse la commune de DIRAH à distance de 15 km, relie Bouira à M'SILA.
- Le CW 12 qui traverse la commune Dans la partie latérale à l'ouest.

Les chemins communaux qui assurent la liaison à l'intérieur de la commune et avec les communes limitrophes.

### II.1.3. Caractéristiques physiques de la commune

Comme une caractérisation globale du site de l'étude. La commune de Dirah se situe intégralement dans l'aire de l'étendu du Barrage vert contrairement aux autres communes qui ne le sont que partiellement. C'est une commune steppique de par son climat, son sol et sa couverture végétale (**Bouchareb, 2022**).

Elle est classée comme zone d'ombre, enclavée et désertifiée avec une forte paupérisation et des moyens de subsistance sommaires pour ses populations rurales ; car en dehors d'une agriculture pluviale (céréaliculture principalement) et un élevage ovin et caprin extensif , elle ne jouit d'aucun plan de développement apparent, si ce n'est la possibilité de l'inscrire dans les plans urgents de développement des régions rurales et enclavées (**Bouchareb, 2022**).

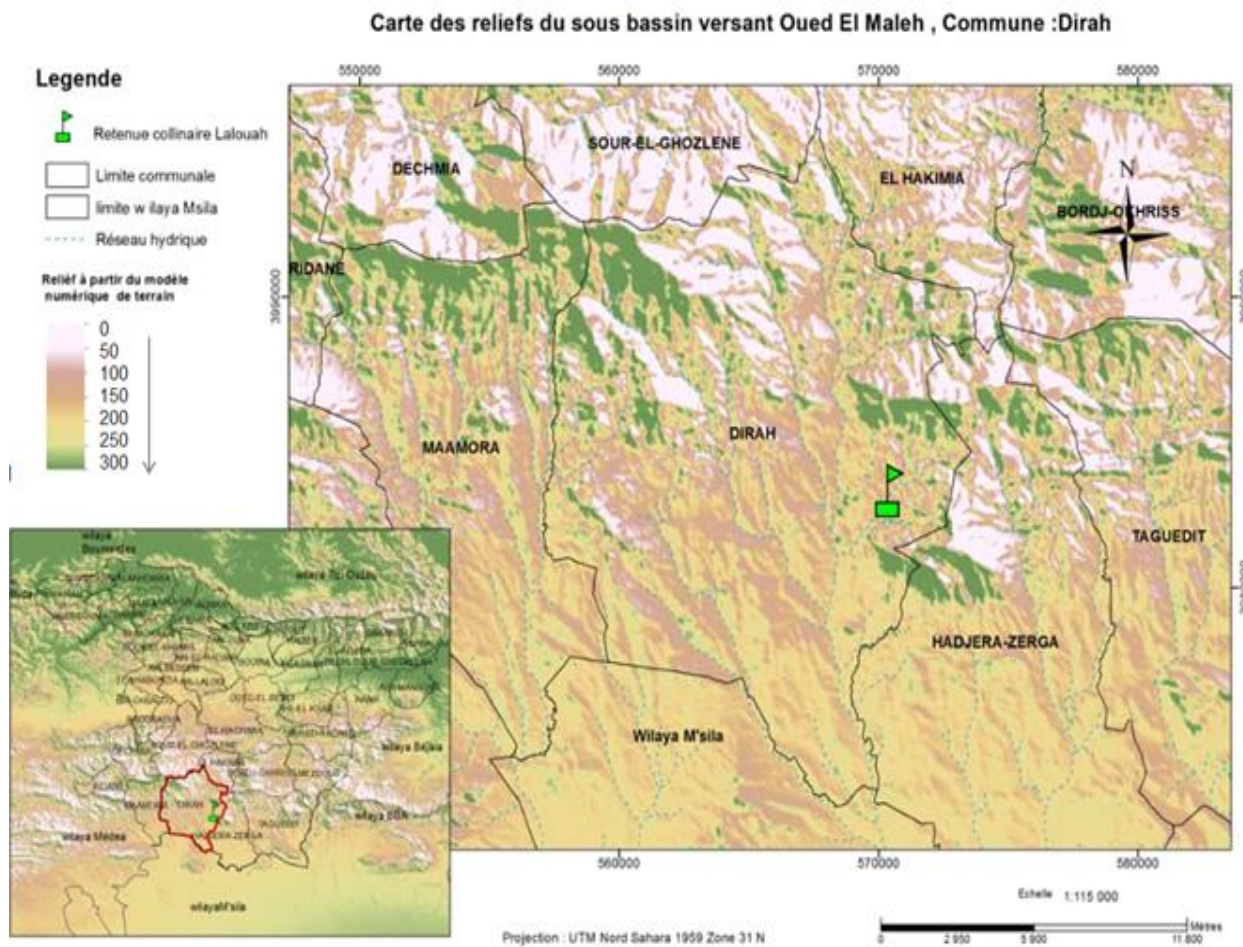
L'analyse des données relative au milieu physique ou naturel, notamment le relief, la géologie, le climat et la géotechnique est déterminante pour évaluer les atouts et les contraintes qui peuvent entraver l'urbanisation du site.

#### II.1.3.1. Les reliefs

Le relief à une influence directe sur les facteurs climatiques et aussi une influence indirecte sur la formation des écoulements de surface, il détermine en grande partie l'aptitude au ruissellement, l'infiltration et l'évaporation. La commune de DIRAH se caractérise par un relief montagneux situé sur la chaîne des Bibans, le paysage dominant est à relief montagneux, renfermant deux massifs montagneux entre autre djebel DIRAH 1 810 m et djebel Serdoune, 1 289 m (**Bouchareb, 2022**). Cet ensemble de montagne est suivi par une série de Koudiat et de Draa dont les altitudes varient de 700 à 1 070 m.

Oued el Maleh est, en effet un bassin versant à forte altitude avec certains lieux où la pente arrive ou dépasse parfois 15 à 30% (**Bouchareb, 2022**).

La zone d'Oued el Malah est caractérisée par un relief en fortes pentes (figure 05).



**Figure 05:** Reliefs du sous bassin versant Oued El Maleh, commune du Dirah.

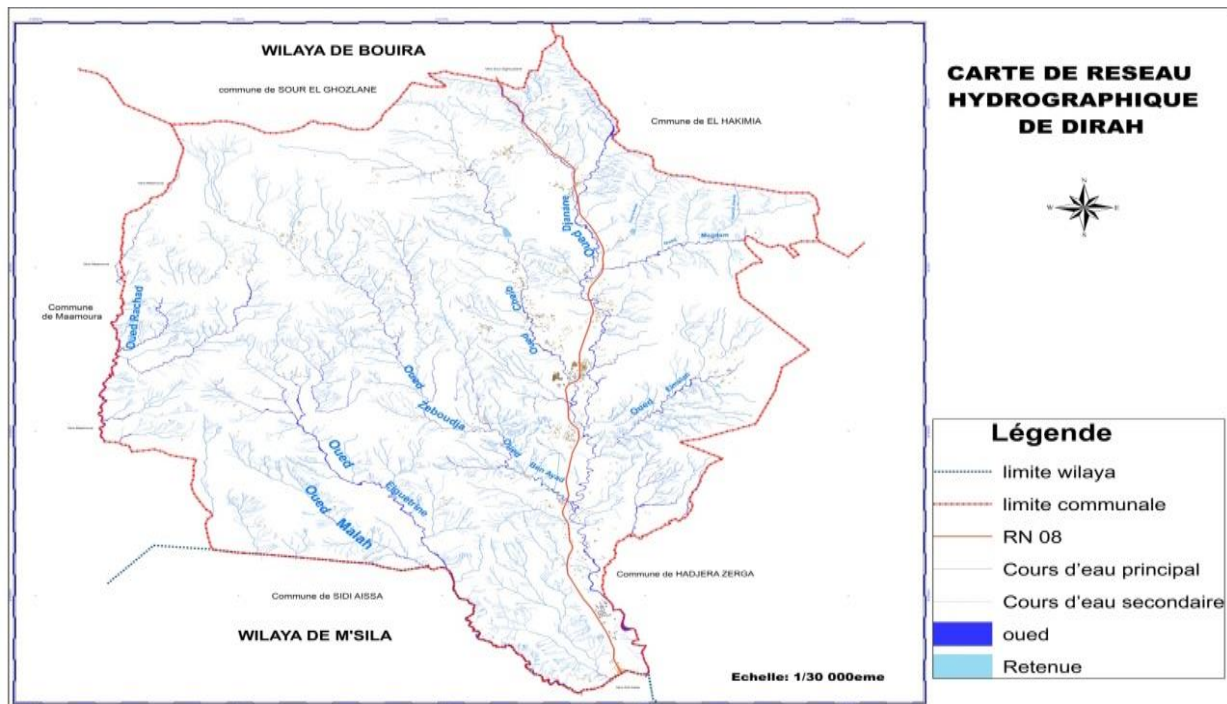
### II.1.3.2. la géologie

Elle est caractérisée par la présence de Salifère et gypsifère, la structure géologique est extrêmement complexe. La zone d'Oued El Maleh caractérisée par un sol meuble et friable (Bouchareb, 2022).

### II.1.3.3. Hydrographie

Dans cette région les ressources en eaux souterraine sont presque inexistantes quant aux eaux superficielles, elles sont très réduites. La région appartient au versant septentrional des hautes plaines qui a le niveau de base le bassin fermé de Hodna, La ligne de crête du DJebel Dirah marque la limite du bassin versant. La commune montre qu'elle est dotée d'un réseau hydrographique dense constitué essentiellement par quatre principaux oueds à écoulement Nord-Sud qui se convergent vers le chott el Hodna. Un système de ravins compliqué se déversant dans ces oueds. Ces principaux oueds sont Oued Djenane qui sillonne la commune du Nord au Sud et qui longe la RN 08, Oued Cheieb, Oued Zeboudja et Oued ben Ayad qui n'est qu'en fait que le

prolongement du premier vers le Sud, Oued el Guetrini et el Malah à l'Ouest et enfin Oued Rachad qui fait la limite Ouest (figure 06).



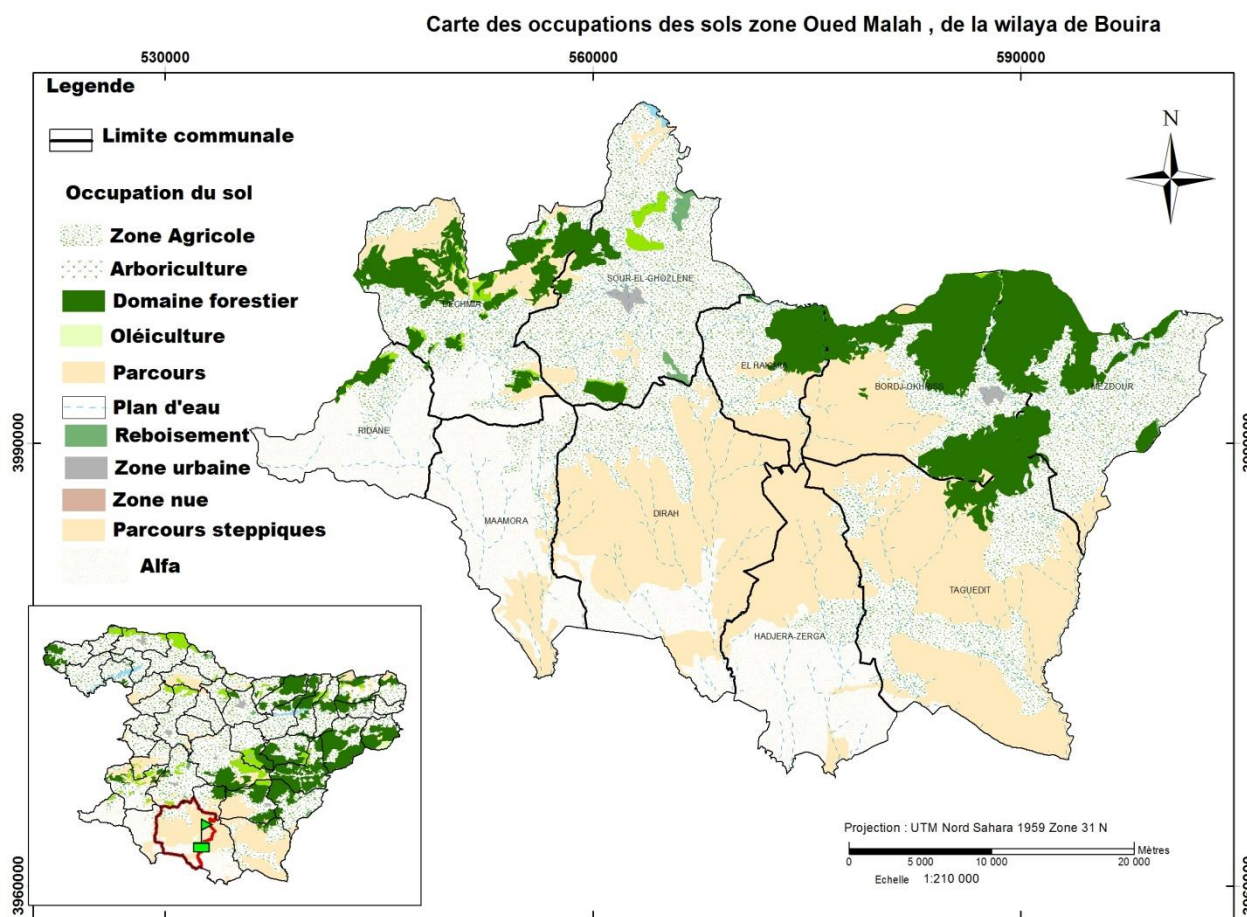
**Figure 06:** Carte du réseau hydrographique de la commune de DIRAH.

#### II.1.3.4. L'occupation des sols

Le recouvrement global de la végétation (RGV) est faible (figure 07), assuré dans sa majorité par une strate herbacée native des steppes, car la flore est particulièrement steppique et n'est que rarement forestière, dominée par l'Alfa et le Sparte comme espèces structurante et principales avec un cortège floristique habituelle mais avec une faible flore accompagnatrice, ceci est éventuellement liée à la salinité des sols de la région (**Bouchareb, 2022**).

Cette région revêt un caractère steppique aussi bien dans sa végétation et flore que par la pratique de l'élevage extensif dans tout le bassin versant. Elle est témoin d'une utilisation des sols comparable aux grands territoires steppiques avec tous les marqueurs de dégradation des sols, de désertification et de paupérisation (**Bouchareb, 2022**).





**Figure 07:** Occupation des sols de la région de Dirah.

### II.1.3.5. La climatologie

La commune de DIRAH est située à lisière méridionale du tell, elle subit les influences du climat méditerranéen au Nord et du climat subdésertique des régions Hédéennes au Sud (le semi-aride) (Bouchareb, 2022).

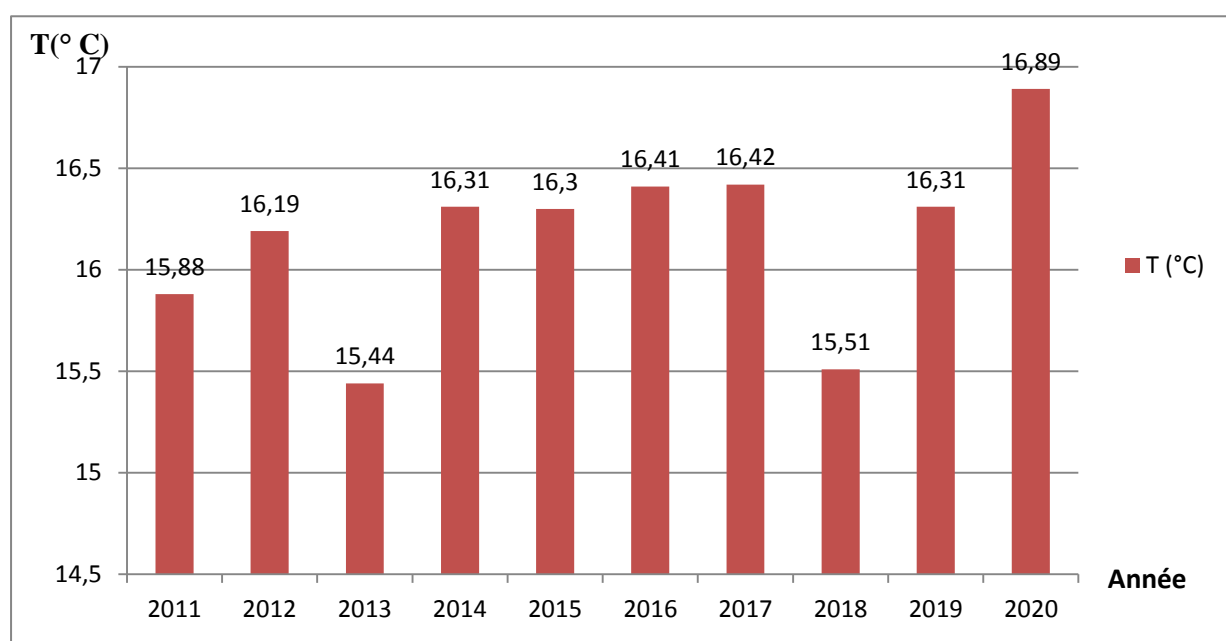
La région de Dirah a un climat méditerranéen à alternance de saison humide froide et sèche chaude. La pluviosité est faible avec une forte altitude (la plus haute mesurée dans la zone concernée par la correction torrentielle culmine à 972 m). Cela indique que les facteurs climatiques dépendent également des différences d'élévations en plus de l'exposition des versants. Les vents chauds (sirocco du désert) affectent la région qui est marquée par un climat semi-aride. Elle est également soumise aux orages, qui en saison estivale, peuvent décaper et détériorer de grandes étendues des terres par absence de végétation herbacée et dessèchement des sols et de la végétation vivace en été. Cela augmente largement la vulnérabilité érosive des sols de cette région particulièrement en été compte tenu de fortes pentes façonnant son relief (Bouchareb, 2022).

➤ **Les températures (2011-2020)**

**Tableau 01 :** Température moyenne annuelle

L'année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Moyenne
<b>T (°C) Moy</b>	15,88	16,19	15,44	16,31	16,30	16,41	16,42	15,51	16,31	16,89	<b>16,16</b>

(Nasa power accessviewer, 2011-2020)



**Figure 08:** Températures moyennes annuelle (2011-2020).

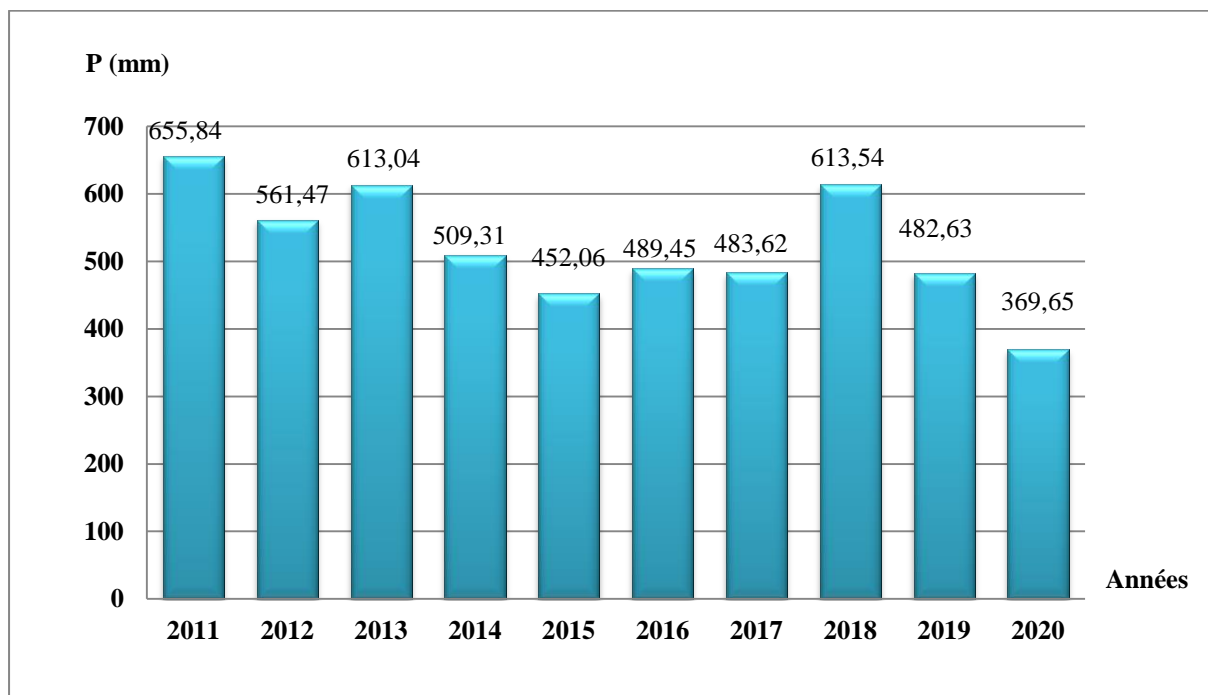
D'après la figure N°08 et le tableau N°01, Les températures annuelles moyennes au cours des dix(10) dernières années étaient 16,16°C, la température minimale annuelle a été enregistrée en 2018 était 9,37°C, la température maximale annuelle a été enregistrée en 2020 était 24,50°C.

➤ **Les précipitations (2011-2020)**

**Tableau 02 :** Les précipitations annuelles (2011- 2020)

L'année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>P (mm)</b>	655,84	561,47	613,04	509,31	452,06	489,45	483,62	613,54	482,63	369,65

(Nasa power access viewer, 2011-2020)



**Figure 09:** Les précipitations annuelles.

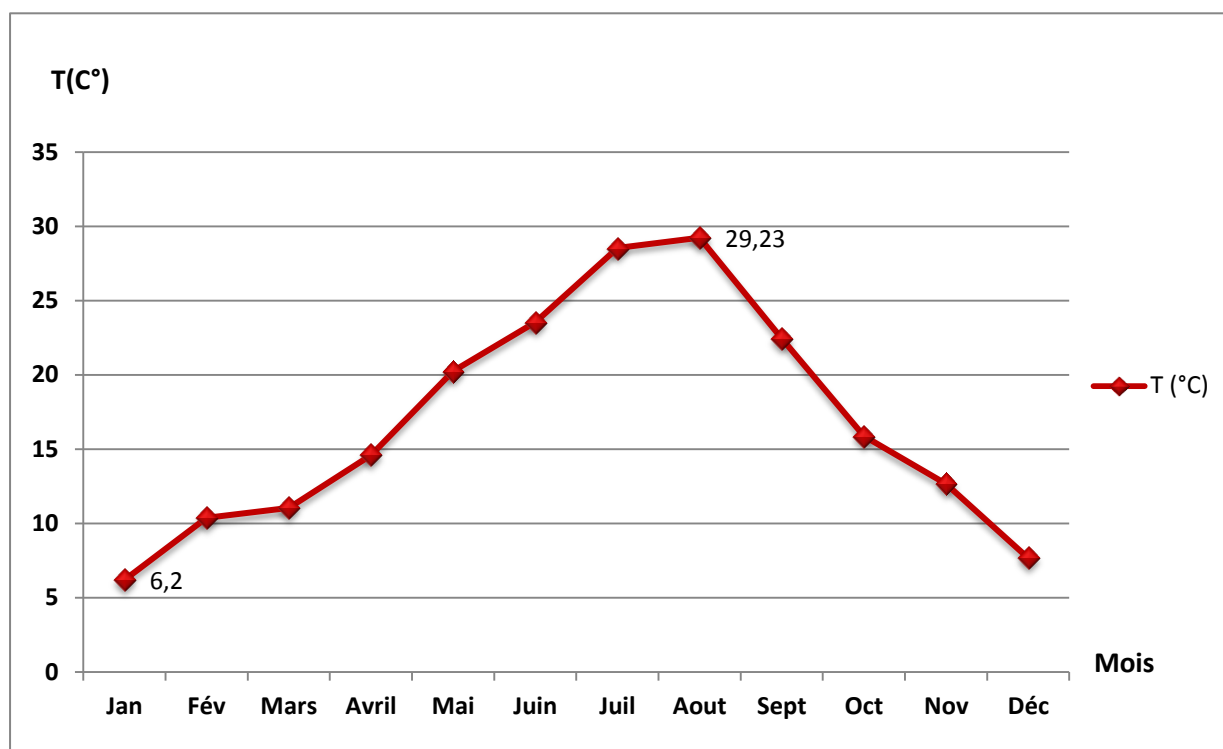
Le tableau N°02 et la figure N° 09 faisant suite aux histogrammes de précipitations annuelles, là on a fait ressortir que l'année 2020 est la plus chaude et la plus, d'où vient le choix de 2020 comme étant année de référence pour étude.

### ➤ Les températures 2020

**Tableau 03 :** Température moyenne mensuelle

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
T (°C)	6,20	10,38	11,05	14,60	20,24	23,54	28,54	29,23	22,44	15,86	12,65	7,66	16,86

(Nasa power access viewer, 2020)



**Figure 10:** Températures moyennes mensuelles (Année 2020).

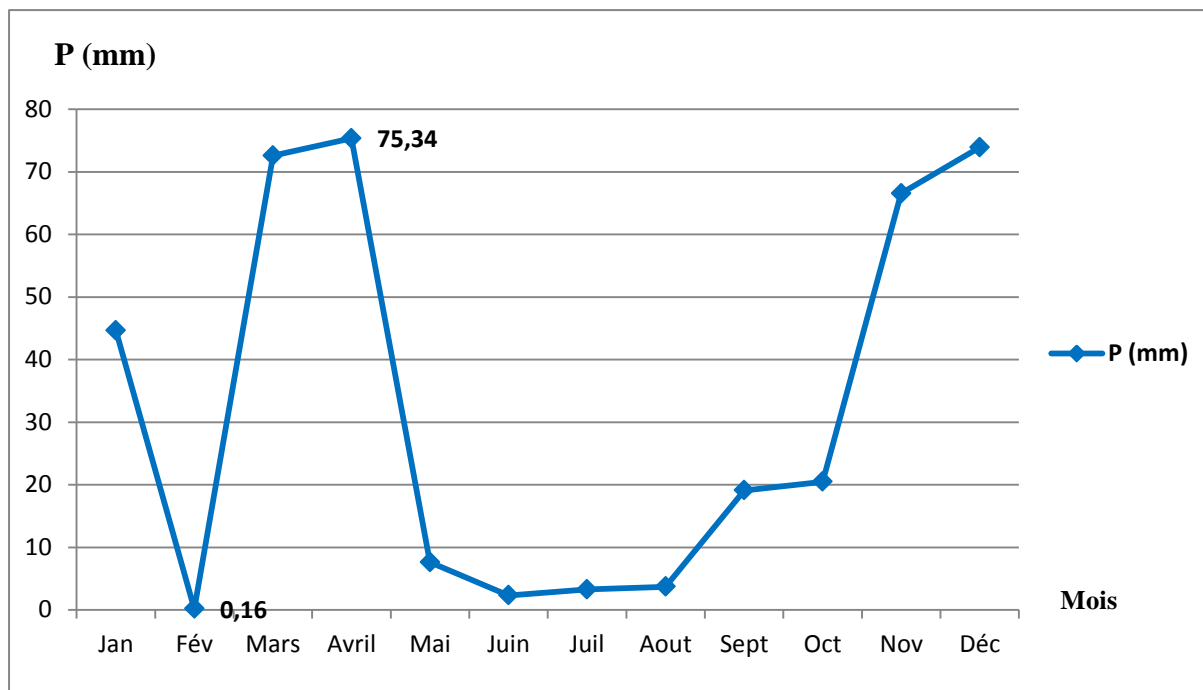
La figure N°10 et le tableau N°03 représentent les températures moyennes mensuelles, La température la plus basse enregistrée en janvier a été observée à 6,2 °C, on atteignant un seuil de 29,23°C en mois d'Aout.

### ➤ Les précipitations 2020

**Tableau 04:** Cumuls mensuels des précipitations en mm (Année 2020)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
<b>P (mm)</b>	44,64	0,16	72,58	75,34	7,62	2,33	3,26	3,69	19,1	20,47	66,55	73,91	32,47

(Nasa power access viewer, 2020)



**Figure 11:** Les précipitations moyennes mensuelles (Année 2020)

D’après la figure N°11 et le tableau N°04, La précipitation annuelle moyenne dans la zone d’étude est de 32,47 mm, les maxima sont enregistrés durant le mois d’Avril avec 75.34 mm et les minimum sont enregistrés durant le mois de février avec 0.16 mm.

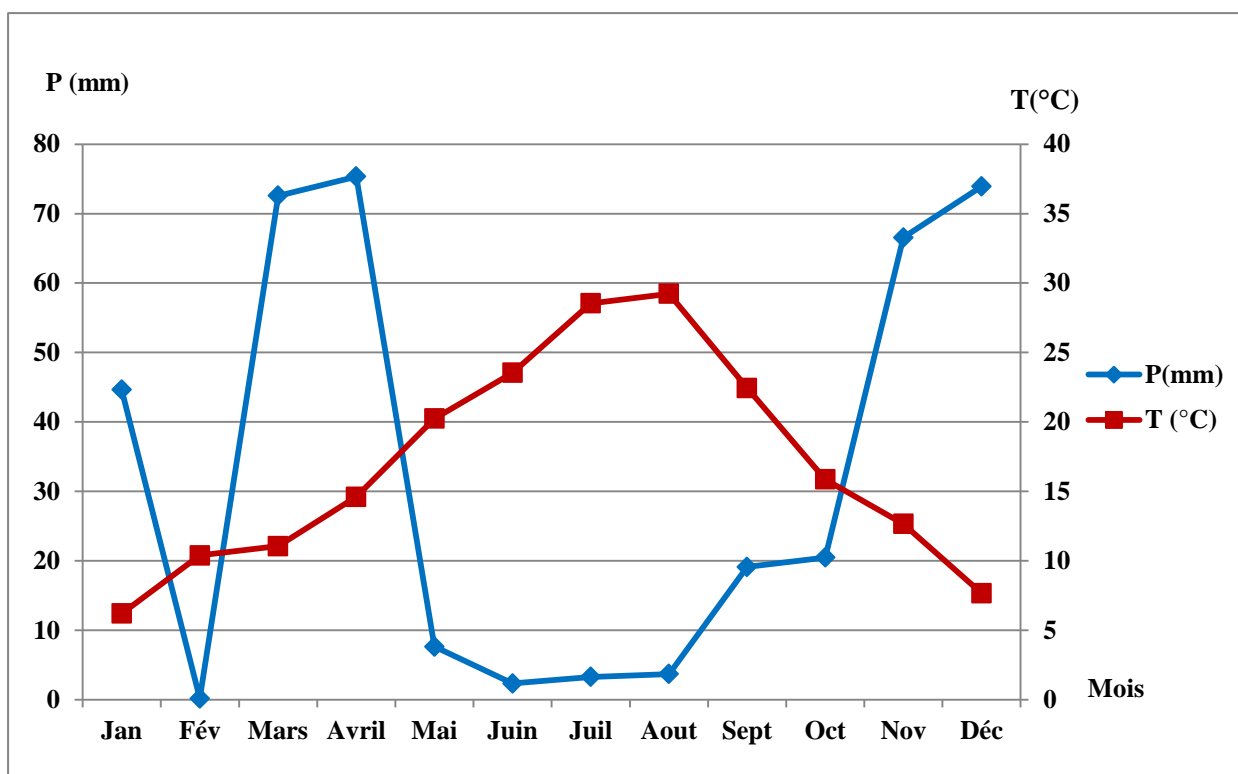
Son climat se caractérise par deux saisons principales s’alternant le long de l’année, l’une pluvieuse Dure de mois de novembre à mois d’avril d’une part, d’autre part une période sèche qui s’étend de mois de mai au mois d’octobre.

➤ **Période de sécheresse(2020)**

**Tableau 05:** Les températures moyennes mensuelles et les précipitations moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenn e
T (°C)	6,20	10,38	11,05	14,60	20,24	23,54	28,54	29,2	22,44	15,86	12,65	7,66	16,86
P(mm)	44,64	0,16	72,58	75,34	7,62	2,33	3,26	3,69	19,1	20,47	66,55	73,91	32,47

(Nasa power access viewer, 2020)



**Figure 12:** Digramme Ombrothermique de Gausson (Année 2020).

Le diagramme ombrothermique effectué dans la figure N° 12 et les données du tableau N°05 montrent que, la période de sécheresse pour l'année 2020 dure environ sept (07) mois, dure du mois de Février à la fin du mois d'octobre, cette période qui est relativement longue influence négativement sur le sol (particules du sol dispersées) qui sera facilement érodé lors des ruissellements.

### ➤ Les crues

Les inondations se produisent souvent après de fortes pluies dans les bassins versants, on lutte contre les crues par des aménagements hydrauliques curatifs (ex : la digue) ou préventif (ex : forêt de protection).

L'intensité et/ou la durée des précipitations dans un même bassin augmentent le débit d'eau par ruissellement (Tableau 06).

**Tableau 06:** Intensité des crues par période de retour.

Période de retour par Ans	Débit de pointe (M <sup>3</sup> /s)
5	14
10	20
20	27
50	38
100	47
1000	86

(Hydro-projet ingénieurs conseils (2010))

➤ **Les vents :** Les vents dominants sont celle de la direction Nord-Ouest et les vents calmes sont les plus fréquents.

#### II.1.4. Composition faunistique et floristique

La région d'Oued el Maleh est caractérisée par un étage bioclimatique semi-aride dominé par des formations forestières très dégradées, des steppes à Alfa.

D'après la sortie effectuée dans le cadre de la réalisation de ce travail, on peut remarquer la présence des espèces suivantes dans la région:

- **Le Tamarix :** *Tamarixaphylla* originaire des régions plus sèches de l'Eurasie et de l'Afrique, un gros arbre à feuilles persistantes, utilisé comme moyen de lutte contre l'érosion, comme brise vent et un arbre d'ombre.
- **L'Armoise:** est une plante herbacée, une espèce adaptée aux conditions climatiques arides résistante à la sécheresse, résiste au gypse et à une salinité très élevée , elle est très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver.
- **L'Alfa :** *Stipatenacissima*, plante fourragère, supportant bien les sécheresses excessives et le froid, il n'a pas d'exigences végétatives et est considéré comme un rempart contre l'avancée du désert grâce à son système racinaire très développé qui peut protéger le sol.
- **El- Chebrok :** *Noaeamucronata*, plante indicatrice de dégradation sur sol dégradé.
- **Le Sparte** *LygeumSpartum*.
- ***Arthrophytumscparium*** indicatrice de salinité et surpâturage.
- ***Artemisia herba-alba*** : Armoise blanche hautement pâturée.
- ***Atractylis humilis*** : Asteracée indicatrice de dégradation.

Une richesse faunistique moindre est due à la dégradation des forêts qui n'attirent certains oiseaux et à la rareté des ressources (eau, nourriture...).

### **II.1.5. Le contexte socio-économique**

Cette zone n'est pas très attractive, très pauvre où un niveau élevé de chômage, de ce fait elle perd sa population au profit des régions moins répulsive, cette région connaît un exode rural très important, l'activité la plus la plus importante étant un pastoralisme de type rural et une agriculture de subsistance.

Durant l'année 2013, la population active de la commune de DIRAH représente 73 % dont 84.66% représente la population occupée qui est un taux satisfaisant et le taux de chômage représente 15.34% qui est largement Supérieur au taux de chômage de la wilaya qui est de 10.74% (**la DPSB de Bouira 2013**).

### **II.1.6. Le phénomène d'érosion des sols**

La combe de DIRAH est fortement marquée par la présence de formations lithologiques très sensibles à l'érosion (formations marno-calaires) et un couvert végétal fortement dégradé. L'érosion est très marquée, elle se manifeste par des décapements du sol et la dégradation, des ravinements et le sapement des berges au niveau des principaux oueds. Au sud de la commune, l'érosion est beaucoup moins active, car la région est en voie de pénéplanisation et déclivité assez régulière s'observe du Nord au Sud.

La zone d'Oeud El Malah caractérisé par une érosion hydrique, le type de relief a accéléré en partie les phénomènes d'érosions et favoriser l'installation de griffes et ravines sur l'ensemble du site (figure N° 12). La nature du sol (meuble et friable) n'a fait qu'accélérer les processus d'érosion et dégradation des sols.





**Figure 13 :** Le phénomène d'érosion et l'installation de griffes et ravines dans la région d'Oued el Maleh (**Photo original**).

Dans la zone d'Oued el Maleh plusieurs travaux sont été effectués pour le but du diminuer l'érosion hydrique, parmi elles, la premier correction torrentielle qui a été fait durant l'année 2021 par l'Entreprise Régionale Génie Rural (ERGR) qui lutter contre le phénomène par une fixation mécanique avec un volume qui arrive jusqu'à 2800 m<sup>3</sup> (**ERGR, 2020**) (figure N°14).



**Figure 14 :** La fixation mécanique effectuée par l'ERGR dans la zone d'Oued el Maleh en 2021.

Malgré cette étape primordiale, l'atterrissement du limon est existé, est arrivé jusqu'à  $10 \text{ m}^3$  au moyenne (figure N° 15).



**Figure 15:** L'atterrissement des particules de sol en 2023 (Photo original).

Après l'invasion de la retenue collinaire de LALOUAH par le phénomène d'érosion le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) a appuyé la conservation des forêts de la wilaya de Bouira afin d'atténuer le phénomène par la correction torrentielle avec un volume de 20190 m<sup>3</sup> (PNUD, 2022) (figure N°16).



**Figure 16:** L'invasion de la retenue collinaire de LALOUAH par le phénomène d'érosion (**Photo original**).

### ***III. RESULTATS ET DISCUSSIONS***

### III. Résultats et discussions

Le constat effectué au niveau de notre région d'étude (Dirah), nous avons sorti les résultats suivants :

#### III.1. Contexte global de la région

Selon l'étude qui a été faite par Bouchareb. 2022, les sols de cette région reposent sur un substratum calcaire marneux friable donnant naissance à des sols bruns calcimagnésiques, parfois profonds en basse altitude, mais souvent des sols peu évolués (Rendzines) sur l'ensemble des reliefs en amont et sur les pentes et glacis.

La matière organique étant très faible et l'analyse pédologique conduite sur une ravine permis également qu'en plus du très faible teneur en matière organique, les sols de la région sont soumis à une salinisation allant de modérée à forte ce qui est expliqué sur le terrain par l'apparition de plusieurs plantes halophytes des genres : *Halocnemum*, *Atriplex*, *Thymelaea*, *Tamarix* ; observées sur le terrain comme plantes dominantes façonnant le paysage floristique de la région.

En plus, la forte charge caillouteuse sur les sols de cette région n'aident pas beaucoup quant à l'installation d'une pédofaune décompositrice de matière organique "encore moins enfouisseuse", ce qui explique aussi la pauvreté en matière organique dans les sols sur l'ensemble des horizons de la région ainsi que le faible rapport carbone / azote : révélant la faible formation de composés humiques, et donc une très faible "CEC".



**Figure 17:** Profil d'un sol brun calcique formé sur marnes (photo originale).

### III.2. Les principales causes de l'érosion hydrique dans la région

L'érosion qui existe dans la région d'Oued El Malah est une érosion hydrique, parmi les causes les plus importantes qui affectent le sol et conduisent à l'érosion hydrique :

- **La pluie et la Pente :** La pluie est une cause majeure des phénomènes d'érosion en raison de son énergie cinétique, affectant à la fois les précipitations et leur intensité dans le temps. Le ruissellement est un moyen de transport des particules déracinées, mais l'augmentation des gradients peut avoir un effet abrasif (plus de 15 %) (**Roose, 1973**)
- **Couverture végétale:** C'est l'élément qui modifie le plus l'expression de l'agressivité de la pluie. La vitesse à laquelle la végétation recouvre le sol, et secondairement sa structure (hauteur, forme d'entonnoir ou de parapluie, enracinement peu profond ou tourbillonnant) jouent un rôle majeur dans le contrôle de l'érosion accélérée des sols (**Roose, 1973**).

La végétation de la région est de type herbacée à dominance d'espèces annuelles (thérophytes) avec quelques vivaces (espèces structurantes) comme l'Alfa et le Sparte (*Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*); ces deux espèces occupent de grandes surfaces mais malheureusement elles commencent à souffrir du syndrome "Couronne d'Alfa" (voir figure 18) révélant une étape avancée de dégradation des parcours suite au surpâturage et l'installation complète du processus de désertification.



**Figure 18:** Touffe d'Alfa en dégradation formant ce qu'on appelle une couronne d'Alfa (**Photo original**).

- **L'activité humaine** : L'érosion est un processus naturel amplifié par l'activité humaine (urbanisation, certaines activités agricoles). son impact sur les sols agricoles est majeur. elle réduit la couche arable, diminue sa teneur en matière organique et contribue à sa dégradation structurale. ce phénomène est d'autant plus pernicieux qu'il n'est pas toujours facile à diagnostiquer, car les symptômes sont souvent masqués par les interventions agricoles répétitives, en particulier les labours. il se décompose en un arrachement de matière (minérale et organique), un transport et un dépôt (**Mabit et al., 2002**) et la mauvaise gestion des parcours et le pâturage abusif par un nombre trop important d'animaux détruisent le couvert végétal. Le sol n'est plus protégé contre l'érosion et les pasteurs ne trouvent plus assez de végétation pour nourrir leur troupeaux. Remarquons également qu'en saison sèche, le surpâturage élimine les plantes vivaces, alors seules à subsister et particulièrement précieuses pour la protection du sol (**Elkali and Achour, 2019**).

### III.3. Les Impacts de l'érosion dans la région

Après notre visite sur les lieux du mois de mai 2023, on a remarqué que les volumes et les quantités des particules déplacés par l'érosion des sols, sont énormes. Les grandes ravines aux profondeurs remarquables comme le montre la figure 19 et les colluvionnements de grands blocs de pierres sont témoins d'une activité érosive à multiples impacts sur cette région, nous citons les suivants :

- Perte des sols et de fertilités des horizons organo-minéraux de surface (garde-manger des plantes);



**Figure 19:** Les grandes ravines aux profondeurs remarquables (**Photo original**).

- Envasement de la retenue collinaire en aval (LAHLOUA)
- Diminution des surfaces des terres exploitables par les agropasteurs de la région (**Figure N°20**)



**Figure 20:** Diminution des surfaces des terres exploitables par les agropasteurs (**Photo original**).



- La perte générale de cadre de vie pour les résidents entraîne une migration des zones rurales;
- Désertification des sols sur place et menace réelle de désertification sur les régions situées au nord de Dirah.

Ces éléments (aisément constatés sur le terrain) rappellent la dynamique de la désertification des sols et les conditions de vie des habitants de la steppe algérienne, qui commence par la disparition du couvert végétal (causé par le surpâturage, les sécheresses répétitives et les mauvaises pratiques culturales), sols dénudés aux faibles recouvrements en végétation, érosion progressive des particules des sols dénudés, création de griffes et de ravines jusqu'à l'apparition en surface des sols squelettiques et l'affleurement des roches mères, stérilité des sols par l'absence d'horizons de surface, de complexe argilo humique et du seed-bank.

#### **III.4. Historique de différentes stratégies de lutte contre l'érosion**

La lutte contre l'érosion est parmi les plus anciennes activités humaine, l'homme accumule les traces de ces luttes pour maîtriser les divers formes de l'érosion et élaboré des stratégies permettant de conserver le sol et améliorer la production, mais ces techniques traditionnelles n'arrive plus à répondre au déficit présent.

Dans le monde plusieurs programmes à été créent :

- En 1850 la RTM : Restauration des Terraines de Montagnes.
- Plus tard vers 1930 la CES : Conservation de L'eau et du Sol. Sont pour but de conserver le sol, l'eau et améliorer la production...ect (**Bouchareb, 2022**).

Parmi les procédés mécaniques de lutte contre l'érosion hydrique utilisée en Algérie :

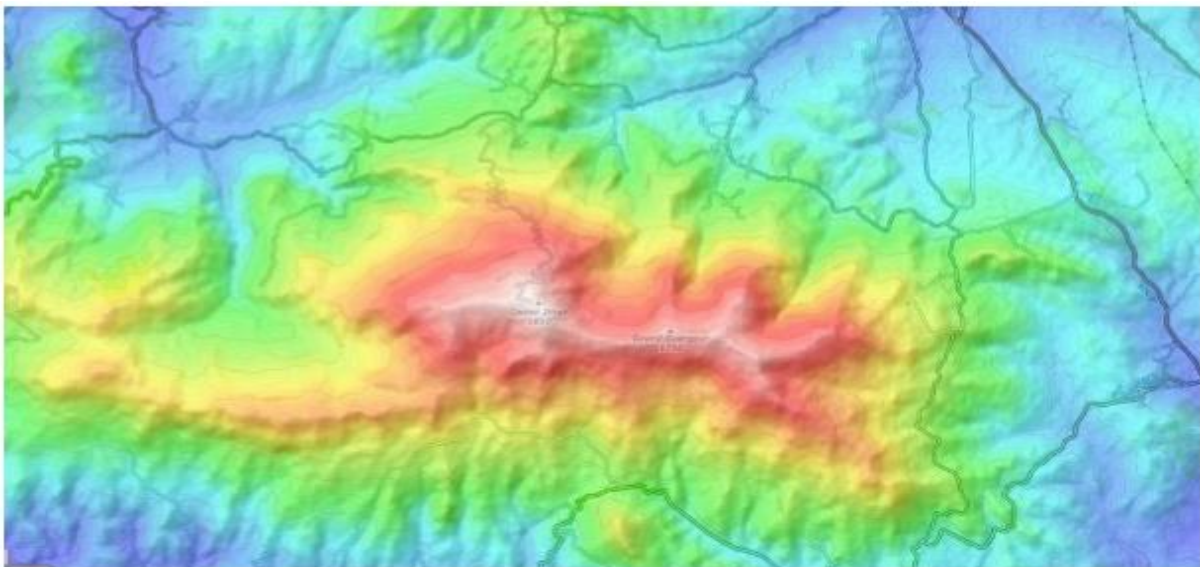
- Les Terrasse
- Les murettes
- Les banquettes
- La correction torrentielle
- Les ouvrages correction de la pente

#### **III.5. Étapes et procédures de la Correction Torrentielle et la lutte antiérosive**

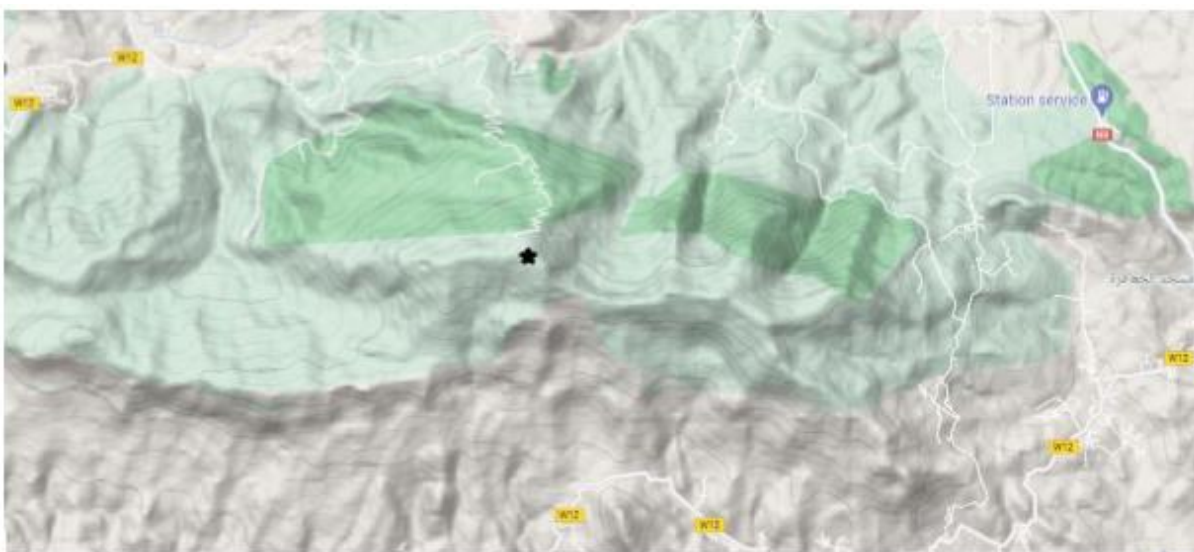
D'après les dégâts qui existe dans la zone, les travaux de restauration écologiques de parcours déjà impactés par une érosion hydrique et une dégradation des terres et de la productivité primaire est, très indispensable.

### III.5.1. Localisation de la zone d'aménagement

Le site de l'étude est localisé dans Djebel Dirah (les figures N°21 et 22) où le dispositif de la correction torrentielle est en cours de mise en place. La région en question est façonnée par un réseau hydrographique permettant de drainer les eaux pluviales jusqu'au bassin versant d'El Maleh. Il est donc crucial de concentrer les travaux de correction en amont de cette région sachant d'emblée que les visites du terrain sont stoppées où les coordonnées exhaustives ne sont pas prises sur place afin d'affiner le système d'information. Ce dernier est réalisé au fur et à mesure des sorties sur terrain pour à la fois suivre les travaux et consolider l'assise méthodologique du PNUD-Algérie dans les futurs monitorings sur cette région et particulièrement ce projet.



**Figure 21:** Localisation de Djebel Dirah à 1810 m d'altitude (gradient coloré d'élévation).



**Figure 22:** Courbes de niveaux et réseau hydrographique du site d'étude.

### **III.5.2. Méthodologie et choix pertinents pour l'étude retenue**

#### **III.5.2.1. Méthodologie traditionnelle d'évaluation de l'enregistrement de TORONTO**

Ce projet s'inscrit dans la démarche de restauration des canyons par leur aménagement et impose une vision d'utilisation des sols pour concentrer les efforts de stabilisation dans les zones prioritaires. La priorité doit être donnée à la science du sol du site et à la nature de la ou des roches mères car les techniques utilisées pour les roches mères friables (comme la Marne) ne sont plus les mêmes pour les roches mères plus dures (Gneiss), c'est pourquoi les sélections de rectification privilégient dans la majorité des interventions Dans les bassins plus fins à roches mères friables.

L'étude Morpho-édaphique concerner pour une identification du type de la roche mère en amont des ravines en amont d'abord pour détecter s'il est composé de formations marno-calcaires susceptible de développer des glissements et des nouveaux ravinements.

Ce qui impose aussi une vision Morpho dynamique sur le caractère des ravines sur place (voir le profil de la ravine et essayer de suggérer, en plus des structures de correction torrentielle, les choix de plantation de fixation des rendzines en amont, des talus et des ravines si nécessité est constatée. Il est courant que la lutte ou la correction mécanique doit être accompagnée d'intrants biologiques et de végétaux (reboisement, plantation, ensemencement...) pour améliorer la durabilité des ouvrages et reverdir à nouveau les sols et talus érodés et les nouveaux atterrissements générés par la fixation mécanique. (nous suggérons pour chaque cas de figure une liste d'espèces végétales en tenant compte du climat du plateau de Sour EL Ghozlane, la pédologie du site, l'utilisation des sols et les facteurs socioéconomiques de la région).

#### **III.5.2.2. Choix et suivi des directives du cahier de charge sur l'ensemble des sorties**

Le cahier de charge communiqué par le PNUD Algérie est éclaté en nombre de procédures pertinentes qui peuvent être évaluées sur le terrain. Les travaux et les techniques et les éléments suivis du cahier de charge avec les orientations du consultant sont les suivants :

##### **III.5.2.2.1. Piquetage des emplacements des gabions**

- S'assurer que les gabions sont disposés d'amont en aval et que l'espacement des seuils est déterminé en fonction de la pente observée. (la hauteur de piquetage ne doit pas dépasser les 2 mètres) ;

- La position du seuil doit être déterminée de telle sorte que le point bas du seuil amont soit au même niveau que le point haut du seuil aval (point bas du déversoir). (estimer sur les travaux réalisés afin de détecter les anomalies / estimer les volumes des atterrissements derrière les seuils avec la possibilité d'installer une végétation) ;
- Évaluation de l'État des seuils (Assez bons / Bons / Mauvais) ;
- Détection et vérification derrière les semelles s'il y a reprise du processus d'érosion par creusement et charriage des sédiments ;
- Vérification du bon encastrement du gabion (15 à 20%) ;
- L'idéal est de revenir un an après une bonne saison pluviale pour vérifier sur le terrain ;
- Vérification des déversoirs pour chaque seuil pour corriger le rehaussement ou l'encastrement ;
- Au démarrage, il est important que la hauteur des traverses ne dépasse pas le niveau du remblai de noue à corriger;
- Vérification continue et pour chaque étape ou infrastructure de l'apparition ou la présence des trous de Renards (lits d'érosion souterraine détectable par creusement à la base des seuils ou des gabions) c'est pourquoi l'encastrement doit être suffisant pour prévenir leur formation ;
- Désignation des travaux de réfection sur place s'ils s'imposent.

#### **III.5.2.2.2. Ouverture des fouilles**

La fouille avait les caractéristiques suivantes :

- La longueur d'excavation est égale à la largeur du fond de la route de vallée plus la distance d'enfouissement de part et d'autre du remblai, qui est d'au moins 50 cm, selon la nature du sous-sol. La profondeur en aval est de 50 cm;
- Largeur 1,10 m pour un placement facile de la semelle;
- Percé à angle droit par rapport au sens d'écoulement;
- Qualité des semelles et des fouilles ;
- Mesures sur place des fouilles en cours et corrections des anomalies le cas échéant.

#### **III.5.2.2.3. Approvisionnement en matériaux**

Les matériaux nécessaires sont :

- Les semelles de gabion de mailles de 10 cm à double torsion ;

- Le diamètre du fil de fer est de 3 mm, les dimensions sont de 1 m de largeur, 0,5m de hauteur et 2 m, 3m, 4m de longueur selon l'exigence du terrain constat et mesures sur place pour valider les dimensions, l'encastrement et l'efficacité des semelles en fonction des pentes et la profondeur des ravines ;
- Le fil de fer d'attache à utiliser doit être galvanisé est de même diamètre à savoir 3 mm. (vérification de la conformité du fil en épaisseur et galvanisé) ;
- Les matériaux à utiliser (pierres) doivent être durs, non poreux et non friables. La dimension des pierres doit être de 10 cm et plus, les pierres plates et rondes sont à éviter (état des pierres, quelle roche, éviter les schistes et les grès, prioriser les pierres granitiques, basaltiques et gneisseuses) les roches sédimentaires ovales sont aussi acceptées ;
- Évaluation des diamètres sur place et respect de remplissage (les plus grands diamètres en face externe du gabion, les plus petits à l'intérieur) ;
- L'empierrement utilisé ne doit pas provenir d'un ancien seuil ou un enrochement en pierre sèche de correction ou de terrasses.

#### **III.5.2.2.4. Rembourrage de chausson**

- Les dimensions du soubassement sont : Hauteur : 50 cm, Largeur : 01 m, Longueur : selon talweg ou noue à traiter (vérification des contreforts sur place) ;
- Le soubassement a été posé dans les fouilles avec les évidements nécessaires et avec soin rempli par une couche de grosses pierres sur les côtés extérieurs et de pierres de toutes tailles au centre pour éviter de laisser de grands vides entre les pierres (le vide ne doit pas dépasser 20% du volume total du gabion, rempli in situ en disposant correctement les pierres pour laisser une porosité de seulement 15% mais vous pouvez aussi aller jusqu'à 20%) ;
- Une fois la semelle remplie, le capuchon a été fermé et noué avec du fil tous les 20cm le long du périmètre. Norme valide à vérifier sur le terrain) ;
- Les surfaces doivent être enterrées de tous les côtés jusqu'à ce qu'il soit nivelé (vérification générale de toutes les bases incluses).

#### **III.5.2.2.5. Pose et Remplissage des Gabions**

- Les gabions étaient placés sur la base dans le même plan vertical, et les gabions étaient attachés les uns aux autres et aux fondations au moyen de liens métalliques tous les 20 cm.

(Vérification générale de toutes les fixations et mise en place des gabions avec attaches et nœuds) ;

- Ils sont remplis de grosses pierres à l'extérieur et de pierres de toutes tailles au milieu, en évitant de laisser de grands espaces entre les pierres. (Le vide ne doit pas dépasser 20% du volume total des gabions, comblé sur place avec des pierres correctement disposées pour ne laisser que 15% de porosité mais vous pouvez aussi monter jusqu'à 20%) ;
- prévoir des évidements d'au moins 50 cm selon la fragilité du substrat ;
- Vérification sur site de la nature du substrat et sélection technique des inclusions en fonction de la fragmentation ou de la compaction.

#### **III.5.2.2.6. Déversoirs**

- Les égouts sont de forme rectangulaire, de 50 cm de haut et de 1 à 2 mètres de long, selon la largeur du suif, et les gabions de base ont été utilisés en dernière ligne pour réaliser le canal d'évacuation des eaux. En aucun cas la terre du barrage ne dépassera le niveau du sol;
- Vérifier les dimensions des barrages et leur efficacité ;
- La possibilité de proposer des trottoirs en aval des barrages aux seuils correspondants pour améliorer la correction

#### **III.6. lutte biologique**

En plus de la lutte mécanique (la Correction Torrentielle), une autre procédure qui s'insère dans la politique de la protection des Bassins Versants

Tout en réalisant des plantations qui ont la particularité de fixation des berges, pour cela la conservation des forêts à réaliser un programme dans ce sens avec ERGR par l'introduction de différente espèce à savoir :

- Pin d'Alep sur une superficie de 10Ha (10000arbres)
- Peuplier Blanc sur une superficie de 03Ha (1200arbres)
- Eucalyptus sur une superficie de 03Ha (1200arbres)
- Acacia sur une superficie de 04Ha (1600arbres) (**ERGR, 2020.**)



**Figure 23:** Plantations pour la fixation des berges en 2022.

Après l'atterrissement des particules de sol dans une couche d'une profondeur importante qui s'est formée, chose qui a motivé la conservation des forêts à planter ces endroits. (ERGR, 2020.)



**Figure 24:** Plantation sur la couche du sol déposée par l'atterrissement des particules du sol (Photo original).

### III.7. Les projets de développement dans la commune de Dirah

Dans le but de désenclaver les régions d'ombre à travers la wilaya de Bouira, parmi lesquelles des régions situées dans la commune de Dirah, la conservation des forêts de la wilaya de Bouira à réaliser des projets d'aménagement et d'ouverture de pistes forestières et rural entrant dans le cadre du programme de développement sectoriel (PSD) et d'autres financés dans le cadre des Fond National de Développement Rural (FNDR) à savoir :

- Aménagement de piste forestière sur 08 Km (**PSD, 2020**) (Figure N<sup>o</sup> 25)
- Aménagement de piste rurale sur 2.9 Km (**ERGR, 2020**) (Figure N<sup>o</sup> 26)



**Figure 25:** Aménagement de piste forestière sur 08Km en 2020.





**Figure 26:** Aménagement de piste rurale sur 2,9 Km en 2020.

Les habitants de cette région ont aussi bénéficiés des projets qui leurs permettre d'améliorer leur conditions de vie et qui réduis l'exode rural, ces projet ont été financés par le Programme des Nations unies pour le développement(PNUD), citons à titre d'exemple le projet de plantation fruitière 410 plants (365 plants d'olivier et 45 plants de caroubier) qui à toucher 14 bénéficiaires.



**Figure 26:** plantation d'olivier en 2022

## ***IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES***

## Conclusion

L'érosion hydrique en Algérie est étudiée depuis de nombreuses années, mais il reste encore beaucoup d'inconnues. Les problèmes critiques de l'érosion sont multiples. Pour réduire la perte d'eau et de sol, nous devons mieux comprendre l'érosion du sol et son évolution dans différentes conditions.

L'envasement des barrages ne peut être considéré comme un mal inéluctable, mais c'est un phénomène inéluctable qui doit être intégré dans les calculs technico-économiques notamment dans la région d'Oued El Maleh. Malgré les études menées, de nombreuses questions restent ouvertes, notamment concernant le potentiel d'érosion des sols et sa variabilité selon les conditions. Une meilleure compréhension de ce phénomène est importante pour réduire les pertes en eau et en sol.

Après de nombreuses solutions proposées et les différents travaux de correction effectués sur terrain, une certaine amélioration a été constaté (moins d'envasement de la retenue collinaire à titre d'exemple), malgré tous les efforts fournis par la direction des forêts afin de palier à ce problème, ce phénomène demeure toujours la préoccupation des services responsables.

A cet effet d'autres solutions sont envisageables à savoir :

- Changement d'activité pour les habitants du pastoral ver l'arboriculture.
- Introduction de plantation telle que cactus, opuntia et d'autre plantation qui ont la particularité de fixation du sol.

Enfin, Protection des sols et lutte contre l'érosion hydrique exigent une collaboration continue entre les parties prenantes, une sensibilisation accrue et des mesures concrètes pour promouvoir un aménagement du territoire respectueux de l'environnement et favoriser un développement durable à long terme.

## ***V. REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

### Références bibliographiques

- **Achite, M., Touaibia, B., & Ouillon, S. (2006).** Erosion hydrique en Algérie du Nord: Ampleur, conséquences et Perspectives. Paper presented at the 14th international soil conservation organization conference. water management and soil conservation in semi-arid environments. Marrakech, Morocco.
- **Belaid, D. (2015).** Techniques de lutte contre l'érosion des sols en Algérie.
- **Benselama, O. (2019).** Etude des processus d'érosion dans le bassin versant de Oued EL Maleh d'AIN TEMOUCHENT et l'analyse des facteurs de risque. Université de Ian Demulcent Behead Bouchaib.
- **Bielders, C. L., Rajot, J. L., & Michels, K. (2004).** L'érosion éolienne dans le Sahel nigérien: influence des pratiques culturelles actuelles et méthodes de lutte. *Sécheresse*, 15(1), 19-32.
- **Bouchareb, B. (2022).** Docteur en Sciences spécialisé en écologie de Restauration et Agronomie. La Correction Torrentielle et le suivi des Travaux de terrain dans la Commune de DIRAH, Localité d'El MALEH. SOUR EL-GHOZLANE.
- **Cissokho, R. (2012).** Développement d'un indice de vulnérabilité à l'érosion éolienne à partir d'images satellitales, dans le Bassin arachidier du Sénégal: cas de la région de Thiès: Université de Montreal (Canada).
- **DGF, 2022.** Direction général des forêts. Fiche monographique 2022.
- **Elkali, E., Achour, I., (2019).** Suivi d'un projet de fixation de dunes sableuses dans une région steppique.(cas de la région de Tamsa–M'sila), Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- **ERGR, 2020.** l'Entreprise Régionale Génie Rurale (ERGR) Marché N° 07 : Aménagement des Bassins Versants 2020.
- **ERGR, (2020).** Marché N° 08 Plantation forestière et Pastorale sur 1000 Ha 2020.
- **Etene, C.G., Issa, M.S., Chabi, P., Koussinou, E., Soukossi, R., (2017).** Érosion pluviale et dégradation des établissements humains à Adjara au Bénin. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie* 30, 217-234.
- **Fournier, F. (1960).** Climat et erosion: Presses universitaires de France Paris.
- **Hydro-projet ingénieurs conseils (2010).** Etude d'exécution de la retenue collinaire de Lalouah sur Oued El Maleh dans la wilaya de Bouira. 52pages.
- **Kheir, R. B., Girard, M.-C., Khawle, M., & Abdallah, C. (2001).** Érosion hydrique des sols dans les milieux méditerranéens. *Études et gestion des sols*, 8(4), 231-245.
- **La DPSB de Bouira 2013.** Direction de Programmation et Suivi Budgétaire. Fiche monographique 2013.
- **Le Bissonais, Y., Thorette, J., Bardet, C., & Daroussin, J. (2002).** L'érosion hydrique des sols en France. *Rapport INRA, IFEN*, 106.
- **Mabit, L., Laverdière, M. R., & Bernard, C. (2002).** L'érosion hydrique: méthodes et études de cas dans le nord de la France. *Cahiers agricultures*, 11(3), 195-206.
- **Mainguet, M., & Dumay, F. (2006).** Combattre l'érosion éolienne: un volet de la lutte contre la désertification. Les dossiers thématiques du CSFD(3).

- **Mabit, L., Laverdière, M.R., Bernard, C., (2002).** L'érosion hydrique: méthodes et études de cas dans le nord de la France. Cahiers agricultures 11, 195-206.
- **Morsli, B., Habi, M., Mazour, M., Hamoudi, A., & Halitim, A. (2012).** Erosion et ruissellement en montagnes méditerranéennes d'Algérie du Nord: analyse des facteurs conditionnels sous pluies naturelles et artificielles. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 1(1), 33-40.
- **Neboit, R. (1991).** L'homme et l'érosion: Presses Univ Blaise Pascal.
- **PNUD, 2022.** Contrat de fourniture de biens et /ou services entre BlertaAliko( l'entité des Nation Unies) représenté par le PNUD et RamdaneBourai( le Prestataire) 2022.
- **RGPH (2021).** Recensement Générale des Population et d'Habitat. wilaya de Bouira.
- **Roose, E., (1973).** Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire: contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical, Université d'Abidjan.
- **Roose, E., & Lelong, F. (1976).** Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique Tropicale. Études sur petites parcelles expérimentales de sol. Revue de géographie physique et de géologie dynamique, 18(4), 365-374.
- **Roose, E., Sarrailh, J.-M., (1990).** Erodibilité de quelques sols tropicaux. Vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles. Cahiers de l'ORSTOM.
- **Sadiki, A., Faleh, A., Zézere, J., & Mastass, H. (2009).** Quantification de l'Erosion en Nappes dans le Bassin Versant de l'Oued Sahla-Rif Central Maroc. Cahiers géographiques, 6, 59-70.
- **Territoire, M. d. l. e. e. l. a. d. (2000).** Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement. 96.
- **Thorette, J., & Le Bissonnais, Y. (2005).** L'érosion des sols un phénomène à surveilles. doi: 10.1051/cagri/2020048.

**Résumé :** Le présent travail porte sur l'étude d'un type de dégradation des sols qui est l'érosion. Dans la région de DIRAH est particulièrement dans Oued el Maleh, le type d'érosion est une érosion hydrique sous forme des ravines, les principales causes de cette érosion est le ruissellement des pluies avec une fort pente, une faible matière organique. Deux procédures effectués pour la lutte contre l'érosion sont la lutte biologique en réalisant des plantations qui ont la particularité de fixation des berges et la lutte mécanique par la correction torrentielle, les travaux de correction qui été faites dans la région par le PNUD Algérie est éclaté en nombre de procédures qui sont: Piquetage des emplacements des gabions, Ouverture des fouilles, Approvisionnement en matériaux, Rembourrage de chausson, Pose et Remplissage des Gabions et le déversoirs. L'objectif de ces techniques procéder à la fixation des ravines, l'amélioration de l'écoulement superficiel et l'augmentation de la résilience du bassin versant d'El Maleh et la protection de la retenue caulinnaire (LAHLOUA) contre l'envasement.

**Les mots clés :** commune de DIRAH, Oued el Maleh, érosion hydrique, lutte biologique, lute mécanique, correction torrentielle.

**Abstract:** This study focuses on a type of soil degradation known as erosion. In the DIRAH region, particularly in Oued el Maleh, the type of erosion is water erosion in the form of gullies. The main causes of this erosion are rainfall runoff with a steep slope and low organic matter. Two procedures carried out to combat erosion are biological erosion by planting trees which have the particularity of fixing the banks, and mechanical erosion by torrential correction. The correction work carried out in the region by PNUD Algeria is broken down into a number of procedures: Staking of gabion sites, Opening of excavations, Supply of materials, Pavement backfilling, Laying and filling of gabions and weirs. The aim of these techniques is to fix the gullies, improve surface runoff and increase the resilience of the El Maleh catchment and protect the LAHLOUA reservoir against silting.

**Key words:** DIRAH municipality, Oued el Maleh, water erosion, biological control, mechanical control, torrential correction.

### ملخص

يركز هذا العمل على دراسة نوع من تدهور التربة وهو التعرية. في منطقة ديرة على وجه الخصوص في وادي المالح، نوع التعرية هو التعرية المائية على شكل أخاديد، والأسباب الرئيسية لهذا التعرية هي جريان الأمطار مع منحدر حاد، وقلة المواد العضوية، مكافحة التآكل تمت عن طريق إجراءين هما الطريقة البيولوجية من خلال تنفيذ المزارع التي لها خصوصية إصلاح البنوك والطريقة الميكانيكية من خلال التصحيح الغزير، والأعمال التصحيحية التي تم تنفيذها في المنطقة من قبل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في الجزائر مقسمة إلى عدد من الإجراءات التي تتمثل في: تثبيت مواقع التراب، وفتح الحفريات، وتوريد المواد، وتبطين النعال، وتركيب وتعبئة التراب والسدود. الهدف من هذه التقنيات هي إصلاح الأخاديد وتحسين الجريان السطحي وزيادة مرونة مستجمعات المياه في المالح وحماية المجمع المائي (الألواح) ضد الطمي.

**الكلمات المفتاحية :** بلدية ديرة، وادي المالح، تعرية المياه، مكافحة البيولوجية، التحكم الميكانيكي، تصحيح السيول